Ueber die Samenfäden der Salamander und der Tritonen.

Von

Joh. N. Czermak.

Schon *Spallanzani* kannte das Flimmerphänomen an den Samenfäden der Moleche (vergl. *opuseuli di fisica animale dell' Abbate Spallanzani. Modena. 1776. II. pag. 26*). In neuerer Zeit haben *Mayer* (*Froep. Not. B. L. pag. 165. 1836*), *v. Siebold* (*Froep. n. Not. B. II. pag. 281. 1837*), *Wagner* („Fragmente zur Physiologie der Zeugung“ in den Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der königl. bayerischen Academie der Wissenschaften, II. 1831—36.; Lehrbuch der Physiologie), *Dujardin* (*Ann. des S. nat. 2. série, tom. X.; Compt. rend. hebdom. 1838. 1. Sém. pag. 382.*) und *Pouchet* (*Compt. rend. hebdom. Vol. XX. 1845. pag. 1341; Théorie positive de l'oculation spontanée et de la fécondation des mammifères et de l'espèce humaine . . . Paris. 1847.*) diese Erscheinung näher untersucht. Alle genannten Forscher¹⁾ stimmen zwar darin überein, dass an den Samenfäden der Salamander und Tritonen auf bestimmten Stellen ihrer Oberfläche eine eigenthümliche, an das Flimmerphänomen erinnernde Bewegung zu beobachten sei, differiren aber bedeutend in den Ansichten über den Grund dieser Erscheinung. Die aufgestellten Erklärungsweisen sind folgende:

Spallanzani glaubte, dass die Samenfäden auf beiden Seiten des Schwanzes einfache Reihen von Härchen hätten, welche sich wie „winzige Ruder“ bewegten;

Mayer sprach von einem Ueberzug von „Flimmersubstanz“, in welcher kleine Kügelchen in bestimmter Richtung herumlaufen sollten;

Wagner konnte nach seinen ersten Arbeiten zu keinem entscheidenden Resultate kommen, trat aber später (Lehrbuch der Physiologie) der Meinung *Siebold's* vollkommen bei;

¹⁾ Von *Prevost* existirt noch eine Abhandlung unter dem Titel: „Note sur les animalcules spermatiques de la Salamandre et de la Grenouille.“ Genève. 1841., welche ich mir jedoch nicht verschaffen konnte.

Siebold leitet die Erscheinung von dem sehr dünnen, langen, in fortschreitenden Undulationen begriffenen Endstücke des Schwanzes her; der Schwanz soll sich nämlich da, „wo er auf den ersten Anblick aufzubören scheint, umschlagen und um sich selbst spiralförmig bis zum Beginne des vordern dickern Stückes (Kopf des Samenfadens) zurücklaufen“;

Dujardin betrachtet als Grund der Erscheinung ebenfalls die fortschreitenden Undulationen eines Spiralfadens, lässt aber diesen als ein eigenthümliches, selbstständiges Gebilde von der Vereinigungsstelle des Kopfes und Schwanzes des Samenfadens entspringen, in Spiraltouren um den letztern nach rückwärts laufen und daselbst frei endigen;

Pouchet endlich beschrieb eine dünne, senkrecht auf der Medianlinie des Rückens der Samenfäden stehende Membran, welche durch ihre Undulationen das Flimmerphänomen hervorbringt. —

Wie man aus dieser gedrängten Zusammenstellung der einzelnen Hypothesen ersieht, ist der fragliche Gegenstand schon von den verschiedensten Seiten beleuchtet worden, und es dürfte an der Zeit sein, sich über die Art der Erklärung des Phänomens zu einigen. Ich habe mich in meiner Arbeit ¹⁾ über die Spermatozoiden von *Salamandra atra* bemüht, diese Verständigung anzubahnen, und theile hier die Resultate meiner Untersuchungen mit, verweise jedoch auf die unten angeführte Abhandlung, welcher eine Tafel mit schematischen Zeichnungen beigegeben ist, die vielleicht geeignet sind, die Auffassung der betreffenden Verhältnisse bedeutend zu erleichtern.

Bei der kritischen Betrachtung der Arbeiten meiner Vorgänger hat mich der Gedanke geleitet, dass nur jene Ansicht Anspruch auf eine allgemeine Annahme und Anerkennung machen kann, welche nicht nur alle an den Samenfäden bezüglich des Flimmerphänomens zu beobachtenden Erscheinungen völlig erklärt, sondern auch begrifflich macht, auf welche Weise, durch welche Täuschungen die anderen hierüber angestellten Hypothesen entstanden sind.

