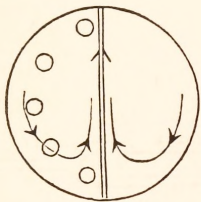


niger langsamer Strom von Teilchen, und zu beiden Seiten desselben, bewegen sich die Letzteren in krummen Linien die in den mittleren Strom ein münden.



Dieses ist der gewöhnlichste und am leichtesten zu beobachtende Fall, wenn die (senkrechte) Axe der Zelle in der Schwingungsebene des Systems liegt; und da das Letztere auch für die Haarzellen des Ohrlabyrinthes gilt, so mag die beschriebene Dämpfungsart der im dem Ohre stattfindenden entsprechen. Die Wirkung unseres Dämpfers lässt sich nun folgendermassen auffassen. So lange die schwingende Zelle unbelastet bleibt, zerfällt dieselbe nach Art einer Glocke in eine Anzahl von Segmenten, welche mehr

oder weniger symmetrisch durch den Körper der Zelle verteilt sind. Eine vollkommene Symmetrie derselben ist aber an unserer Zelle offenbar unmöglich, und dazu kommt noch die ungleichmässige Härte ihrer Wände; dies beides bewirkt den unregelmässigen Gang der Schwingungen, so wie das Zustandekommen disharmonischer Nebentöne in dem Klange des Apparates. Sobald aber die Stäbchen der Zelle so belastet werden, dass sie nicht mehr unabhängig voneinander, sondern als ein zusammenhängendes Ganzes, d. h. alle synchronisch, schwingen können, so tritt die Bedingung für das Zerfallen der Zelle nur in zwei Segmente ein (der Dämpfer wirkt ja auf eine Hälfte des Zellenkörpers); und dieses Zerfallen findet wirklich statt, sobald die Schwingungen des Diapason so geregelt werden, dass sie mit denjenigen der in zwei Hälften zerfallenen Zelle zusammenfallen. Ein solches Anpassen des gläsernen Diapason ist ja, wegen der Nachgiebigkeit seiner Zinken, leicht möglich.

Alle diese Auseinandersetzungen gelten natürlich nur so lange, als man das an den makroskopischen Theilen Beobachtete auf die mikroskopischen Gebilde übertragen darf.

Zur Frage über den Einfluss der verschiedenen Strahlen des Spectrums auf die Entwicklung und die Färbung der Tiere.

Von Dimitri Nenükow,

aus dem physiologischen Institute der K. Universität Moskau

In letzter Zeit lenkt das Studium des Einflusses der Medien auf den tierischen Organismus die Aufmerksamkeit der Naturforscher immer mehr auf sich. Nach einer Reihe experimenteller Arbeiten über den Einfluss der Nahrung, der Temperatur, des Umfangs u. s. w. ist die Frage über die Entstehung der Färbung, der verschiedenen Formen des tierischen Körpers und manche andere dunkle Fragen in einem gewissen Grade aufgehellt worden. Während jedoch die Lösung einiger derselben schon von verschiedenen Seiten

