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

Über die Ablagerung des Pigmentes bei Mytilus.

Von

Victor Faussek

(Petersburg).

Mit 3 Figuren im Text.

1.

Den Anstoß zur vorliegenden Untersuchung gab mir die wohlbekannte Arbeit von Loeb (1) über den Heliotropismus der Thiere, in welcher er auf die wunderbare Analogie zwischen den Reaktionen niederer Thiere auf das Licht und den Bewegungen, welche durch dasselbe bei Pflanzen hervorgerufen werden, aufmerksam machte, was ihm auch den Grund gab von dem »Heliotropismus« der Thiere zu reden und bei ihnen einen positiven und negativen Heliotropismus zu unterscheiden. Mir kam es dann in den Sinn, ob wir nicht auch bei den Leukocyten, den freien Zellen des Organismus, ein Vorhandensein heliotropischer Reizbarkeit vermuthen könnten, um so mehr, da eine chemotropische schon bei ihnen entdeckt worden war; eine heliotropische Reizbarkeit könnte z. B. in jenen Fällen eine Rolle spielen, wenn das Licht eine Verstärkung der Hautpigmentirung hervorruft. Nach einer sehr verbreiteten, wenn auch von einigen Forschern bestrittenen, Ansicht, bildet sich das Pigment, welches sich in der Hautepidermis bei Vertebraten befindet, nicht daselbst, sondern geht in dieselbe aus den tiefer liegenden Schichten, dem Corium über, wobei es in einigen Fällen gerade durch Leukocyten übertragen wird; bei einigen anderen Thieren (z. B. bei Echinodermen) verschlingen die Leukocyten in die Leibeshöhle injicirte Fremdkörperchen und tragen dieselbe in die Haut, was einem Autor den Grund zur Annahme gab, dass die Ursache einer solchen Bewegung das Licht sei, welches auf sie »some guiding influence« ausübe (Durham). Die heliotropischen Bewegungen der Pflanzen und Thiere werden haupt-

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

sächlich durch die stärker brechbaren Strahlen des Spektrums hervorgerufen, die ultra-violetten Strahlen mit eingerechnet; und es ist wohl bemerkenswerth, dass, wenn unter Einfluss von Licht die Pigmentablagerung verstärkt wird, so geschieht es auch hauptsächlich durch die Wirkung der stärker brechbaren, und namentlich ultra-violetten Strahlen. So wird das »Einbrennen« der Haut des Menschen hauptsächlich durch die stärker brechbaren Strahlen (die ultra-violetten) erzeugt (Hammer). Wenn folglich die Pigmentablagerung mit Hilfe der Leukocyten vor sich geht, die in ihren Bewegungen durch das Licht geleitet würden, so wäre die große Bedeutung ultra-violetter Strahlen in diesem Processe ein Beweis dafür, dass auch die heliotropischen Bewegungen der Leukocyten sich dem allgemeinen Gesetze von der hauptsächlichsten Bedeutung der ultra-violetten Strahlen unterordnen. Dieser Gedanke wurde von mir in einem Artikel, welcher 1894 in der Zeitschrift »Russkoje Bogatstwo« erschien, ausgesprochen.

2.

Von dem Wunsche geleitet mich zu überzeugen, in wie weit diese Vermuthung gerechtfertigt ist, machte ich während meines Aufenthaltes auf der Zoologischen Station zu Neapel 1895—96 eine Reihe von Experimenten über den Einfluss des Lichtes auf die Färbung bei einigen Lamellibranchiaten[1]. Selbstverständlich wäre es natürlicher und zweckentsprechender gewesen, ähnliche Experimente an denjenigen Thieren, oder ihnen sehr nahe stehenden, auszuführen, bei denen gerade ein Einschleppen von Pigment in die Epidermis durch Leukocyten beschrieben wird, und hauptsächlich an solchen, welche bekanntermaßen durch Einfluss von Licht dunkler werden, wie z. B. der Proteus. Aber mein Aufenthalt auf einer marinen zoologischen Station bewog mich, mir Objekte in der örtlichen Meeresfauna zu suchen; und so nahm ich als Ausgangspunkt eine Bemerkung Ryder's über die Pigmentirung der Auster.

Ryder theilt die Beobachtungen Schiedt's über Austern mit, bei welchen die rechte Schale entfernt wurde und welche in dieser Lage bis zwei Wochen am Leben blieben; dabei lagerte sich Pigment in der Epidermis auf der ganzen Oberfläche der so entblößten rechten

[1] Ich ergreife hier gern die Gelegenheit Herrn Prof. Dohrn sowie den anderen Mitgliedern des Vorstandes der Zoologischen Station in Neapel, insbesondere Herrn Prof. P. Mayer, Prof. H. Eisig und Dr. Lo-Bianco für ihr höchst liebenswürdiges und zuvorkommendes Verfahren mir gegenüber während meines fast zweijährigen Aufenthaltes in Neapel meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

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

Mantelfalte ab, so wie auf der oberen, äußeren Kiemenfläche, so dass das ganze Thier eine dunkelbraune Färbung annahm. Der Autor war zu dem Schlusse gelangt, dass die Entwicklung des Pigmentes in dem Mantel und den Kiemen eine Folge eines anormalen Lichtreizes (stimulus of light) der entblößten Körperfläche sei, und dass im natürlichen Zustande der Mantelrand, der einzige pigmentirte Theil des Körpers, gerade desswegen pigmentirt ist, weil es der einzige Körpertheil ist, welcher gewöhnlich und immerwährend dem Einflusse der Lichtstrahlen ausgesetzt wird.

Solche Beobachtungen entsprachen ziemlich gut meinem Zwecke, und desswegen begann ich mit der Wiederholung des SCHIEDT'schen Experimentes an Austern. Dabei aber brach ich nicht die ganze rechte (flachere) Schale ab, sondern nur einen Theil derselben so, dass ein großer Theil der rechten Mantelfalte und überhaupt des ganzen, des Schutzes der Schale beraubten, Körpers des Thieres ungehindert beleuchtet werden konnte. Das Abbrechen der Schale führte ich nur bis zur Grenze des Schließmuskels fort, denselben nicht berührend, so dass das Thier immerhin seine Schale schließen konnte und eigentlich keine Körperverletzung erlitt.

Die so operirten Austern hielt ich in zwei Aquarien: die einen in einem kleinen, niedrigen, welches nahe am Fenster stand und während des ganzen Tages mehr oder weniger stark beleuchtet war; die anderen in einem gleichen Aquarium, neben dem ersten, ein wenig weiter vom Fenster; dieses Aquarium aber war beständig von einem festen Holzkasten mit ziemlich dicken Wänden bedeckt. Folglich war der Unterschied in der Beleuchtung beider Gruppen von Austern größer, als er in den meisten Fällen in den gewöhnlichen Bedingungen im Meere sein kann. Beide Aquarien wurden fortwährend von Seewasser durchströmt.

In diesen Bedingungen lebten die Austern sehr gut und konnten wochenlang am Leben bleiben. Die ersten Veränderungen, welche eintraten, betrafen die Körperform selbst und die Form des Mantels. In normalen Verhältnissen liegen die beiden Mantelfalten dicht der Innenseite der entsprechenden Schale an und der Rand derselben überragt nie den Rand der Schalen. Bei theilweise zerstörter Schale konnte der Mantel nicht seine regelmäßige Lage beibehalten. Die rechte Mantelfalte verkürzte sich und zog sich bis zum Rande der abgebrochenen rechten Schale zurück, wobei ihre Ränder sich mehr oder weniger umbogen; oder aber sie bog sich im Gegentheil nach außen über, streckte sich bedeutend in die Länge und bedeckte die

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

äußere Seite der rechten Schale (Fig. 3). In beiden Fällen blieben die Kiemen ganz unbedeckt vom Mantel. Die linke Mantelfalte behielt ihre Lage gleichfalls nicht bei, d. h. sie blieb nicht eng an die Innenfläche der linken Schale geschmiegt. Sie löste sich mehr oder weniger von der Schalenfläche los, bog sich nach oben (die Auster blieb wie gewöhnlich mit der linken Schale auf dem Grunde liegen), ihr Rand wurde faltig, und bog sich oft mehr oder weniger stark nach innen. Die sekretorische Thätigkeit des Mantels hörte dabei nicht auf. Die äußere Mantelfläche der Auster sondert die Perlmutterschicht der Schale ab; diese Absonderung wurde auch jetzt fortgesetzt. Bei der rechten Mantelfalte, welche sich unregelmäßig zusammenzog und verkürzte, führte diese Verkürzung gleichfalls zu einer unregelmäßigen Ablagerung der Perlmutterschicht in Form von unregelmäßigen Körpern oder Bläschen. An der linken Mantelfalte bedeckten sich die Stellen, welche sich von der Schale losgelöst und nach oben oder nach innen gebogen hatten, mit einer dünnen Perlmutterschicht, welche das Aussehen eines dünnen, durchsichtigen und farblosen Plättchens, einem Glimmerplättchen ähnlich, hatten. Die Schicht, welche normalerweise für den Bau der Schale dient, löst sich jetzt von ihr los und bildet eine dünne Nebenschicht der Schale, welche sich von ihrer Innenfläche erhebt (Fig. 1, 2 *A*). Es kam manches Mal vor, dass der Mantel, nachdem er sich von der Schale losgelöst und schon eine dünne Perlmutterhaut gebildet hatte, sich noch weiter zusammenzog und von Neuem vom Rande zurücktrat. Dann lagerte sich an seiner Außen-

Fig. 1.

Fig. 1—3. Austern mit der theilweise abgebrochenen rechten Schale, nach einigen Wochen Aufenthalt im Aquarium. Man sieht die unregelmäßige Lage der rechten Mantelfalte, welche sich über den Rest der rechten Schale ausstreckt (Fig. 3) und die Neubildung der Perlmutterschicht (Fig. 1 u. 2 *A*).

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

fläche neue Perlmutterschicht ab, so dass an dem Rande der linken Schale, von ihrer Innenfläche ausgehend, sich parallel neben einander zwei dünne Perlmutterwände hinzogen[1].

Fig. 2.

In jenen Fällen, wo die rechte Mantelfalte sich über die Oberfläche der abgebrochenen Schale hinzog, vollzog sich gleichfalls an ihrer Außenfläche (d. h. der früheren Außenfläche, welche jetzt aber der Schale anlag) eine Ablagerung einer ununterbrochenen Perlmutterschicht, welche in diesem Falle auch der äußeren Fläche der rechten Schale auflag.