Was *Spallanzani's*, *Mayer's* und *Wagner's* (frühere) Ansichten betrifft, sei bemerkt, dass dieselben schon durch *Siebold* widerlegt und gedeutet wurden, weshalb wir uns der Mühe überheben können, hier näher auf dieselben einzugehen. Ausführlicher soll uns *Siebold's* Ansicht beschäftigen. Die Erklärung, welche *Dujardin* von dem Flimmerphänomen giebt, fällt mit jener *Siebold's* zusammen; denn auch *Dujardin* betrachtet als Grund der Erscheinung die fortschreitenden Undulationen eines freien, spiralförmig den Schwanz des Spermatozoids um-

¹⁾ „Ueber die Spermatozoiden von *Salamandra atra*.“ Ein Beitrag zur Kenntniss der festen Formbestandtheile im Samen der Molche. Von *Joh. N. Czermak*. Abgedruckt in der „Uebersicht der Arbeiten u. Veränderungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländ. Cultur im Jahre 1848. Breslau.

wickelnden Fadens, obschon er denselben an einer ganz andern Stelle als *Siebold* entspringen lässt.

Gegen die *Siebold-Dujardin'sche* Hypothese spricht:

1. Die von allen genannten neueren Forschern erwähnte Thatsache, dass das Flimmerphänomen nur an der convexen, nicht auch an der concaven Seite des gekrümmten Samenfadens zu beobachten sei; und

2. der Umstand, dass bei einer gewissen seitlichen Lage, die das Spermatozoid gegen den Beobachter entweder durch seine eigenen Bewegungen einnimmt oder durch willkürlich von diesem in der Samenflüssigkeit erzeugte Strömungen einzunehmen gezwungen wird, der undulirende Faden theilweise oder seiner ganzen Länge nach in Form einer Wellenlinie neben dem Schwanze, ohne denselben zu überkreuzen, deutlich zu sehen ist.

Wäre nämlich die fragliche Ansicht richtig, so müsste bei jedweder Lage des Samenfadens gegen den Beobachter das Flimmerphänomen auf beiden Seiten des Schwanzes zu sehen sein, und es könnte sich der sogenannte Spiralfaden niemals in bestimmter Entfernung neben dem Schwanze als Wellenlinie zeigen; denn der undulirende Faden soll ja in einer lockern Spirale um das als Axe dienende Spermatozoid herumlaufen!

Siebold fühlte den ersten Einwurf sehr wohl und suchte ihm durch die Bemerkung zu begegnen, dass sich an solchen Krümmungsstellen „der spiralgedrehte Faden zu dicht an die concave Seite der Axe anlege“. Dagegen lässt sich aber anführen, dass der Spiralfaden in bestimmten Momenten seiner „fortschreitenden Undulationen“ dennoch merklich von der concaven Seite des Schwanzes abgehoben werden und selbst im Falle völliger Ruhe, wegen seines wahrnehmbaren, wenn auch verschwindend kleinen Durchmessers, in Form einer Reihe von Pünktchen hinreichend deutlich bemerkbar sein müsste. Was den zweiten Einwurf betrifft, so hat *Dujardin* Beobachtungen mitgetheilt, welche beweisen, dass er selbst den sogenannten Spiralfaden theilweise neben dem Schwanze habe laufen sehen; doch beruhigt er sich bei dem Gedanken, dass an solchen Stellen der Spiralfaden „ein wenig abgerollt“ (deroulé) sei. Man hat es aber hier mit keiner zufälligen Erscheinung, wie nach *Dujardin's* Auffassung scheinen könnte, zu thun, sondern mit einer bloß durch das relative Lagerungsverhältniss des Samenfadens gegen den Beobachter nothwendig bedingten.

Nach dem Allen dürfte es klar sein, dass der freie, undulirende Faden nicht in einer Spirale um, sondern in einer Wellenlinie neben dem Schwanze des Spermatozoids verlaufe.