angebaut ist, ist diejenige anderer von der neueren Wissenschaft kaum noch in Angriff genommen worden. Zu diesen letzteren gehört auch die Frage über den Einfluss der verschiedenen Strahlen des Spectrums auf die Entwicklung und Färbung der Tiere. Obgleich einige Forscher (Béclard, Poey, Schnetzler, Pleasanton, Graber, Schoch, Serrano-Fatigati, Young, E. Gorbacewicz) in dieser Richtung gearbeitet haben, so sind verlässliche Versuche nur von Young, Schnetzler und Gorbacewicz ausgeführt worden. Eine der ersten Untersuchungen, in chronologischer Reihenfolge, über den Einfluss der verschiedenen Strahlen des Spectrums (ausser den orangefarbenen) kommt Béclard zu, der im Jahre 1858 Versuche über die Entwicklung der Brut von *Musca carnaria* anstellte, indem er die gleiche Anzahl zu einer und derselben Zeit gelegter Eier dieses Insekts unter Glasglocken von verschiedener Farbe brachte. Aus allen Eiern entwickelten sich Larven, aber 4—5 Tage später waren diejenigen, die sich in den violetten Strahlen entwickelt hatten, dreimal dicker und länger als die Larven, auf welche die grünen eingewirkt hatten. Auf Grund ihres günstigen Einflusses auf diese Organismen ordnet Béclard die Strahlen des Spectrums in folgender abnehmender Reihe an: violett, blau, rot, gelb, das weisse Licht und zuletzt grün. Leider hat er nichts über das weitere Schicksal jener Larven berichtet, sowie auch den Monochromatismus der von ihm gebrauchten farbigen Gläser nicht untersucht.—Im Jahre 1869 stellte General Pleasanton folgenden Versuch an Schweinen an. Es wurden 4 Ferkel (3 Weibchen und 1 Männchen) von circa 2 Monaten in einen durch ein violettes Glas, und eine zweite derartige Gruppe in einen durch ein weisses Glas erhellten Raum gesperrt. Alle Tiere wurden mit demselben Futter, in gleichen Quantitäten und zu gleicher Zeit gefüttert. Nach 4 Monaten wurde eine jede Gruppe gewogen und das Gewicht derselben mit deren Gewicht vor dem Versuche verglichen. Dabei erwiesen sich die unter dem violetten Glase aufgewachsenen Ferkel um 22 Pfund schwerer; da dieselben aber vor dem Versuch um 12 Pfund leichter gewesen waren, so betrug der Unterschied 34 Pf. Andere, an einem Stiere angestellte Versuche desselben Autors bekräftigten die von ihm gezogenen Schlüsse.—Im Jahre 1874 untersuchte Schnetzler, Professor an der lausanner Universität, den Einfluss der grünen Strahlen auf die Entwicklung von *Rana temporaria*. 2 Gefässe von gleichem Rauminhalt—aber das eine aus durchsichtigem weissem, das andere aus grünem Glase—wurden mit Wasser gefüllt und mit Froschlaich versehen. Die Froschlarven bekamen dieselbe Nahrung, doch entwickelten sich die im weissen Gefässe enthaltenen sehr rasch, während die im grünen befindlichen fast alle umkamen, und nur eine, die man in das weisse Glas gesetzt hatte, sich entwickelte und in einen Frosch verwandelte. Die spectroscopische Untersuchung erwies, dass das grüne Glas ausser den grünen Strahlen auch noch mittlere rote und gelbe durchliess.—Im Jahre 1879 beschäftigte sich Serrano-Fatigati mit der Frage über den Einfluss der verschiedenen Strahlen des Spectrums auf die niederen Organismen und gelangte auf Grund seiner Versuche zu dem Schlusse, dass die violetten Strahlen die Entwicklung der niederen Organismen beschleunigen, die grünen dagegen dieselbe verlangsamen. Aus irgend welchen Gründen giebt der Autor nicht an, mit welcher Art niederer Organismen er experimentiert hat.

In den Jahren 1876 und 1878 stellte Young sehr interessante Versuche an einer Reihe von tierischen Organismen: *Rana temporaria*, *Rana esculenta*, *Salmo trutta*, *Limnea stagnalis*, an, wobei der Autor wertvolle Angaben über die von ihm befolgte Methodik macht, die von seinen Vorgängern erhaltenen Resultate in Betracht zieht und die eigenen kritischer Erwägung unterwirft. Zu seinen Versuchen bediente sich Young gläserner Gefässe, die in einander gestellt, während die Zwischenräume zwischen deren Wandungen mit farbigen Flüssigkeiten gefüllt wurden. Bei den Experimenten an *Rana temporaria* und *Rana esculenta* wurden die Froschlarven, die sich entwickelt hatten, genau gemessen, und der Autor giebt einige Tabellen, aus denen zu ersehen ist, dass das Maximum an Länge und Breite auf diejenigen Organismen fiel, die sich in den violetten Strahlen entwickelt hatten; dann kamen in abnehmender Reihenfolge die durch die blauen und gelben Strahlen und das weisse Licht beeinflussten. Die roten und grünen Strahlen stehen der Entwicklung hinderlich entgegen. Später, im Jahre 1880, entsagte Young auf Grund seiner Versuche an *Loligo vulgaris*, *Sepia officinalis* und *Ciona intestinalis* seiner früheren Ansicht in der Hinsicht, dass die roten und die grünen Strahlen die Entwicklung zwar nicht begünstigen, dieselbe aber auch nicht verhindern. Auch fehlt es den Versuchen an Einheit, da seine Experimente an *Convoluta Schultzei* und *Hydra viridis* Young die Ueberzeugung aufgedrungen haben, dass sich diese Organismen zu verschiedenen Strahlen des Spectrums ganz verschieden verhalten. *Convoluta Schultzei* entwickelt sich nämlich in gleicher Weise unter den violetten und unter den grünen Strahlen, während *Hydra viridis* sich am schnellsten unter den roten entwickelt und die violetten auf dieselbe sogar ungünstiger wirken als die grünen.