Fig. 3. (Erkl. von Fig. 2 u. 3 s. Fig. 1.)

So fährt also bei der Auster, der ein Theil der Schale zerstört worden ist, der Process der Schalenbildung zum Theil noch fort. Die Bildung der Perlmutterschicht durch die äußere Mantelfläche wird nicht unterbrochen, wobei der Mantel selbst eine unregelmäßige Lage einnimmt, auch

[1] Fig. 1—3, welche die äußere Gestalt, die die Austernschalen nach der beschriebenen Operation annehmen, wiedergeben, sind für mich von Herrn Merculiano in Neapel nach der Natur gezeichnet worden, welchem ich es für meine Pflicht halte, hiermit meinen Dank auszusprechen.

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

die von ihm abgelagerte Perlmutterschicht unregelmäßige Anhäufungen und Überdachungen bildet. Damit begnügt sich die Thätigkeit des Mantels: die Wiederherstellung der Kalkschicht der Schale erfolgt nicht, obgleich ja der Mantel vollständig unverletzt bleibt.

Ryder erwähnt in seiner Mittheilung, dass die der rechten Schale beraubten Austern Versuche zu ihrer Neubildung machten; das was ich beobachtete, beschränkte sich, wie erwähnt, auf eine Absonderung sehr dünner Perlmutterplatten: eine weitere Regeneration der Schale geschah nicht, wenn auch die Austern — wie es bei einigen Experimenten geschah — wochenlang lebten.

Jedenfalls waren diese Erscheinungen nicht das Ziel meiner Untersuchung, waren nebensächlich, und ich konnte ihnen nicht viel Aufmerksamkeit widmen; doch hielt ich es für nöthig sie zu erwähnen, da sie ein Interesse vom Standpunkte einer Erforschung der mechanischen Existenzbedingungen des Organismus haben, und jener Veränderungen, welche in denselben durch rein mechanische Bedingungen hervorgerufen werden können. Im gegebenen Falle rief das Fehlen eines Theiles des Stützapparates des Thieres — als welches jedenfalls die Schale der Auster anzusehen ist — verschiedenartige Krümmungen, Formveränderungen und Störungen in der Symmetrie im Körper des Thieres hervor. In jenen Fällen — ihrer waren nicht viele, zwei oder drei —, wenn ich die ganze rechte Schale entfernte, beobachtete ich auch eine charakteristische Symmetriestörung im hinteren Körpertheile des Thieres, an jener Stelle, wo die Fortsetzung des freien Randes der beiden Mantelfalten sich als zwei nicht hohe Hautfalten auf der Rückenseite des Thieres fortziehen. Ich beobachtete nämlich ein Auswachsen der linken Falte (der Fortsetzung der linken Mantelfalte), welches auf die rechte Seite des Thieres gerichtet war; an der Oberfläche dieser Falte lagerte sich Perlmutter ab, und an ihrer freien Fläche bildeten sich ziemlich lange Fühlerfaden.

Zum direkten Ziele meiner Untersuchungen — zur Frage über den Einfluss des Lichtes auf die Pigmentirung des Thieres — übergehend, muss ich vor Allem sagen, dass ich vollständig negative Resultate erzielte, und dass die Angaben Ryder-Schiedt's sich durchaus nicht bestätigten. In normalen Verhältnissen sind bei den Austern der Bucht von Neapel der Rand des Mantels und in geringerem Maße die Kiemen pigmentirt. Die Quantität des abgesonderten Pigmentes ist sehr verschieden, und im Verhältnis dazu ändert sich auch die Färbung der pigmentirten Theile bedeutend: von einer leicht

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

bräunlichen, oder selbst gelblichen Färbung beginnend, kann sie ganz dunkel, kohlenschwarz werden. Am stärksten ist immer die hintere Hälfte jedes Mantelrandes pigmentirt, sein hinteres Ende; vom hinteren Ende nach vorn rückend, sehen wir die Pigmentirung immer schwächer werden, bis sie am vorderen Ende des Mantels ganz verschwindet. Die Kiemen sind gewöhnlich schwächer pigmentirt, als der Mantel und haben eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene braune Färbung; der Grad ihrer Pigmentirung entspricht immer vollständig dem Grade der Pigmentirung des Mantelrandes. Wenn der letzte schwarz pigmentirt ist, so können auch die Kiemen in ihrem hinteren Drittel oder Viertel fast eine dunkelbraune bis schwarze Färbung annehmen, wobei ein Streifen schwarzen Pigmentes sich gleichfalls am freien Rande der Kiemen hinzieht. Im Allgemeinen ist die Vertheilung des Pigmentes am Mantelrande eine sehr unregelmäßige: die Breite des pigmentirten Streifens kann sehr verschieden sein; oft ist das Pigment fleckenartig vertheilt, so dass der Mantelrand ein gescheckes Aussehen erhält. Manches Mal ist der rechte Mantelrand stärker pigmentirt als der linke, welcher der Schale anliegt, mit welcher sich das Thier am Boden anheftet.

So zeigten die Austern, die ich aus dem Meere bekam, sehr verschiedene Stufen der Pigmentirung des Mantelrandes; die Einwirkung des Lichtes aber, oder das Fehlen desselben rief keine Veränderungen in der Pigmentirung hervor. Austern mit abgebrochener rechter Schale, welche im Verlaufe von einigen Wochen einer grellen Beleuchtung ausgesetzt waren, wie ihn der Mantelrand in natürlichen Bedingungen wohl nie erleidet, zeigten keinerlei Veränderungen in der Pigmentirung dieses Randes: sie blieben eben so wenig oder eben so stark pigmentirt wie sie vorher waren (über Fälle von Schwund der Pigmentirung s. unten).

Ein ganz eben so negatives Resultat gab ein umgekehrtes Experiment: Austern mit abgebrochener rechter Schale, die im Dunkeln gehalten wurden (mit denselben weiter unten beschriebenen Ausnahmen), wurden nicht bleicher oder minder pigmentirt als die der Schalen beraubten Austern, welche ihnen parallel in vollem Lichte gehalten wurden. Nach zwei bis drei und mehreren Wochen konnten die Austern, welche mit abgebrochenen Schalen, die einen im Dunkeln, die anderen bei vollem Licht gehalten worden waren, der Pigmentirung nach nicht unterschieden werden. Wie zwischen den ersten, so waren auch zwischen den zweiten schwach und stark pigmentirte Exemplare.

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

Der Mangel von Licht hatte überhaupt keine Wirkung auf die Pigmentirung der Austern, auch wenn ihre Schalen nicht gebrochen waren. Ich hielt unverletzte Austern in einem dunkeln Aquarium, welches mit einem Holzkasten bedeckt war, zwei und sogar vier Monate lang, und sie erschienen nach Ablauf dieser Zeit normal pigmentirt.

Eine unnormale Pigmentablagerung, d. h. eine Ablagerung derselben auf Stellen, welche in gewöhnlichen Bedingungen unpigmentirt waren, konnte ich dennoch manchmal bei meinen Experimenten beobachten. Und zwar konnte ich in jenen Fällen, wenn die rechte Mantelfalte, wie erwähnt, sich über das Fragment der rechten Schale ausdehnt, beobachten, dass ihre äußere (früher innere) Fläche, welche nun der äußeren Umgebung ausgesetzt war, etwas dunkler wurde, sich über den Rand hin proximal leicht pigmentirte, d. h. in einem solchen Theile des Mantels, welcher normal nie pigmentirt ist. Wahrscheinlich gab ein solcher Fall von Pigmentirung des Mantels die Gelegenheit für die Mittheilung von Schiedt-Ryder. Aber eine solche Pigmentablagerung an der inneren Mantelfläche, bei ihrer Umbiegung, vom Rande höher hinauf, beobachtete ich gleichermaßen bei Austern, welche dem Lichte ausgesetzt worden waren, als auch bei den im Dunkeln aufbewahrten. Das Licht hat in diesem Falle für die Pigmentablagerung keine Bedeutung, die richtige Erklärung der Pigmentirung werden wir bei Beschreibung unserer Untersuchungen an Mytilus sehen.

Viel häufiger konnte ich die entgegengesetzte Erscheinung beobachten, eine Entfärbung der Austern und ein Schwinden des Pigmentes. Sowohl die operirten, als auch, wenn auch seltener, die völlig normalen Austern (d. h. solche mit unverletzten Schalen) entfärbten sich oft nach zwei bis drei Wochen ihres Lebens in Aquarien mit durchfließendem Seewasser, ohne eine Spur ihres Pigmentes zurückzubehalten. Aus dem Meere genommen hatten sie den normalen Pigmentstreifen am Mantelrande gehabt, auch die Kiemen waren leichthin pigmentirt gewesen und hatten eine bräunliche Färbung besessen. Während ihres Aufenthaltes im Aquarium verschwand der braune Streifen am Mantelrande vollständig, und derselbe wurde ganz farblos. In gleicher Weise verloren auch die Kiemen ihre bräunliche Färbung und wurden farblos oder weiß; das ganze Thier nahm einen albinotischen Charakter an, wurde farblos, weißlich, schien sogar durchsichtig. Ein solches Thier war immer ausnahmslos heller als jede soeben aus dem Meere genommene Auster und unterschied

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

sich von ihr bedeutend, denn im Meere bei normalen Bedingungen kommt bei den Austern ein so vollständiges Schwinden des Pigmentes nicht vor. Aber auch diese Erscheinung eines künstlichen Albinismus hängt nicht vom Vorhandensein oder Fehlen des Lichtes ab; farblose Austern traf ich sowohl im dunkeln als auch im hellen Aquarium. Eher ist das eine pathologische Erscheinung, welche vielleicht mit der Atrophie der Gewebe zusammenhängt. Atrophische Erscheinungen konnte ich überhaupt bei in Aquarien gehaltenen Austern in Form von Schrumpfung und Volumenabnahme, Atrophie der am Mantelrande sitzenden Fühlerfäden beobachten, wobei bei den albinotischen Austern gleichfalls gewöhnlich eine Atrophie der Fühler zu beobachten war.

So konnte ich also bei Austern, bei welchen die rechte Schale abgebrochen war, zwar manches Mal eine Pigmentirung der inneren (jetzt nach außen gerichteten) Oberfläche des Mantels über den Rand hinaus konstatiren; diese Pigmentirung hing aber nicht vom Einflusse des Lichtes ab und ging eben so gut in der Finsternis als im Lichte vor sich. Das Licht hat keinen Einfluss auf die Pigmentablagerung bei den Austern.