Es handelt sich zunächst um die Art der Befestigung des freien Fadens. *Siebold's* und *Dujardin's* Ansichten hierüber stehen sich diametral entgegen. Ersterer fasste den freien Faden als das rücklaufende

Endstück des Schwanzes auf, welches in der Gegend der Vereinigung des Kopfes und Schwanzes frei aufhört; Letzterer als ein eigenthümliches, vom Verwachsungspunkte der beiden genannten Körperhälften des Samenfadens entspringendes, hinten frei endigendes Gebilde. Siebold lässt den undulirenden Faden dort frei endigen, wo ihn *Dujardin* für angewachsen hält, und da entspringen, wo er nach *Dujardin* frei endigt. Ich glaube, die Wahrheit liegt in der Mitte; — der vermeintliche Faden ist nicht nur vorn, sondern auch hinten fest angewachsen; ja noch mehr: bedenkt man, dass der in einer Wellenlinie neben dem Schwanz verlaufende, an seinen beiden Endpunkten befestigte Faden bei allen Einrollungen und Krümmungen des Spermatozoids der convexen Seite des Schwanzes in constanter Entfernung folgt, ohne sich je über ein Gewisses zu entfernen, so wird man einsehen, dass die angeführte Befestigung nicht genügt, dass der undulirende Faden vielmehr seiner ganzen Länge nach an den Schwanz befestigt sein müsse. Will man etwa, um das eben erwähnte Factum zu erklären, eine eigne Anziehungskraft annehmen, welche den undulirenden Faden an die convexe Seite des Schwanzes bindet, und eine abstossende Kraft, welche ihn in constanter Entfernung vom Schwanz abhält? Ich glaube, es ist viel natürlicher, an eine dünne, glashelle Membran zu denken, welche den undulirenden Faden, etwa wie das Mesenterium den Darm an die hintere Bauchwand, in der Medianlinie an den Schwanz befestigt. Ueberdies kann man zuweilen bei passender Beleuchtung (namentlich an den Samenfäden von *Triton cristatus*) zwischen der convexen Seite des Schwanzes und dem undulirenden Faden in regelmäßigen Entfernungen von einander zarte Schattenstreifen wahrnehmen, welche sich gut aus den Faltungen jener durchsichtigen Membran erklären lassen. Diese Ansicht gewinnt noch mehr an Gewicht durch eine Beobachtung, welche ich namentlich an unreifen Samenfäden (in Hodensamen) gemacht habe. An diesen fand ich an mehreren Stellen des Kopfes und Schwanzes Blasen, welche nach Zusatz von Wasser anschwellen, kugelig wurden und über grössere Strecken sich ausdehnten. Nach dieser oft gemachten Erfahrung glaube ich annehmen zu können, es existire eine eigne, diese Samenfäden umhüllende Haut, wie eine solche schon von *Pouchet* und von Anderen an verschiedenen Spermatozoiden nachgewiesen wurde. Es liegt nahe, jene undulirende Membran für eine Duplicatur dieser Umhüllungshaut zu erklären.

Das Flimmerphänomen wird somit durch die fortschreitenden Undulationen einer glashellen Membran, welche mit dem einen kürzeren Rande an die Samenfäden befestigt ist, mit dem andern längeren und in einer Wellenlinie gebogenen Rande aber frei in die Samenflüssigkeit hineinragt, hervorgebracht. Die Undulationen der Membran pflanzen sich bei den Salamandern in der Richtung vom Kopf- gegen das Schwanz-

Ende der Samenfäden fort; für die Tritonen kann ich jedoch *Siebold's* Beobachtung bestätigen, dass sich die Richtung ändern, ja sogar streckenweise entgegengesetzt sein könne. Vielleicht finden auch an den Samenfäden der Salamander bezüglich der Richtung der Undulationen ähnliche Verhältnisse statt, wie bei denen der Tritonen.

Pouchet hatte im Jahre 1845 das Flimmerphänomen der Samenfäden zuerst auf die mitgetheilte Weise zu erklären versucht. Ich halte diese Ansicht für die richtige, indem dieselbe nicht nur alle Erscheinungen hinsichtlich der Flimmerbewegung erklärt, sondern auch einsehen lässt, auf welche Weise die Hypothesen *Spallanzani's*, *Mayer's*, *Wagner's*, *Siebold's* und *Dujardin's* entstehen konnten.