Es sind noch einige Worte über die an Säugetieren von Erast Gorbacewicz angestellten Versuche (1883) zu sagen. Der Autor brachte junge Hunde jedesmal eines und desselben Wurfes, sogleich nach der Geburt in Glaskasten mit doppelten Wänden und füllte die Zwischenräume zwischen den letzteren mit farbigen Lösungen. Alle 10 Tage wurden die Tiere gemessen und gewogen. Der Unterschied in der Entwicklung derselben war ein sehr bedeutender, doch war die Reihenfolge der verschiedenen Strahlen nicht immer die gleiche.

Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die lebhaftesten Strahlen sich am wirksamsten erweisen, so dass sich die Reihenfolge derselben in absteigenden Stufen folgendermaassen gestaltet: rot, orange, grün, violett.—Zur Frage über die Veränderung der Färbung unter dem Einflusse der verschiedenen Strahlen des Spectrums übergehend, muss ich gestehen, dass ich nur zwei Autoren nennen kann, von denen der eine zu einem negativen Schlusse gelangt ist. Bei Graber ist ein Versuch an *Vanessa polychloros* angeführt. Wenn die Raupen dieses Schmetterlings unter gelbem Glase auferzogen werden, so erscheinen bei dem erwachsenen Insekt anstatt der gewöhnlichen blauen Flecken am Rande der Flügel—graue. Ein anderer, von Schoch ausgeführter Versuch gab ein negatives Resultat. Die Schmetterlinge aus den Raupen von *Euprepia caca*, welche sich unter violettem, blauem und rotem Glase entwickelt hatten, unterschieden sich äusserlich in keinerlei Weise von einander, nur waren die un-

ter dem violetten Glase befindlichen um 4 Tage früher herausgeschlüpft.— Nachdem ich hiemit eine kurze historische Uebersicht über den Zustand der Frage von dem Einflusse der verschiedenen Strahlen des Spectrums auf die Entwicklung und die Färbung des tierischen Organismus gegeben, gehe ich zu meinen Versuchen in dieser Richtung über.

Zu den Experimenten, die ich im Sommer 1898 im Kiew'schen Gouvernement unweit der Stadt Lipowetz ausführte, bediente ich mich der Eier des Schmetterlings *Pieris rapae*. Die frische Brut brachte ich in würfelförmige Pappschachteln (14½—15 Ctm. hoch), die mit einer das Licht nicht durchlassenden Ventilationsröhre besonderer Konstruktion versehen waren. An der einen Seite der Schachteln wurde die Wandung durch Lichtfilter mit flachen parallelen Gläsern ersetzt.

Um die verschieden Strahlen des Spectrums zu erhalten verfuhr ich folgendermaassen:

Grüne Strahlen: es wurden zwei Lösungen bereitet, welche parallel gestellt sehr reine grüne Strahlen gaben, obgleich auch eine unbedeutende Menge anderer durchliessen.

1-ste Lösung: 60 Gewichtsmenge $CuCl_2 + 2H_2O$ auf 100 H_2O in einer Schicht von 20 Mm. Stärke.

2-te Lösung: 10 Gewichtsteile K_2CrO_4 auf 100 H_2O . Stärke der Schicht 20 Mm.

Rote Strahlen: zu einer 15—procentigen warmen Lösung von Gelatine wurde eine gesättigte wässrige Fuchsinlösung und $\frac{1}{3}$ des Volumens Glycerin gefügt. Die Stärke der Schicht = 20 Mm. Man erhält fast ganz reine rote Strahlen.

Violette Strahlen: es wurden von dem im Handel befindlichen Glase zwei solche Stücke gewählt, die beim Aufeinanderlegen ziemlich reine violette Strahlen lieferten, obgleich sie auch eine geringe Menge roter durchliessen. Mit orangefarbenen, gelben und blauen Strahlen habe ich nicht experimentiert. Die obenbeschriebenen Methoden prüfte ich mittels eines Spectroscops im physiologischen Institut der moskauer Universität.— Die Schachteln wurden in zerstreutem Licht gehalten, um den Einfluss der Temperatur zu vermeiden; wenigstens zeigte ein Thermometer C. keinen Unterschied, weder an den verschiedenen Schachteln, noch auch zwischen der Temperatur derselben und derjenigen des Zimmers. Ausserdem wurde ein Teil der Brut zum Vergleich in ein Gefäss von weissem, durchsichtigem Glase gebracht und dasselbe gewöhnlichem Sonnenlicht ausgesetzt. Ein grosser Procentsatz der Eier blieb ganz unentwickelt, doch messe ich diesem Umstande keine Bedeutung bei und zwar aus folgenden Gründen: erstens gehen auch bei normaler Entwicklungsweise viele Eier zu Grunde, zweitens konnten einige davon der Befruchtung entgangen sein, drittens konnten sie eine mechanische Verletzung erfahren haben.