3.

Weitere Experimente derselben Art wurden von mir an Miesmuscheln (Mytilus) ausgeführt. Auch diese behandelte ich wie die Austern, d. h. ich brach ihnen einen Theil der Schale ab. Aber in Folge der Organisationsverhältnisse von Mytilus wurde diese Operation von größeren Verletzungen des Thieres begleitet, als bei den Austern. In Folge der stark entwickelten Epicuticula, welche die Schale mit dem Mantelrande verbindet, wurde beim Abbrechen eines Schalenrandes (mit einer Zange) auch der Mantelrand verletzt. Obgleich ich beim weiteren Abbrechen der Schale versuchte, vorsichtig mit einem Skalpell den Mantel von der Schale zu lösen, so misslang mir dies doch gewöhnlich, der Mantel wurde mehr oder weniger zerrissen, und am häufigsten riss der Mantelrand an der ganzen Ausdehnung des abgebrochenen Schalenrandes ab. Um die Schale auch nur auf eine einigermaßen größere Fläche abzubrechen, musste unumgänglich auch der hintere Schließmuskel mehr oder weniger verletzt werden. So hatten denn alle dem Experimente ausgesetzten Miesmuscheln einen mehr oder weniger stark verletzten Mantel (an einer Körperhälfte) und hinteren Schließmuskel. Das Experiment wurde dadurch aber nicht behindert: die so verletzten Mytilus lebten noch

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

viele Wochen sehr gut und zeigten sonst keine Unterschiede von normalen. Überhaupt bietet Mytilus, Dank seiner Lebenszähigkeit, ein gutes Objekt für physiologische Untersuchungen.

Wenn, nach dem Abbrechen der Schale, der Mantelrand auf eine größere oder geringere Entfernung hin abgerissen war, so zog sich der übrig gebliebene Theil des Mantels ein wenig zurück, oder häufiger bog sich der freie (verletzte) Theil nach außen und rollte sich in eine Röhre zusammen. Die Außenseite dieser Röhre (d. h. die innere Fläche des Mantels) pigmentirte sich dabei manches Mal ein wenig, wurde gelb, und der Mantel nahm an dieser Stelle eine Farbe an, wie wir sie bei einem angebissenen und an der Luft gelb gewordenen Apfel sehen. Auch in diesem Falle hing die Pigmentablagerung der entblößten Mantelfalte von der Beleuchtung nicht ab. Eine Ablagerung einer Perlmutterschicht an der Außenfläche des Mantels, wie wir es bei den Austern sahen, kam bei Mytilus nicht vor. Überhaupt wurde ein Versuch der Schale zu regeneriren bei so behandelten Mytilus nur in geringem Maße beobachtet und fand seinen Ausdruck nur in der Bildung einer braunen häutigen Membran, welche von dem abgebrochenen Rande der Schale ausging und sich an seiner Innenfläche befestigte. Eine solche Membran zog sich mehr oder weniger weit längs dem abgebrochenen Rande der Schale hin, ohne aber größere Breite zu erreichen. In dem Falle, wenn an der Seite der abgebrochenen Schale der Mantelrand heil geblieben war, zog sich die Haut zwischen dem letzten und dem Schalenrande hin, und man kann sie als eine verstärkte Epicuticulabildung auffassen. Doch vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob sich eine solche Haut nicht auch durch die Thätigkeit des Mantels nach Entfernung des Randes, nämlich durch den Rand des abgerissenen Mantels bilden konnte: anfangs richtete ich geringe Aufmerksamkeit auf diese Frage; nachher, als sie mich interessirte, hatte ich nicht genug Material zu ihrer Lösung. Der Mantel, welcher der unverletzten Schalenhälfte anlag, behielt vollständig seine ursprüngliche Lage und Beziehung zur Schale bei.

Einige Theile der Körperfläche bei Mytilus sind intensiv pigmentirt, wobei die Vertheilung und der Grad der Pigmentirung bei den Miesmuscheln viel beständiger ist als bei den Austern. Der Mantelrand ist jederseits an seinem hinteren Drittel stark pigmentirt, wird zur Mitte hin heller und am Vorderende ganz farblos. Am hinteren Körperende verbinden sich die beiden Mantelfalten mit einander, und in dem Winkel ihrer Verbindung ist zwischen ihnen eine

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

dünne Haut gespannt, welche von ihrer Außenseite (welche der Außenwelt zugewendet ist) pigmentirt ist, während sie von der Innenseite pigmentfrei ist. Auch der dünne Körperstreifen auf der Rückenfläche über dem Perikardium, über dem Anus und der Vereinigungsstelle beider Mantelfalten ist stark pigmentirt; dieser pigmentirte Hautstreifen wird entblößt und von Wasser umspült, wenn die Schale am hinteren Ende klafft.

Der Fuß ist gleichfalls pigmentirt, aber nicht auf seiner ganzen Oberfläche: nur der vordere Theil desselben, der sich aus der Schale hervorstrecken kann, ist pigmentirt; der hintere Theil, welcher immer in der Schale bleibt, ist farblos, und die Grenze zwischen der pigmentirten und nicht pigmentirten Hälfte ist eine ziemlich scharfe. In großer Menge ist gleichfalls Pigment in den Kiemen abgelagert; aber in Folge der Dünnheit ihrer Wände sind sie nicht so grell gefärbt, wie die dicken Ränder des Mantels. Endlich ist dasselbe Pigment, welches den Mantel und die Kiemen färbt, in geringer Quantität auch im Epithelium des Darmes, wenigstens im vorderen Theile desselben, abgelagert.

Über den histologischen Charakter der genannten Organe und des in ihnen abgelagerten Pigmentes werde ich nicht sprechen, da meine Beobachtungen in dieser Hinsicht noch nicht beendigt sind. Ich will nur erwähnen, dass das Pigment auf den mikroskopischen Präparaten das Aussehen von gold-gelben Körnern und Körperchen verschiedener Größe hat und sich weder im Alkohol, noch in den, in der histologischen Technik angewandten Säuren löst. Im Mantelrande bilden die Pigmentkörner dichte Anhäufungen in den distalen Theilen der cylindrischen Epithelzellen, dann findet man sie in Form gröberer Konkremente zwischen den Epithelzellen, wahrscheinlich in Wanderzellen eingeschlossen, darauf auch im Bindegewebe unter der Epidermis zerstreut. In den Kiemen sind gleichfalls die Zellen des Kiemenepithels pigmentirt; außerdem findet man daselbst eine große Anzahl umfangreicher Leukocyten, welche mit Pigmentkörnern überladen erscheinen.

Wie erwähnt hat dieses Pigment unterm Mikroskope eine gelbe Farbe; bei Aufbewahrung in Alkohol nimmt auch der Mantelrand eine braungelbe Färbung an. Bei den lebenden neapolitanischen Miesmuscheln aber sind alle farbigen Theile der Haut dunkel violettbraun, stellenweise fast in schwarz übergehend, aber immer eine violette Nuancirung beibehaltend und mit starkem Metallglanze. Diese »Oberflächenfarbe« scheint nicht nur mit dem Pigmente allein, son-

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

dern auch mit irgend welchen Eigenschaften der lebenden Zellen selbst in Verbindung zu stehen. Dieses kann man daraus ersehen, dass man manches Mal Miesmuscheln mit gelblichen Kiemen, ohne jeden violetten Ton antrifft, und doch erweisen sich diese Kiemen mit Pigment überladen. Folglich hängt der violette Ton und der Metallglanz nicht vom Pigment selbst ab.

Bei meinen Experimenten konnte ich manches Mal bemerken, dass die Miesmuscheln mit abgebrochener Schale sehr schnell ihre Farbe verloren: am nächsten Tage nach der Operation verloren sie dann ihre violette Färbung und ihren metallischen Schimmer und erschienen viel bleicher, von gelber oder hellbrauner Färbung. Ähnliche schnelle Veränderungen der Färbung konnte ich auch manches Mal nach Einspritzung von Karminpulver in den Mantel oder Fuß beobachten, und zwar sehr bald, etwa am nächsten Tage. Schnitte durch den Mantelrand zeigten aber bei solchen Exemplaren keine bemerkenswerthe Pigmentabnahme, und folglich musste diese augenfällige Veränderung in der Färbung nicht vom Pigmente, sondern von irgend welchen Veränderungen in den Geweben selbst herrühren: wirklich wies das schnelle Hellerwerden auf einen sehr krankhaften Zustand hin, welcher augenscheinlich durch die Verletzung hervorgerufen worden war: solche Miesmuscheln starben nach ein oder zwei Tagen. Solche schnelle Veränderungen in der Färbung konnten sowohl am Lichte als auch in der Finsternis vor sich gehen. Diejenigen Miesmuscheln, welche die Operation gut überstanden — und die meisten thaten das — behielten ihre normale Färbung bei, und wenn sie im Aquarium gut weiter lebten, so blieb ihre Färbung eben so kräftig und intensiv, wie in der Natur. Ein schnelles Schwinden der normalen Färbung konnte bei den sterbenden Miesmuscheln nicht nur im Mantel, sondern auch im Fuße beobachtet werden, wobei der Mantel manches Mal eine normale Nuancirung beibehielt, während der Fuß bleicher wurde.

Bekanntlich kommen unter den Miesmuscheln, welche in Massen als Nahrungsmittel verwendet werden, manchmal giftige Exemplare vor, deren Genuss Erkrankung und sogar den Tod zur Folge hat. Virchow, welcher die Vergiftungsfälle durch Miesmuscheln in Kiel untersuchte, fand, dass die ihm als giftig zugesandten Miesmuscheln, und von deren Giftigkeit er sich durch Versuche überzeugen konnte, sich durch große Bleichheit der Färbung auszeichneten. Virchow stellt dieses Merkmal in Verbindung mit der Giftigkeit und hält es für eine Atrophieerscheinung. — R. Virchow, Über die Vergiftungen durch Miesmuscheln in Wilhelmshaven. Berliner klin. Wochenschr. 1885 Nr. 8.