Zur richtigen Würdigung der in Frage stehenden Verhältnisse — dies sei beiläufig bemerkt — ist jedoch einige Bekanntschaft mit der Projectionslehre, welche den Schlüssel zu allen den scheinbaren Gestaltveränderungen der Undulationen der Membran abgiebt, unentbehrlich. Näher hierauf einzugehen liegt ausser dem Zwecke dieser Mittheilung. —

Werfen wir noch einen Blick auf den Weg, welchen die Wissenschaft bis zur nunmehrigen Auffassung der ganzen Erscheinung gegangen ist, so muss es uns auffallen, dass dieser durch die einzelnen nach einander von verschiedenen Forschern ausgesprochenen Ansichten bezeichnete Weg genau jenem entspricht, welchen die Mehrzahl Derer, die sich anhaltend mit dem Gegenstande beschäftigen, zu durchlaufen hat. Das sich entwickelnde Verständniss wiederholt den Gang der Wissenschaft ganz oder theilweise im Geiste der einzelnen Beobachter. Beim ersten Blick in's Mikroskop sehen die Wenigsten etwas von dem Flimmerphänomen, was gar nicht wundern darf, denn es gehört dieses Object zu den subtilsten im ganzen Gebiete der Mikroskopie. Alsbald sammelt das Auge seine Aufmerksamkeit und bemerkt sofort den Flimmerstrom (*Mayer*, *Spallanzani*). Als erster Gedanke über die denselben hervorbringende organische Einrichtung drängt sich eine Reihe von Flimmerhärchen auf; doch, so fragt man weiter, wie soll dieser Ueberzug von Flimmerhaaren angeordnet sein? Keine der hypothetisch aufgestellten Anordnungen will recht zur Erscheinung passen. Das Phänomen wechselt mit jeder Bewegung des Samenfadens seine Form. Unentschieden schwankt man von einer Vorstellung zur andern. Es ist dies jener Standpunkt, auf welchem sich *Wagner* bei seinen ersten Arbeiten (Fragm. zur Physiol. der Zeug.) befand. Anhaltende Beobachtung aber lässt die scheinbaren Cilien als die im Focus liegenden Partien eines continuirlichen, in fortschreitenden Undulationen begriffenen Fadens erkennen (*Siebold*, *Wagner* und *Dujardin*), welcher endlich auf die oben dargestellte Weise als der freie Rand einer durchsichtigen Membran gedeutet wird. —

Die Bewegungen der Samenfäden der Tritonen und Salamander

verdienen noch einer Erwähnung. Man kann eine doppelte Art von Bewegungen unterscheiden. Jene der ersten Art bestehen darin, dass sich Kopf und Schwanz auf mannigfache Weise krümmen und in verschiedenen Curven hin- und herbiegen; *Wagner* hat hierüber ausführlicher gehandelt; unter denen der zweiten Art sind die eigentlichen Ortsveränderungen zu verstehen, welche hauptsächlich an den völlig reifen Samenfäden beobachtet werden. Sie resultiren aus zwei Momenten; beide Momente bedingen in gleichem Maasse die Möglichkeit der Ortsveränderung. Die fortschreitenden Undulationen der auf der convexen Seite der Krümmungen aufsitzenden Membran sind das Treibende, die eigentlich motorische Kraft; die eigenthümlichen, schneckenförmigen Windungen der Samenfäden, welche dieselben eine Zeitlang starr beibehalten, bestimmen hingegen, ob und in wie weit sich die Wirkungen der Undulationen aufheben, oder nicht; von ihnen hängt hauptsächlich die Richtung der Ortsveränderung ab. Wie wesentlich dieser letzte, auch von *Pouchet* nicht scharf hervorgehobene Umstand ist, ergibt sich daraus, dass die Bewegung sogleich eine ganz andre wird oder gar ganz aufhört, sobald sich die Krümmungslinie des Samenfadens ändert. In meiner oben erwähnten Arbeit habe ich diesen Typus der Ortsveränderungen ausführlicher behandelt, die Bewegungen der ersten Art aber als bekannt vorausgesetzt.

Die Samenfäden der Molche haben, wie man aus Allem sieht, sehr viel Charakteristisches und Eigenthümliches. Jene, die sich noch immer nicht von dem Gedanken an die Thierheit der Spermatozoiden überhaupt trennen konnten, werden vielleicht in den complicirten Bewegungen und Ortsveränderungen dieser Samenfäden und der anscheinend willkürlichen Richtungsveränderung der Undulationen der Membran eine Stütze für ihre Ansicht finden wollen! —

Breslau, den 45. März 1849.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1849-1850

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Czermak [Czermák] Johann Nepomuk

Artikel/Article: [Ueber die Samenfäden der Salamander und der Tritonen. 350-355](#)