Die Larven krochen aus den Eiern fast gleichzeitig hervor, aber nach 4—5 Tagen bemerkte ich unter den in den grünen Lichtstrahlen lebenden eine grosse Sterblichkeit. Sie schienen sehr matt, assen wenig und bewegten sich fast gar nicht. Was die Grössenunterschiede bei den Larven betrifft, die sich unter dem Einfluss der verschiedenen Strahlen entwickelt hatten, so konnte

ich beim besten Willen keine bemerken. Ich muss hier erwähnen, dass die Larven die ganze Zeit über als Nahrung Kohlblätter bekamen, die der Frische halber mehrere Mal am Tage gewechselt wurden. Um die Frage entscheiden zu können, welche Strahlen des Spectrums und in welchem Grade die Entwicklung beschleunigen, muss die ganze Dauer der Entwicklungszeit genommen werden, doch führe ich hier zum Zwecke genauerer Analyse dieser Erscheinung auch die Tabellen einzelner Perioden an. Obgleich das Procent der Sterblichkeit keine besondere Aufmerksamkeit verdient, so kann es doch unter andern Beweisgründen für die Richtigkeit dieses oder jenes Satzer überzeugend wirken.

Tabelle des Sterblichkeitsprocents.

rote Strahlen	violette	grüne
50	20	70

Dauer des Larvenstadiums.

Weisses Licht	rote Strahlen	violette	grüne
15 Tage	16 T.	17—20 T.	16—17 T.

Dauer des Puppenstadiums.

Weiss. Licht.	rote Str.	violette	grüne
8 Tage	9—10 T.	9 T.	14 T.

Aus diesen Tabellen erhellt, dass die violetten und die grünen Strahlen auf die Entwicklung der Larve verlangsamernd wirken, aber während die violetten Strahlen die verlorene Zeit einholen, indem sie das Stadium der Verpuppung verkürzen, halten die grünen auch in diesem die Entwicklung zurück. Wenn sich in diesen Tabellen Schwankungen zeigen, so verschwinden dieselben vollständig, wenn man die ganze Zeitdauer der Entwicklung nimmt.

Dauer der vollständigen Entwicklung.

Weiss. Licht	rote Str.	violette	grüne
30 Tage	32—33 T.	33—34 T.	37 T.

Alle diese Tabellen zeigen deutlich genug, dass wie in den einzelnen Perioden, so auch im Allgemeinen die Entwicklung am schnellsten bei gewöhnlichem Lichte vor sich geht, dass die grünen Strahlen grosse Sterblichkeit bedingen und die Entwicklung bedeutend beeinträchtigen, während die roten und violetten die Mitte halten, wobei bei den roten die Entwicklung etwas schneller vor sich geht. Dabei muss ich bemerken, dass ich in der Schachtel mit den violetten Gläsern die Raupen immer an der unteren Seite der Blätter fand, wohin sie sich augenscheinlich vor diesen Strahlen, die eine unangenehme Empfindung in ihnen hervorriefen, geflüchtet hatten.—Auf die Frage über die Färbung übergehend, muss ich sagen, dass es mir nicht gelungen ist eine Veränderung derselben weder bei den Larven, noch bei den Puppen, noch auch bei erwachsenen Individuen zu erhalten, obgleich ich ausser an *Pieris rapae* auch noch Raupen des buntfarbigen Schmetterlings *Vanessa urticae* unter dem Einfluss derselben Strahlen aufgezogen habe. Auch bei keinem der obengenannten Autoren habe ich irgend eine Andeutung darüber gefunden, dass bei ihren Versuchen eine Veränderung in der Färbung stattgefunden hatte. Was den von Graber beschriebenen Versuch, bei welchem unter dem Einfluss gelber Strahlen bei erwachsenen *Vanessa polychloros*, anstatt der gewöhnlichen blauen Flecken auf den Flügeln, graue erhalten worden waren, so habe ich zwar mit dieser Art keine Versuche gemacht, aber bei dem ihm verwandten Schmetterling *Vanessa urticae* kommt eine solche Farbenveränderung bei in gewöhnlichem weissem Lichte ausgekrochenen Individuen vor und muss daher als Varietät angesehen werden. Es ist natürlich a priori schwer zu sagen, warum weder ich noch meine Vorgänger, ausser Graber, eine Farbenveränderung beobachten konnten, sei es dass wir uns bei unseren Versuchen solcher Tiere bedienten, die sich durch besonders beständige Pigmentirung auszeichneten, oder dass die verschiedenen Strahlen des Spectrums keinen Einfluss auf die Entwicklung dieses oder jenes Pigments ausüben. Ohne irgend welche Verallgemeinerungen zu wagen, will ich nur bemerken, dass die von mir gewonnenen Thatsachen zu denen der obengenannten Autoren in scharfem Widerspruch stehen. Während alle meine Vorgänger, ausser Gorbacewicz, behaupten, dass die violetten Strahlen im Vergleich mit den andern die Entwicklung merklich beschleunigen, kann ich nicht anders als dem gewöhnlichen unzerstreuten Lichte die erste, den violetten Strahlen aber erst die dritte Stelle einräumen. Gleichermassen stimmen die von mir erhaltenen Resultate auch mit denen von Young in Bezug auf die roten Strahlen nicht überein; Young sagt nämlich, dass die roten Strahlen die Entwicklung hemmen, während ich dieselben sogar über die violetten stellen muss und mich darin mehr Gorbacewicz und Béclard nähere. In meiner historischen Uebersicht über die Literatur dieses Gegenstandes wies ich darauf hin, dass Young's Versuche an *Hydra viridis* und *Convoluta Schultzii* ganz unerwartete Resultate geliefert hatten; wenn man denselben die ganz einzeln dastehenden Untersuchungen Gorbacewicz's zur Seite stellt, so erhält man unvereinbare Resultate. Wahrscheinlich liegt die Ursache davon darin, dass die Strahlen des Spectrums auf verschiedene Tiere eine ungleiche Wirkung ausüben, obgleich nicht zu leugnen ist, dass diese Widersprüche auch teilweise der Verschiedenartigkeit der bei den Untersuchungen angewandten Methoden zuzuschreiben ist.