Nachdem ich so bei einigen Dutzend Miesmuscheln eine Schale

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

abgebrochen hatte, so dass ihr Mantel und ihre Kiemen auf eine bedeutende Fläche entblößt und allen äußeren Einflüssen ausgesetzt waren, theilte ich sie in zwei Gruppen und hielt die eine Gruppe in der Finsternis, die andere bei hellem Tageslichte. Auch bei diesen Experimenten sah ich, wie bei den Austern, keine Spur einer Einwirkung des Lichtes auf die Pigmentirung des Thieres. Eine vielwöchentliche helle Beleuchtung rief eben so wenig eine stärkere Pigmentablagerung hervor, wie ein vielwöchentlicher Aufenthalt in der Finsternis eine Verminderung desselben. (Ich hielt erwachsene und kleine Mytilus mit unverletzter Schale vier Monate lang in einem dunklen Aquarium, und sie bewahrten bis zuletzt ihre normale Pigmentirung.) Die Miesmuscheln, welche ein gesundes Aussehen hatten, erschienen stark pigmentirt mit einem fast schwarzen, violett-braunen hinteren Mantel- und Kiemenrande, welcher mit Pigment überladen war, einerlei ob sie im Dunkeln oder bei hellster Beleuchtung lebten. Unter der Einwirkung des Lichtes sah man weder eine stärkere Pigmentirung der normal pigmentirten Fläche, noch ein Auftreten von Pigment in jenen Theilen, z. B. des Mantels, welche normal unpigmentirt sind. Nur am abgeschnittenen Rande des Mantels, welcher sich umgebogen hatte und in Genesung stand, bemerkte man eine leichte gelbe Färbung, ein Auftreten von Pigment dort, wo es früher fehlte; doch dieses geschah eben so in der Finsternis, wie am Lichte.

Ich machte noch ein folgendes Experiment. Wie erwähnt, vereinigen sich am hinteren Ende beide Mantelfalten mit einander und im Winkel zwischen ihnen ist eine dünne dreieckige Haut gespannt. Die äußere Seite dieser Haut ist stark pigmentirt, die innere ist gänzlich pigmentfrei. Nachdem ich die Schale abgebrochen und den hinteren Schließmuskel durchschnitten hatte, schnitt ich von einer Seite den Mantelrand an, bog ihn um und befestigte ihn auf eine Korkscheibe so, dass auch das genannte Häutchen mit der Innenseite nach außen gerichtet war, und folglich, im Gegensatz zu den gewöhnlichen Verhältnissen, dem hellen Lichte ausgesetzt wurde. In einer solchen Lage blieb das Thier sechs Tage lang, doch konnte man kein Dunkelwerden, keine Pigmentirung auf der inneren (beleuchteten) Seite der Zwischenhaut bemerken.

Gegen das letzte Experiment könnte man erwidern, dass die Zeit zu demselben zu kurz gemessen war (obgleich ein entsprechendes Experiment an der Haut eines Menschen der weißen Rasse ausgeführt, eine Pigmentirung derselben in noch kürzerer Zeit hervorrufen würde), jedenfalls aber überzeugten mich alle meine verschiedenartig kom-

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

binirten Experimente davon, dass auch bei Mytilus das Licht auf die Bildung und Ablagerung des Pigmentes keinen Einfluss hat. Eine verstärkte Beleuchtung ruft keine starke Pigmentablagerung hervor, eben so wenig wie ein Fehlen des Lichtes eine Abnahme des Pigmentes bewirkt. Die Bildung und Ablagerung von Pigment im Organismus der Austern und Miesmuscheln geschieht ohne jede Mitwirkung des Lichtes und wird durch irgend welche andere Ursachen regulirt. Die Beobachtungen und Schlüsse Schiedt's erwiesen sich als falsch und zur Lösung der Frage über die Möglichkeit einer heliotropischen Reizbarkeit der Leukocyten im Verein mit ihrem Pigment-Einschleppungsvermögen erwiesen sich die von mir gewählten Objekte als ungeeignet: wenn auch bei den Miesmuscheln die Leukocyten vielleicht das Pigment in die Epidermis ablagern, so reagiren sie jedenfalls dabei nicht auf das Licht.

4.

Nichtsdestoweniger schien mir eine vollständige Unabhängigkeit der Pigmentirung von Mytilus von den äußeren Einflüssen sehr unwahrscheinlich. Gerade bei Mytilus fällt eine große Regelmäßigkeit und Beständigkeit in der Vertheilung des Pigments in die Augen, sowie ihre Abhängigkeit vom Bau der Schale und der Lebensweise des Thieres. Die Miesmuschel ist immer mit ihrem vorderen, schmalen Ende dem Gegenstande, an welchen sie mit dem Byssus befestigt ist, mit ihrem hinteren, breiten Ende dem Lichte und dem Meere zugewandt. Wenn die Miesmuscheln, wie gewöhnlich, haufenweise, zu Dutzenden sich an irgend einen unterseeischen Gegenstand befestigen, so sind sie alle mit ihrem schmalen Vorderende zur Oberfläche des Gegenstandes gewendet, mit ihrem hinteren Ende aber nach außen; ihre Vorderenden sind dicht an einander gedrängt, die hinteren Enden stehen aus einander. Wenn das Thier seine Schale öffnet, so klafft sie hinten am weitesten, wo auch der Mantelrand hinausragt; zum Vorderende zu wird der Spalt immer enger. So ist hauptsächlich das hintere Ende des Thieres allen äußeren Einflüssen ausgesetzt. Das Licht, welches durch die enge Spalte der Schale dringt, muss vor Allem das hintere Körperende beleuchten, die hintere Hälfte des Mantelrandes, welche nach außen ragt, den hinteren Theil der Kiemen und der Rückenfläche des Thieres, welche zwischen den Schalenhälften entblößt wird. Darum schien es mir auch anfänglich, dass bei Mytilus gerade die Theile des Körpers pigmentirt sind, welche in natürlichen Lebensbedingungen dem Einflusse des Lichtes

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

am meisten ausgesetzt sind: da ja auch beim Fuße gleichfalls nur der Theil pigmentirt ist, welcher sich aus der Schale hervorstreckt. Bei der Auster schien der Charakter ihrer Pigmentirung nicht in einer so großen Übereinstimmung mit den natürlichen Beleuchtungsbedingungen des Körpers zu stehen, wie bei den Miesmuscheln.

Doch zeigten die Experimente an Thieren, welche eines Theiles der Schale beraubt waren, und deren Körper folglich in vollständig außergewöhnlichen, unnatürlichen Beleuchtungsbedingungen sich befand, so wie auch das Verhalten der Thiere im Finstern, dass die Pigmentirung unabhängig vom Einflusse des Lichtes ist. Darauf kam ich auf einen anderen Gedanken: die am stärksten pigmentirten Körpertheile von Mytilus sind diejenigen, welche von der Schale am wenigsten beschützt werden und dem Einflusse der äußeren Umgebung am meisten ausgesetzt sind. Diese Theile sind am intensivsten beleuchtet, das ist freilich wahr; aber sie werden zu gleicher Zeit am stärksten vom Wasser bespült, bekommen frischeres Seewasser, als die tief in der Schale verborgenen Körpertheile. Die Nahrungsaufnahme von Mytilus, wie auch der anderen Lamellibranchiaten, geschieht, wie bekannt, vollständig passiv: das Thier öffnet die Schale, so dass das Wasser, welches die Höhle der Schale ausfüllt, mit dem Außenwasser kommunicirt. Die Bewegung der Wimpern des Wimperepithels des Mantelrandes und der Kiemen ruft dabei einen ununterbrochenen Wasserstrom hervor vom hinteren Körpertheile nach vorn, zur Mundöffnung, wobei ein Theil des Wassers in den Darm tritt. Durch die Bewegung des Wimperepithels wird das in der Schale befindliche Wasser immer erneuert. Die Spalte zwischen den Schalenhälften ist am Vorderende viel schmäler als am hinteren Ende, und wird noch dabei am vorderen Ende durch die sich an einander legenden Mantelränder geschlossen, wobei noch, wenn die Thiere gruppenweise bei einander sitzen, ihre Vorderenden einander dicht genähert sind; der beständige Zustrom von Wasser geschieht daher vom hinteren Ende der Schale, wo durch eine breite Spalte die Mantelränder nach außen ragen. So stehen der hintere Theil des Mantelrandes und die hinteren Enden der Kiemen im besseren Verhältnisse zum Zutritt des frischen Meerwassers, als der übrige Theil der Körperoberfläche.

Wenn wirklich diese Ursache auf die Pigmentirung des Körpers wirken sollte, so müsste, wenn es uns gelingen sollte, das Thier in umgekehrte Verhältnisse zum Zutritt des frischen Wassers zu bringen und dem vorderen Theile des Körpers einen Vortheil in Bezug des

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

Zutrittes von frischem Wasser vor dem hinteren Theile zu geben, die Ablagerung des Pigmentes am Vorderende vor sich gehen, welches nun am meisten vom Wasser bespült wird, z. B. am vorderen Theile des Mantelrandes.

Zu diesem Zwecke machte ich folgendes Experiment. Nachdem ich eine Miesmuschel aus dem Wasser genommen hatte, wobei das Thier seine Schale sehr fest zuklappte, brach ich mit einer Zange den Rand einer Schalenhälfte am Vorderende ab, so dass sich hier eine schmale Spalte bildete, welche dem Wasser Zutritt bot. Ich umwickelte und verband darauf die Schale fest mit einem Faden, so dass das Thier die Schale nicht wieder öffnen konnte. Darauf steckte ich das Thier mit dem hinteren Ende bis zur Hälfte in Wachs und befestigte dasselbe sorgfältig in der gemachten Grube, indem ich nach Möglichkeit die Ränder der Grube ausglich und verklebte und sie an die Wände der Schale anheftete. In ein großes Stück Wachs, wie es von den Skulptoren gebraucht wird, steckte ich ungefähr 20 Miesmuscheln und ließ es auf den Grund des Aquariums sinken. So steckte ein jedes Thier mit seinem hinteren Ende tief im Wachs und konnte seine Schale gar nicht öffnen. Am vorderen Ende aber war der Rand der Schale abgebrochen und gewährte dem frischen Wasser freien Zutritt; wenn folglich auch die Bewegung des Wimperepithels auf dem Mantel und den Kiemen — wie es auch gewiss in Wirklichkeit war — von hinten nach vorn vor sich ging, so traf das frische Seewasser dennoch zuerst den vorderen Theil des Mantels und ging dann erst zum hinteren Theil über.

Diese Experimente begann ich im März 1896; das erste Mal nahm ich ungefähr 20 Miesmuscheln und steckte sie, wie beschrieben, in das Wachs. Einigen gelang es den Fuß aus der Schale zu befreien und aus dem Wachs hinauszukommen: ich fand sie, als ich am Morgen auf die Station kam, auf dem Boden des Aquariums; doch da sie fest umbunden waren, konnten sie die Schale nicht öffnen, und ich befestigte sie von Neuem. In den ersten Tagen schon starben einige Thiere. Das Experiment dauerte drei Wochen, und in dieser Zeit starb ungefähr der dritte Theil der Thiere. Nach dieser Zeit wurden alle am Leben gebliebenen Thiere herausgenommen und untersucht, wobei eine Schalenhälfte entfernt wurde. Das Experiment ergab das erwartete Resultat: bei allen Exemplaren hatte sich der vordere Mantelrand leicht pigmentirt und eine gelbliche Färbung statt seines normalen farblosen, weißlichen Aussehens,

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

angenommen. Bei einem Exemplare nahm dabei der ganze vordere Mantelrand eine stark violette Nuance an.

Für ein zweites Experiment nahm ich 40 Miesmuscheln, brach einen Theil der Schale ab und verband sie wie oben beschrieben; doch nur einen Theil derselben steckte ich mit dem hinteren Ende in Wachs, die übrigen ließ ich einfach auf dem Boden des Aquariums liegen. Das Experiment begann am 24.—25. April. Bis zum 19. Mai (in mehr als drei Wochen) starben 19 Stück. Von den übrigen wurden zehn genommen und untersucht. Sie wiesen folgende Veränderungen auf. Der Mantelrand bei Mytilus, welcher von Rawitz ausführlich beschrieben worden war, besteht aus zwei Falten, einer äußeren und einer inneren, welche durch eine Furche getrennt sind. Die Innenfalte bildet am hinteren Ende des Mantels fingerförmige Auswüchse, welche dem Mantelrande an dieser Stelle ein gefranstes Aussehen geben: diese Auswüchse sind stark pigmentirt, und von ihnen hängt hauptsächlich die dunkel violett-braune Färbung des hinteren Endes vom Mantel ab. Am vorderen Theile des Mantelrandes sind beide Falten nicht so scharf ausgeprägt und die Innenfalte hat hier keine Auswüchse: höchstens ist sie stellenweise leicht gezähnt.

Was vor Allem bei den Miesmuscheln auffiel, welche drei Wochen gebunden mit einerseits abgebrochenem vorderen Schalenrande lagen, waren charakteristische Veränderungen in der Form des vorderen Mantelrandes, auf der Seite der abgebrochenen Schale; die Innenfalte hatte stark an Umfang zugenommen, war höher geworden, trat mehr hervor, und an ihrem Rande bildeten sich Falten und Auswüchse, denen ähnlich, welche an der Innenfalte des hinteren Mantelrandes sich befinden. Natürlich waren dieser Auswüchse oder Zähne nicht so viele wie am hinteren Rande, und ergaben sie keine so stark ausgeschnittenen, fransenförmigen Kontouren, nichtsdestoweniger aber wiederholten sie im Allgemeinen den Charakter der genannten Auswüchse des hinteren Endes des Mantelrandes.

So ist die Innenfalte des vorderen Endes des Mantelrandes durch das Experiment fransig geworden, wie sie sonst nie in natürlichen Verhältnissen ist. Als die Thätigkeit des hinteren Mantelrandes unterbrochen war, und die Aufgabe des letzteren künstlich auf den Vorderrand übertragen wurde, entwickelten sich in diesem Struktureigenthümlichkeiten, welche der hinteren Mantelhälfte eigenthümlich sind. Ich erhielt jene sonderbare Erscheinung, welcher Loeb (3) den Namen Heteromorphose beigelegt hat: eine Bildung eines gewissen Organs

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

auf einer ungewöhnlichen Stelle des Organismus, hervorgerufen durch veränderte äußere Einflüsse. Freilich haben wir in diesem Falle weder eine Regeneration noch eine Neubildung eines Organs vor uns; dennoch stellt der Umstand, dass der Vorderrand des Mantels bei Mytilus, wenn er in Existenzbedingungen versetzt wird, welche normal dem hinteren Rande eigenthümlich sind, auch die morphologischen Eigenthümlichkeiten des letzten anzunehmen bestrebt ist, einen typischen Fall von Heteromorphose dar.

Was die Pigmentirung des Mantelrandes betrifft, so erschien bei allen untersuchten Exemplaren derselbe mehr oder weniger pigmentirt, bekam eine bräunliche Färbung oder einen violetten Schimmer. Bei einem oder zwei Exemplaren war die Pigmentirung nicht bedeutender als die, welche man bisweilen auch in der Natur findet. Bei allen übrigen aber war der Vorderrand bedeutend stärker pigmentirt als in natürlichen Bedingungen.

Besonders lehrreich waren die Fälle, wenn zwischen dem wie gewöhnlich pigmentirten hinteren Ende des Mantels und dem sich neu pigmentirenden vorderen Rande ein hellerer Zwischenraum blieb. Wie oben erwähnt, wird die dunkle Pigmentirung des Mantelrandes allmählich nach vorn zu schwächer, wird in der Mitte des Mantels heller und verschwindet ganz in der vorderen Hälfte. Auf einigen Exemplaren meines Experimentes konnte man sehen, wie die Pigmentirung der hinteren Hälfte des Mantelrandes nach vorn zu allmählich schwächer wurde, und dieses Schwächerwerden schritt regelmäßig bis zu jener Stelle vor, wo der vordere Rand der Schale abgebrochen war. Von dieser Stelle an befand sich der Mantelrand in veränderten Lebensbedingungen, welche in ihm eine Heteromorphose und eine Ablagerung von Pigment hervorriefen — hier wurde die Pigmentirung des Mantelrandes wieder stärker, um von Neuem zum Vorderende hin allmählich abzunehmen. Längs dem Mantelrande hatten sich so zwei Stellen, zwei Centren verstärkter Pigmentablagerung gebildet; das eine ursprüngliche, natürliche, alte Centrum — am hinteren Ende des Mantelrandes, — das andere künstliche, neue, am hinteren Ende jener Stelle des vorderen Mantelrandes, welche von der Schale entblößt worden war und nun frei vom Wasser bespült dalag. Zwischen diesen zwei pigmentirten Streifen (von welchen der hintere, natürliche, selbstverständlich viel intensiver als der vordere, künstliche, war) blieb ein heller Zwischenraum, welcher weniger Pigment enthielt; so erhielt ich eine solche Pigmentvertheilung im Mantelrande, wie sie nie in der Natur vorkommt und augen-

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

scheinlich durch die Bedingungen des Experimentes hervorgerufen wurde.

Irgend welche bemerkbare, in die Augen fallenden, Veränderungen in Betreff der Pigmentirung der Kiemen konnte ich nicht finden. Gleichfalls pigmentirte sich im Mantel in seinem entblößten vorderen Theile nur der Rand; der Mantel pigmentirte sich nicht über den Rand hinaus.

Die Heteromorphose und Pigmentirung des vorderen Mantelrandes ging sowohl bei den mit dem hinteren Ende in Wachs gesteckten Miesmuscheln, als auch bei denjenigen, bei welchen die Schale einfach fest umbunden war, vor sich; im ersten Falle entwickelte sich die Pigmentirung doch stärker.

Einige Miesmuscheln dieses Experimentes lebten bei mir bis zum 1. Juni, folglich über einen Monat; doch war weder die Heteromorphose, noch die Pigmentirung des Mantels bei ihnen stärker als bei den Miesmuscheln entwickelt, welche ich nach drei Wochen untersuchte. Diese Veränderungen gingen eben in der ersten Zeit der veränderten Lebensbedingungen vor sich, ihre weitere Entwicklung verlangsamt sich.

Der hintere Mantelrand blieb bei diesen Experimenten in demselben Grade pigmentirt, wie vor dem Beginne derselben.

Durch dieses Experiment gelang es mir bei Mytilus im vorderen unpigmentirten Ende des Mantelrandes eine ziemlich reiche Pigmentablagerung hervorzurufen. Freilich blieb der vordere Rand dennoch sehr bleich, mit dem hinteren Rande verglichen; es wäre auch schwer es anders zu erwarten; die Pigmentirung des Mantels von Mytilus entwickelt sich allmählich, und das Pigment häuft sich in langen Perioden an. In drei Wochen eine eben so starke Pigmentirung des vorderen Mantelrandes zu bekommen, wäre dasselbe, wie zu glauben, dass ein Europäer durch Sonnengluth in einen Neger verwandelt werden könnte. Immerhin gelang mir das, was ich wollte und was ich voraussetzte: eine Ablagerung von Pigment im vorderen Rande des Mantels durch äußere Einflüsse hervorzurufen, und zwar durch frische Wasserzufuhr nicht zum hinteren, sondern zum vorderen Körperende.

Darauf gelang es mir die Experimente abzuändern und dieselben Resultate zu erzielen. Ich bemerkte, wenn ich beim Abbrechen der Schale den Mantel einriss, so dass die hintere Hälfte des Mantelrandes von der vorderen getrennt war, dass der vordere Abschnitt sich verhältnismäßig stark pigmentirte und immer stärker gefärbt

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

erschien, als der entsprechende Theil des vorderen Randes der anderen, unverletzten Seite. Darauf machte ich mit Vorbedacht einige Experimente in dieser Richtung. Ich brach die Schale im vorderen Theile derselben ab und trennte durch einen tiefen Schnitt das vordere, nicht pigmentirte Ende des Mantelrandes vom hinteren Ende; oder ich brach die Schale am hinteren Ende ab und machte auch hier einen tiefen Einschnitt; manches Mal entfernte ich sogar den hinteren Theil des Mantelrandes (der einen Seite) vollkommen und ließ nur den vorderen, unpigmentirten Theil übrig. Einige Mal verband ich nach dieser Operation die Schale mit einem Faden, vor Allem den vorderen Theil des Mantels dem Wasserstrome aussetzend; in anderen Fällen ließ ich die Muschel, nachdem ich den Mantelrand angeschnitten hatte, ruhig auf dem Grunde des Aquariums liegen. Bei allen diesen Kombinationen erhielt ich ein und dasselbe Resultat: wenn der Mantelrand von seinem hinteren Ende getrennt ist, vollzieht sich bei ihm eine energischere Pigmentablagerung. Solch ein vorderes Mantelsegment wird nach zwei bis drei Wochen gelb oder bräunlich, und erscheint jedenfalls bedeutend stärker pigmentirt als der entsprechende Theil des vorderen Mantelrandes der anderen Seite, an welcher kein Schnitt vollführt worden war. Oft wird in diesen Fällen die Pigmentirung des vorderen Randes von dem Erscheinen eines violetten Schimmers begleitet; in einem Falle erhielt ich einen vorderen Mantelrand von so tief violetter Schattirung, mit einem so starken metallischen Glanze, dass er sich kaum vom hinteren unterschied; die violett-braune Färbung des hinteren Mantelendes zog sich fast ohne Unterbrechung bis zum vorderen Körperende; in natürlichen Verhältnissen kann man nie etwas dem Ähnliches beobachten.