Alle von mir erhaltenen Resultate lassen sich zu grösserer Uebersichtlichkeit in folgende Sätze zusammenfassen, denen ich jedoch in keinem Falle das Ansehen der Gesetzmässigkeit geben möchte:

1. Am schnellsten ging die Entwicklung, im Ganzen, sowie auch in den einzelnen Perioden, unter dem Einfluss des weissen, unzerlegten Lichtes vor sich.

2. Nach dem weissen Lichte wären die Strahlen des Spectrums in folgende abnehmende Reihe zu bringen: rot, violett, grün.

3. Die grünen Strahlen hielten die Entwicklung merklich zurück und bedingten die grösste Sterblichkeit.

4. Eine Veränderung der Färbung unter dem Einfluss der roten, violetten, und grünen Strahlen wurde weder an Larven, noch an Puppen, noch an erwachsenen Schmetterlingen wahrgenommen, obgleich Versuche nicht nur an *Pieris rapae*, sondern auch an *Venessa urticae* vorgenommen wurden.

Zum Schlusse muss ich noch bemerken, dass ich bei der Darstellung der literarischen Thatsachen William F. Edwards, W. A. Hammond, Mac Donnell und I. Higginbotton nicht erwähnt habe, da ihre Arbeiten sich nicht auf die Strahlen des Spectrums, sondern auf den Einfluss des Lichtes im Allgemeinen beziehen.

L i t e r a t u r.

Young. Eine Reihe von Arbeiten über den Einfluss der Strahlen des Spectrums in: Archives de Zool. exper. et gén. 1878, Comptes Rendus, Paris, 1880 und 1892.

Béclard. Note relative à l'influence de la lumière sur les animaux. Comptes Rendus, Paris, 1858.

Poey. Influence de la lumière violette sur la croissance de la vigne, des cochons et des taureaux. Comptes Rendus, Paris, 1871.

Schnetzler. Influence de la lumière sur les larves de grenouille. Arch. des sciences physiques et nat., 1874.

Pleasanton. Voir Poey.

Erast Gorbacewicz. Ueber den Einfluss der verschiedenen farbigen Strahlen auf die Entwicklung und das Wachstum der Säugetiere. Diss. 1883.

Serrano-Fatigati.—Influence des diverses couleurs sur le développement et la respiration des Infusoires. Comptes Rendus, Paris, 1879.

Grober. Die Insekten, II, S. 38. G. Schoch. Mitteil d. Schweiz. entom. Gesellsch. 1880, B. V, S. 540.

Schoch. Mittel. d. Schweiz. entom. Gesellsch. 1880, B. V, S. 540.

Moskau den 18 Oktober 1899.