Der weitere Verlauf meiner Experimente lehrte mich, dass die Durchschneidung des Mantels viel sicherer eine Pigmentirung des vorderen Mantelrandes hervorruft als die Verbindung der Schale und das Abbrechen des vorderen Endes derselben. Bei den letzteren Experimenten konnte ich manches Mal eine stark ausgeprägte Heteromorphose des vorderen Randes beobachten — ein Wachsthum der Innenfalte und Bildung von Auswüchsen — ohne entsprechende Pigmentablagerung: der Vorderrand blieb bleich und farblos. Beim Durchschneiden des Mantels pigmentirte sich der abgetrennte Vorderrand fast immer.

Bei der Ablagerung von Pigment im vorderen Abschnitte des Mantelrandes nach seiner Abtrennung lief der Process gleichfalls vom

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

hinteren Ende desselben beginnend und nach vorn zu schwächer werdend ab; der Process der Pigmentablagerung im abgesonderten vorderen Theile des Mantelrandes geht analog dem Processe vor sich, welcher sich im ganzen Mantelrande abspielt. Dabei erschien das hintere Ende des vorderen Abschnittes des Mantelrandes oft stärker pigmentirt, als das vordere Ende des hinteren Abschnittes, so dass man denselben Wechsel von stärker und schwächer pigmentirten Stellen des Mantelrandes beobachten konnte, wie bei den Experimenten mit vorn abgebrochener und umbundener Schale (mit unbeschädigtem Mantelrande).

Nachdem ich so eine Möglichkeit gefunden hatte, künstlich im Mantelrande von Mytilus eine Pigmentablagerung zu erzielen, wandte ich mich wieder der Frage zu, welchen Antheil bei diesem Processe das Licht haben könnte. Zu diesem Zwecke hielt ich die so operirten Miesmuscheln — d. h. solche mit angeschnittenem Mantelrande und auch mit vorn abgebrochener Schale — parallel, die einen am Lichte, die anderen im Finstern. Außer den Aquarien, welche in meinem Zimmer von Holzkasten bedeckt standen, benutzte ich auch einen auf der Neapolitanischen Station für ähnliche Experimente vorhandenen dunklen Raum. Die Resultate waren die erwarteten: bei der Durchschneidung des Mantels vollzog sich die Pigmentablagerung im vorderen Theile bei tiefer Finsternis eben so schnell und intensiv, wie im Licht. Dieses Experiment bestätigte nur die Resultate früherer Experimente, dass bei Mytilus das Licht gar keinen Einfluss auf die Bildung und Ablagerung des Pigmentes habe.

Welche äußere Ursachen haben nun Einfluss auf die Pigmentbildung und reguliren seine Ablagerung in der Körperoberfläche? Oder hängt vielleicht die Pigmentablagerung gar nicht von äußeren Ursachen ab und wird nur durch innere Processe des Organismus regulirt? Mir scheint es, dass die oben beschriebenen Experimente, was die untersuchte Form, d. h. Mytilus betrifft, eine genügende Antwort auf diese Frage geben. Bei Mytilus sehen wir eine starke Pigmentablagerung in jenen Theilen der Körperoberfläche, welche dem Zuflusse von frischem Wasser am meisten zugänglich sind. Aber da dabei in jedem Falle nicht das Wasser selbst die bewirkende Ursache ist, auch wohl nicht die mechanische Bedeutung seiner Bewegung, aber aller Wahrscheinlichkeit nach die Hauptbedeutung dem im Wasser gelösten Sauerstoffe zuzuschreiben ist, so sind diejenigen Körpertheile am stärksten pigmentirt, welche der direkten Wirkung des Sauerstoffs am meisten ausgesetzt sind und in welchen die Ath-

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

mung der Zellen der Haut und ihre Sauerstoffaufnahme am energischsten vor sich geht. Und da bei Mytilus der Zufluss von frischem Wasser vom hinteren Körperende aus vor sich geht, so erscheint das hintere Ende des Muschelrandes und die hintere Hälfte der Kiemen, welche der Einwirkung des Sauerstoffs am zugänglichsten sind, auch am stärksten pigmentirt. Die Vertheilung des Pigmentes im übrigen Körper widerspricht gleichfalls nicht dieser Erklärung. So ist z. B. der Fuß der Miesmuschel in jenem Theile pigmentirt, welcher aus der Schale hinausgestreckt wird und welcher, verschiedene Bewegungen vollführend, vom Wasser reichlich umspült werden kann; derjenige Theil aber, welcher beständig in der Schale bleibt, ist nicht pigmentirt, und die Grenze zwischen diesen beiden Theilen ist ziemlich scharf. Dieser Unterschied muss sich allmählich entwickeln, da bei den ganz kleinen Mytilus, wenn sie nach der Metamorphose der Larve ein oder einige Millimeter groß sind, der Fuß noch gar nicht pigmentirt ist, und auch der ganze Organismus fast kein Pigment enthält. Die Bildung und Ablagerung des Pigmentes geschieht allmählich mit dem Wachsthum zunehmend, und z. B. im Fuße an jener Stelle seiner Oberfläche, welche dem Einfluss des frischen Wassers (des Sauerstoffs) am meisten ausgesetzt ist, d. h. in jenem Theile, welcher sich aus der Schale hervorstreckt. Eben so wenig widerspricht dieser Erklärung der Umstand, dass im Epithel des Darmes eine Ablagerung von demselben Pigmente, wie im Mantelrande vor sich geht, wenn auch in viel geringerer Menge; das in den Darm tretende Wasser enthält natürlich noch Sauerstoff, wenn auch in geringerer Menge, aber jedenfalls genug, um eine Pigmentablagerung hervorzurufen.

Man könnte sagen, dass in jenen Experimenten, wenn die Funktion des hinteren Mantelrandes unterbrochen oder erschwert ist, wie bei den Experimenten mit dem Umbinden der Schale oder dem Anschneiden des Mantels, dass in diesen Fällen eine Art Regeneration des hinteren Mantelrandes auf Kosten des vorderen vor sich geht, und dass die Pigmentirung diese Regeneration begleitet. Aber wohl schwerlich wäre diese Erklärung richtig. Wenn die Schale fest umbunden ist und der vordere Rand einer Schale abgebrochen ist, dann beginnt wirklich der vordere Mantelrand den Charakter des hinteren Randes anzunehmen; es vollzieht sich ein Auswachsen der inneren Falte, eine Bildung von Einbuchtungen und Auswüchsen auf derselben, das was ich oben als Heteromorphose bezeichnete. Eine solche Heteromorphose aber kann auch manches Mal nicht von Pig-

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

mentablagerung begleitet sein. Im Gegentheil, wenn der vordere Abschnitt des Mantelrandes durch einen tiefen Schnitt von dem hinteren getrennt ist, und der letzte sogar manches Mal ganz entfernt ist, die Schale aber nicht verbunden ist und das Thier frei seine Schale öffnen und schließen kann, dann geht die beschriebene Heteromorphose im vorderen Mantelsegmente nicht vor sich, nach der Heilung der Wunde nimmt er die Form des hinteren Randabschnittes nicht an — überhaupt geschieht nichts, was man als eine Regeneration des hinteren Theiles des Mantelrandes an seinem vorderen, abgetrennten Abschnitte, auffassen könnte. Nichtsdestoweniger ist die Pigmentablagerung eine sehr bedeutende. Folglich kann man manches Mal eine Heteromorphose ohne Pigmentablagerung und viel häufiger eine Pigmentablagerung ohne alle Struktur- und Formveränderungen des Mantelrandes beobachten; so haben wir gar keinen Grund, die Pigmentablagerung einem Regenerationsprocesse zuzuschreiben, der im Mantel vor sich geht; eine solche Regeneration kommt hier nicht vor.

Ich stelle mir die Processe, welche im Mantel vor sich gehen, folgendermaßen vor. Bei Mytilus zieht sich nach Sabatier dem Mantelrande entlang ein venöser Blutsinus, welcher das Blut aus dem Mantel sammelt. Bei anderen Lamellibranchiaten, z. B. bei Anodonta (siehe Vogt und Yung), zieht sich längs dem Mantelrande ein Blutgefäß, welches aus der hinteren Aorta entspringt. Bei Mytilus ist, nach Sabatier, keine hintere Aorta vorhanden und der Mantel bekommt sein arterielles Blut aus den großen Gefäßen der vorderen Aorta. Wie dem auch sei, dem freien Mantelrande entlang zieht sich ein großes Blutgefäß oder ein Sinus; zu gleicher Zeit wird der hintere Mantelrand von einem frischen Wasserstrome bespült, wobei die Bewegung der Wimpern des Wimperepithels am Mantelrande den Wasserstrom zum vorderen Körperende zu treibt. Wenn das Blut irgend welche Stoffe enthält, welche man Pigmentbildner nennen könnte und welche Pigment unter Einfluss von Sauerstoff bilden, so wird das Blut im hinteren Theile des Blutgefäßes des Mantelrandes in vortheilhafterer Lage zur Sauerstoffzufuhr (zum frischen Wasser) sein, als im vorderen, und folglich wird sich auch hier mehr Pigment ablagern, als am vorderen Ende des Mantels. Wenn jedoch die vorn abgebrochene Schale fest umbunden ist, und besonders wenn, wie bei meinen Experimenten, der hintere Theil der Schale in Wachs steckt und vom Zufluss frischen Wassers ausgeschlossen ist, so wird das Blut im Randgefäße sich mit dem sauerstoffhaltigen Wasser nur in

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

der vorderen Hälfte des Mantelrandes begegnen, von der Stelle beginnend, wo die Schale beschädigt ist, und folglich wird hier auch die Pigmentablagerung beginnen — wie ich es ja auch bei meinen Versuchen sah.

In jenen Fällen, wenn ein tiefer Einschnitt in den Mantelrand gemacht wurde, war das Blut, welches sich in der vorderen Hälfte des Randgefäßes, wahrscheinlich direkt aus den Geweben des Mantels ansammelte, noch nicht der Einwirkung des Sauerstoffs ausgesetzt gewesen und hatte folglich seine pigmentbildenden Stoffe nicht verloren; in diesen Fällen begann am Vorderrande unverzüglich eine Pigmentablagerung. Das Blut, welches in normalen Bedingungen schon in dem hinteren Theile des Randgefäßes vom Sauerstoff beeinflusst wurde, würde jetzt mit dem sauerstoffhaltigen Wasser nur im vorderen Theile des Randgefäßes zusammentreffen, wohin es direkt aus den Geweben des Mantels gelangte; die Pigmentablagerung beginnt dabei vom hinteren Ende des vorderen Mantelabschnittes, d. h. von jener Stelle, wo der Blutstrom zuerst mit dem Strome des Meerwassers zusammenstößt.

Eine ähnliche Erklärung ist auch für die Pigmentirung der Kiemen zulässig. Das hintere Ende der Kiemen wird vom frischen Wasser früher, als das vordere Ende, bespült, und ist desswegen besonders stark pigmentirt; längs dem freien Rande jeder Kieme zieht sich eine Furche, in welcher die Wimpern des Wimperepithels einen ununterbrochenen Strom erzeugen: die Wände dieser Furche sind besonders stark pigmentirt.

Zu Gunsten meiner Erklärung spricht, wie ich glaube, das unlängst bewiesene Vorhandensein eines besonderen oxydirenden Fermentes im Blute der Lamellibranchiaten. Piéri und Portier fanden, dass das Blut und das Gewebe der Kiemen und Lippentaster bei verschiedenen Lamellibranchiaten (Artemis exoleta, Mya arenaria, Tapes pullastra, Ostrea edulis, Pecten jacobaeus, Pectunculus glycymeris, Anodonta cygnea) eine oxydirende Wirkung aufweist (es ruft in einer Guajacollösung eine blaue Färbung hervor; eine gesättigte Guajacollösung in Wasser mit einer gleichen Quantität von aus den Kiemen genommener Flüssigkeit gemischt, nimmt die Farbe von lie de vin an). Die Autoren erklären diese Reaktion durch das Vorhandensein eines besonderen oxydirenden Fermentes (ferment oxydant). Piéri et Portier, Sur la présence d'une oxydase dans les branchies, les palpes et le sang des acéphales. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. T. CXXIII. — Es ist klar, dass die Wirkung dieses Fermentes — worin sie auch bestehen mag — am energischsten an jenen Stellen sein wird, wo der Sauerstoff am meisten Zutritt hat.

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

5.

Eine Beziehung zwischen der Pigmentablagerung einerseits und dem Zuflusse von frischem Wasser und der Lage der Blutgefäße im Mantel andererseits existirt nicht allein bei Mytilus unter allen Lamellibranchiaten, wie es eine gewisse Regelmäßigkeit und Gesetzmäßigkeit in der Vertheilung der Färbung bei den Repräsentanten dieser Gruppe beweist. Die Pigmentvertheilung von Mytilus kann man als typisch für eine ganze Reihe anderer Repräsentanten der Lamellibranchiaten ansehen: am stärksten pigmentirt ist der hintere Theil des Mantelrandes und die hintere Hälfte der Kiemen in Verbindung mit dem größeren Zutritte von frischem Wasser zum hinteren Theile des Körpers. Ich konnte mich darüber an einer ganzen Reihe von Formen aus der Bucht von Neapel überzeugen.

Pinna lebt mit dem vorderen Theile im Sande vergraben; der hintere Theil steckt offen vertikal nach oben gerichtet. Das hintere Ende des Mantelrandes ist braun und schwarz pigmentirt; das vordere Ende ist hell. Besonders auffallend ist der Unterschied in den Kiemen: die hintere Hälfte der Kiemen ist intensiv pigmentirt, oft ganz schwarz; die vordere Hälfte ist bleich, hellbraun. Im Allgemeinen ist, wie bei den Austern, der Unterschied in der Pigmentirung zwischen den verschiedenen Individuen ziemlich groß; die Kiemen können am hinteren Ende alle Übergänge von fast farblosen bis fast schwarzen aufweisen.

Über die Pigmentirung der Auster (Ostrea) haben wir oben gesprochen; trotz großen Schwankungen in der Quantität des Pigmentes, sind dennoch immer der hintere Theil der Kiemen und die hinteren Enden der Mantelränder am stärksten pigmentirt. Die Auster lebt unbeweglich, mit der linken Schale am Grunde befestigt; wenn die rechte Schale geöffnet ist, schieben sich die Mantelränder etwas hervor. Wenn die Pigmentirung des Mantelrandes von seiner Beleuchtung abhinge (wie es Ryder-Schiedt glaubten), so wäre es unerklärlich, warum bei der Auster die hinteren Enden der Mantelränder stärker pigmentirt sind, da die Mantelränder bei horizontaler Lage des Thieres, wenn die Schale geöffnet ist, gleichmäßig auf ihrer ganzen Ausdehnung beleuchtet werden. Doch ein solcher Charakter der Pigmentirung ist ganz verständlich, wenn man in Betracht zieht, dass auch bei der Auster, obgleich beide Enden des Körpers — das vordere und hintere — gleichmäßig dem Zuflusse des Wassers zugänglich sind, der Wasserstrom, hervorgerufen durch die Arbeit

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

des Flimmerepithels, vom hinteren Ende zum vorderen geht, und das Blut, welches in das Blutgefäß des Mantelrandes eintritt, unterm Überfluss des Sauerstoffes am hinteren Ende des Mantelrandes von seinen Pigmenterzeugern befreit wird.

Auf die Pigmentirung des Mantels von Avicula tarentina richtete meine Aufmerksamkeit eine Zeichnung von Poli, in seinen »Testacea utriusque Siciliae«, wo der Mantelrand dieses Thieres an seiner ganzen Oberfläche gleichmäßig gefärbt erschien. Doch diese Abbildung erwies sich als falsch; bei zwei von mir untersuchten Exemplaren war der Mantelrand nur an der hinteren Hälfte fleckig pigmentirt; das vordere Ende war nicht pigmentirt. In den Kiemen schien kein Pigment zu sein; nur der freie Kiemenrand — d. h. der Rand, wo ein ununterbrochener Wasserstrom vom hinteren Ende zum vorderen fließt — war in der hinteren Hälfte pigmentirt.

Der Charakter der Pigmentablagerung bei Ostrea, Pinna und Avicula bietet viel Ähnlichkeit dar, bei allen drei Formen ist das Pigment in kleinen Quantitäten braun, in größeren schwarz. Seine Anhäufung in der hinteren Hälfte der Kiemen und dem hinteren Mantelrande ist sehr ungleich, und die Farbe dieser Theile schwankt zwischen leicht bräunlich bis kohlenschwarz. Manches Mal erscheint die Pigmentablagerung am Mantelrande fleckenartig.

Eine eigenartige Abweichung von dem erwähnten Charakter der Pigmentablagerung bietet der Mantel von Pecten jacobaeus (und wahrscheinlich auch anderer Pecten-Arten). Hier ist der Mantelrand nach innen gebogen und bildet eine Art Vorhang, welcher nach innen senkrecht zur Schalenwand gerichtet ist und den Eingang verschließt, wenn die Schale geöffnet ist. Dieser Vorhang ist an seiner ganzen Oberfläche gleichmäßig pigmentirt, in der Mitte etwas stärker als an beiden Enden, und an der Innenseite stärker als an der Außenseite; im Widerspruch mit dem, was über die oben erwähnten Formen gesagt worden war, ist kein Unterschied in der Pigmentirung des vorderen und hinteren Endes zu bemerken. Die Kiemen sind gleichmäßig an ihrer ganzen Oberfläche pigmentirt, vielleicht nur etwas dunkler am hinteren Ende. So findet man bei Pecten jene typische dunklere Färbung am hinteren Ende des Mantelrandes nicht. Doch eine solche Abweichung von der allgemeinen Regel der Pigmentirung kann durch die Lebensweise und die Gewohnheiten von Pecten erklärt werden. Pecten gehört zu den wenigen Lamellibranchiaten, welche einer schnellen und leichten Ortsveränderung fähig sind, was er auch benutzt und ein sehr bewegliches Leben führt. Wie bekannt

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

kann Pecten, mit den Schalenhälften klappend, schwimmen oder im Wasser flattern; im neapolitanischen Aquarium kann man sehen, dass die Pecten in ihrem Bassin, wenigstens zu gewissen Stunden, in beständiger Bewegung sind. Bald reißt sich der eine, bald der andere Pecten von der Stelle los, wo er lag, klappt schnell seine Schale auf und zu, hebt sich, beschreibt im Wasser eine unregelmäßige Kurve oder sogar eine gebrochene Linie, und sinkt wieder zu Boden; kaum dass der eine geendet, fliegt schon der andere: ein sehr hübsches Schauspiel. Bei einem solchen Fluge, wenn das Thier seine Schale klappt, wird der Mantelrand stark und gleichmäßig von Wasser bespült. Hier wird folglich die Wirkung des langsamen Wasserstromes längs dem Mantelrande vom hinteren zum vorderen Ende, von der wir oben sprachen, ausgeschlossen, — des Stromes, welcher ausschließlich durch die Bewegung des Wimperepithels hervorgerufen wird und welcher die schlechtere Sauerstoffzufuhr im vorderen Theile erzeugt. Bei Pecten wird der Mantelrand auf seiner ganzen Ausdehnung, wenn auch nicht beständig, so doch mit kurzen Unterbrechungen, stark vom Wasser bespült; danach ist er gleichförmig an seiner ganzen Oberfläche pigmentirt; dieser Fall ist dem analog, was wir von der Pigmentirung des Fußes bei Mytilus sahen, wo jener Theil desselben pigmentirt ist, der sich aus der Muschel hervorstrecken kann und Bewegungen im Wasser vollführt.

Lima ist, gleich Pecten, eine sehr bewegliche Form und weicht in der Pigmentirung des Mantels gleichfalls von dem Typus der hauptsächlichen Pigmentirung der hinteren Körperhälfte ab. Aber in der Pigmentirung der Kiemen ist dieser Typus scharf ausgeprägt. Bei Lima inflata sind die Kiemen farblos, unpigmentirt (wenigstens dem Aussehen nach), aber längs dem freien Kiemenrande, dort wo ein Wasserstrom vom hinteren Ende zum vorderen strömt, zieht sich ein scharf pigmentirter Streifen von rothbrauner Färbung; er zieht sich nur an der hinteren Kiemenhälfte hin, wird allmählich heller und verschwindet in der vorderen Hälfte. Bei Lima hians sind die Kiemen von röthlich-oranger Färbung und wiederum ist die hintere Hälfte der Kiemen intensiver gefärbt, als die vordere und längs dem Rande zieht sich ein röthlicher Streifen, welcher nach vorn zu verschwindet.

Dieser pigmentirte Streifen längs dem freien Rande der Kiemen ist für viele Lamellibranchiaten charakteristisch. Wie bekannt zieht in den Kiemen der Lamellibranchiaten, in den Fällen, wenn ihre Kiemenblätter nicht frei bleiben, wie bei Mytilus, sondern zu einer

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

Platte zusammenwachsen, längs dem freien Rande der Kiemen ein Längsgefäß; zu gleicher Zeit bildet dieser Rand eine Rinne, in welcher der Wasserstrom vom hinteren Ende zum vorderen fließt. So erhalten wir Bedingungen analog denjenigen, welche wir im hinteren Ende des Mantelrandes beobachten — es vollzieht sich gleichfalls eine energische Pigmentablagerung in Form eines Randstreifens.

Bei unseren Süßwassernajaden ist die Pigmentirung des Mantels der allgemeinen Regel untergeordnet: am hinteren Ende des Mantels, da, wo seine Ränder sich vereinigen, um zwei Öffnungen oder Spalten zu bilden, welche zum Ein- und Austritt des Wassers dienen, sind die Ränder dieser Spalten von der Innenseite dank einer intensiven Pigmentablagerung schwarz gefärbt; überhaupt ist der Mantelrand in seiner hinteren Hälfte stark pigmentirt. (Doch weicht die Färbung der Najadenkiemen von der oben gegebenen Regel ab; der freie Kiemenrand ist nicht pigmentirt, und die hintere Hälfte der Kiemen ist nicht intensiver, als die vordere gefärbt.)

Was die Siphoniaten betrifft, welche keinen freien Mantelrand haben, und bei welchen der Mantel mit seinen Rändern zusammengewachsen und nach hinten in lange Röhren oder Siphonen ausgezogen ist, so kann man auch hier dieselbe Gesetzmäßigkeit erkennen. Die den äußeren Einwirkungen am meisten zugänglichen Körpertheile sind hier die Enden der Siphone — und sie sind gewöhnlich am stärksten pigmentirt (Venus, Solen, Tapes). Bei Pholas, welcher sein ganzes Leben in in Stein gegrabenen Gängen verbringt, ist der Körper ganz farblos, durchscheinend, die Enden der Siphonen aber sind intensiv pigmentirt, schwarz. Charakteristisch ist gleichfalls bei einigen Siphoniaten (Venus verrucosa, Tapes decussata) das Vorhandensein eines schmalen Pigmentstreifens, welcher in der hinteren Hälfte stärker ausgeprägt ist und sich auf dem Mantel jederseits parallel dem Schalenrande hinzieht. Dieser Streifen zieht parallel dem jetzt nicht mehr existirenden Mantelrande, welcher mit dem gegenüberliegenden Rande verwachsen ist, und ist jener Pigmentablagerung homolog, welche sich am hinteren Ende des freien Mantelrandes bei den Asiphoniaten bildet. Aller Wahrscheinlichkeit nach begleitet auch hier dieser Pigmentstreifen das Mantelgefäß.

6.

Die von mir vorgelegte Erklärung erleuchtet zur Genüge auch jene nicht häufigen Fälle von Pigmentablagerungen auf ungewöhnlichen Stellen, wie ich sie im Beginne meiner Experimente an Ostrea

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

und Mytilus beobachten konnte, und welche sowohl im Finstern, als am Lichte vor sich gingen. Bei Ostrea traten in den Fällen, wenn die rechte Mantelfalte umklappte und sich über das rechte Schalenfragment ausstreckte, an der inneren Mantelfläche (welche jetzt nach außen gekehrt war) höher als der Mantelrand, d. h. proximal, manchmal Streifen von schwarzem Pigmente auf; ihre Bildung kann wahrscheinlich durch den verstärkten Zutritt frischen Wassers und Sauerstoffs zu diesem Theile des Mantels, welcher gewöhnlich tief in der Schale liegt, erklärt werden. Bei Mytilus beobachtete ich, nachdem der Mantelrand abgerissen war, bei der Heilung des übriggebliebenen Randes ein Gelbwerden und eine leichte Pigmentirung. Wahrscheinlich wurde der Blutkreislauf längs dem geheilten Mantel mehr oder weniger wieder hergestellt und der freie Zutritt von frischem Wasser rief eine Bildung und Ablagerung von Pigment hervor.

So zwingen mich sowohl die Resultate meiner Experimente, als auch Beobachtungen über die normale Pigmentirung verschiedener Formen in der Natur, anzunehmen, dass bei den Lamellibranchiaten die Pigmentirung verschiedener Körpertheile durch den Grad des Zutrittes von frischem (sauerstoffhaltigem) Wasser in Verbindung mit der Vertheilung der Blutgefäße regulirt wird. Wie weit dieser Schluss auch über die Grenzen der Klasse der Lamellibranchiaten Gültigkeit haben kann, können nur neue Untersuchungen lehren. Bei der nächststehenden Thiergruppe, den Gasteropoden, spielt dieser Faktor wahrscheinlich auch eine Rolle. Wenigstens bleibt bei einigen neapolitanischen Gasteropoden (Arten der Gattungen Haliotis, Natica, Doris) die Fußsohle, mit welcher das Thier beständig am Substrat befestigt ist, ganz farblos, während die obere Fläche des Fußes, welche beständig von Wasser bespült wird, intensiv pigmentirt ist.

Wie die chemische Zusammensetzung der thierischen Pigmente in verschiedenen Fällen verschieden ist, so müssen auch die Bedingungen ihrer Bildung von verschiedenen Faktoren abhängig sein; in jedem einzelnen Falle muss der eine oder andere Faktor oder ihre Summe eine Rolle spielen. Der Zutritt von Sauerstoff kann einer dieser Faktoren sein[1]. Bei den Lamellibranchiata scheint er

[1] Dass dieser Faktor auch bei den Mollusken durchaus keine beständige, absolute Bedeutung hat, kann man z. B. aus solchen Fakten ersehen, dass, während bei Mytilus und anderen Lamellibranchiaten die Kiemen reich an Pigmentablagerungen sind, die Kiemen der Cephalopoden (Sepia, Loligo) ganz bleich, unpigmentirt sind.

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

die Hauptrolle bei der Bildung der Färbung des Thieres zu spielen. Es ist auch sehr wahrscheinlich, dass eine solche Rolle des Sauerstoffs im Ablagerungsprocesse des Pigmentes nicht auf die Lamellibranchiata allein beschränkt bleibt. In dieser Richtung besitzen wir schon einige Beobachtungen.

Loeb (2, 4) beobachtete in dem Dottersacke eines Knochenfisches (Fundulus) die Entwicklung von Pigmentzellen, welche ursprünglich regellos zerstreut waren, sich nachher aber um die feinsten Gefäße legten, eine Hülle um dieselben bildend. Diese Anhäufung der Pigmentzellen um die Gefäße erklärt Loeb durch die Annahme der Sauerstoffwirkung (im Dunkeln bildeten sich viel weniger Pigmentzellen, aber sie lagerten sich dennoch um die Blutgefäße — das Licht wirkte auf die Bildung, nicht aber auf die Vertheilung des Pigmentes).

Bei den Schlangen bilden sich, nach den Beobachtungen Zennek's an Tropidonotus natrix, pigmentirte Streifen und Flecken beim Embryo längs dem Laufe der embryonalen Blutgefäße. Dort, wo auf früheren Entwicklungsstadien die rothen feinen Gefäße durchschimmerten, dort erscheinen später die ihnen der Lage nach entsprechenden pigmentirten Streifen und Flecken. Vielleicht nimmt auch hier der atmosphärische Sauerstoff Theil in der Pigmentablagerung dem Laufe der Blutgefäße entlang. Siehe gleichfalls die Angaben Biedermann's über Pigmentzellen, welche die Blutgefäße bei den Amphibien begleiten, und über den Einfluss des Sauerstoffs auf das Breiterwerden der Chromatophoren. (Biedermann, Über den Farbenwechsel der Frösche. Arch. f. die gesammte Physiologie. Bd. LI. 1892.)

St. Petersburg, November 1897.

Litteratur.

Durham, On wandering cells in Echinoderms. Quart. Journ. Microsc. Science. Vol. XXXIII. 1891.

Faussek, Biologische Studien. II. Die Reizbarkeit der niederen Organismen in ihrem Verhältnis zu den Sinnesorganen der Thiere. Russkoje Bogatstwo 1894. (Russisch.)

Hammer, Über den Einfluss des Lichtes auf die Haut. Stuttgart 1895.

Loeb, 1) Über Heliotropismus der Thiere und seine Übereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen. Würzburg 1890.

2) Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen des Sauerstoffmangels. Archiv für die gesammte Physiologie. Pflüger. Bd. LXII. 1895.

3) Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. I. Über Heteromorphose. Würzburg 1891.

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

Loeb, 4) A contribution to the physiology of coloration. Journ. of Morph. 1893.

Rawitz, Der Mantelrand der Acephalen. II. Theil. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. XXIV. 1890.

Ryder, Diffuse pigmentation of the epidermis of the oyster due to prolonged exposure to the light. Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia 1892. p. 350.

Sabatier, Anatomie de la moule commune. Annales des Sciences Nat. Zoolog. Ser. VI. T. V. 1877.

Vogt u. Yung, Lehrbuch der praktisch.-vergleichenden Anatomie. Bd. I. 1888.

Zennek, Die Anlage der Zeichnung und deren physiologische Ursachen bei Ringelnatterembryonen. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1898-1899

Band/Volume: 65

Autor(en)/Author(s): Faussek Victor Andrejvitsch

Artikel/Article: Über die Ablagerung des Pigmentes bei Mytilus. 112-142