

V.

Beobachtungen an den Eiern der Fische und Frösche.

Von Dr. Rudolf Arndt,
Professor in Greifswald.

(Hierzu Taf. I. Fig. 4—8.)

Wenn man Eier von Fischen oder Fröschen, die man dem eben getödteten Thiere entnommen hat, auf einem Objectträger zerreisst, ihren Inhalt möglichst rasch ausbreitet, ohne weiteren Zusatz mit einem Deckgläschen bedeckt und dann unter das Mikroskop bringt, so sieht man bei ungefähr 1000 maliger Vergrösserung zwischen den oft dicht gedrängten Dotterkörperchen, auf die einzugehen aber hier nicht der Ort ist, eine Unmasse von Körnchen, die bald mehr bald weniger dicht gehäuft daliegen.

Diese Körnchen sind bei den Fischen, von denen *Esox lucius*, *Abramis Brama*, *Leuciscus erythrophterus*, *Perca fluviatilis*, *Acerina cernua* zur Untersuchung kamen, sehr blass, bei den beiden *Ranae temporaria* und *esculenta* aber fast schwarz. Sie liegen in die schleimig-zähe Grundsubstanz des Dotters eingebettet und stehen mit ihr in bald engerer bald loserer Verbindung. Sie wechseln in ihrer Grösse von unmessbar kleinen, eben sichtbar werdenden Pünktchen und Kugelchen, welche $1,0—1,5 \mu$ und darüber im Durchmesser haben. Bei *Rana* lassen die grösseren Körnchen sehr deutlich eine helle Randschicht und ein dunkles Centrum erkennen. Sie stellen also Bläschen oder Kapseln dar mit einer durchsichtigen Hülle und einem undurchsichtigen Inhalte. Durch den letzteren wird eben das schwärzliche Aussehen bedingt, das die Körperchen überhaupt an den Tag legen. Bei den Fischen ist ein solches Verhältniss nicht wohl zu erkennen. Doch besteht es zuversichtlich auch, weil aus diesen Körnchen sich, wenn auch vielleicht nicht alle, so doch die bei weitem meisten Dotterkörperchen entwickeln und diese eine Hülle oder Membran unzweifelhaft haben.

Die in Rede stehenden Körnchen besitzen eine grosse Affinität zu allerhand Chemikalien und legen das insbesondere durch ihr

Verhalten zu Farbstoffen an den Tag. Bei denen der Frösche kann man deutlich sehen, dass es hauptsächlich ihre im Centrum gelegenen Partien sind, ihr Inhalt, der sich färbt, während ihre Randpartien, ihre Hülle oder Kapsel, nur wenig Farbstoff aufnimmt, ja öfters dem Auscheine nach auch ganz ungefärbt bleibt. Eine ganz besondere Verwandtschaft indessen scheinen die Körnchen zu den Anilinfarben und deren Verwandten zu haben. Denn in ganz kurzer Zeit nehmen sie durch Anilinblau, Anilinbraun, durch Rosanilin und Fuchsin, ferner durch Eosin, Pikrinsäure, Methylviolettt die lebhaftesten Färbungen an. Etwas weniger, aber immer noch sehr stark wirken auf sie auch Hämatoxylin-Alaun, Carmin-Ammonik, Alizarin- und Purpurin-Natron, Indigearmin, Jod. Ueberosmiumsäure, die bekannten Gold-, Silber- und Palladiumsalze werden durch sie reducirt. Die Körnchen erweisen sich somit nach Allem als Elementarkörperchen des Protoplasmas und in Anbetracht ihrer Abstammung als solche des Dotters, als Corpuscula primigenia vitelli.

So lange die Körnchen nun in der bezeichneten Weise der Beobachtung unterworfen werden, liegen sie ruhig da, ohne auch nur die geringste Bewegung zu machen. Sowie aber ein differenter Körper auf sie einwirkt, dem Präparate ein Tropfen Wasser, rein oder mit einem der oben genannten Farbstoffe zugesetzt wird, fangen sie an in Bewegung zu gerathen, jene bekannte, tänzelnde, wie sie kleinste Körper unter dem Mikroskope so häufig ausführen. Je länger je mehr nimmt innerhalb einer gewissen Zeit diese Bewegung zu und wird um so lebhafter, je energischer in gewissen Grenzen die Farbstofflösung einwirkt, je reicher diese also bis zu einem gewissen Grade an Farbstoffen ist. Nach einiger Zeit lässt die Bewegung wieder nach und bald darauf liegen die Körperchen auch wieder so ruhig da, wie zuvor. Sie, die Bewegung ist darum offenbar abhängig von dem Eindringen des Wassers beziehungsweise der Farbstoffe in die Körperchen, oder anders und vielleicht richtiger ausgedrückt, von der Aufnahme des Wassers und der Farbstoffe durch die Körperchen, und dauert so lange, wie diese selbst dauert, d. h. bis Sättigung eingetreten ist. Sie dauert darum länger wenn nur sehr verdünnte Farbstofflösungen einwirken, kürzer, wenn stärkere dies thun. Kommen sehr concentrirte Farbstofflösungen zur Geltung, so beobachtet man sie gar nicht. In einem Momente färben sich da die Körperchen gleich so tief, wie sie nur können

und was dabei vorgeht, ist nicht wahrzunehmen. Vornehmlich geeignet um dies festzustellen sind wieder die Anilinfarben und ihre Verwandten. In ganz schwachen Lösungen des Methylvioletts, in denen sich unsere Körperchen erst in langer Zeit färben, dauert diese ihre Bewegung auch sehr lange. In etwas stärkeren Lösungen, die in kurzer Zeit zu einer intensiven Färbung der Körperchen führen, hält sie auch nur kurze Zeit an. In concentrirteren Lösungen, in denen sich die Körperchen anscheinend in dem Augenblick intensiv färben, wo diese einwirken, ist keine Spur von Bewegung an ihnen zu erkennen. Sie scheinen zu erstarren, sowie die Farbstoffe mit ihnen in Berührung kommen, und sie von ihnen durchtränkt werden.

Da die fragliche Bewegung unserer Körperchen mit der Farbstoffaufnahme im Zusammenhang steht, in ihrer Geschwindigkeit offenbar von der Geschwindigkeit abhängt, mit welcher diese letztere erfolgt, so ergibt sich, dass diese Farbstoffaufnahme selbst nur wieder mit einer Bewegung in Zusammenhang stehen kann, welche in den Körperchen sich vollzieht. Die Farbstoffaufnahme von Seiten derselben kann somit nur auf einem chemischen Prozesse, einer Aenderung der Moleküle beruhen, welche sie und vor Allem ihre Inhaltskörperchen zusammensetzen. Diese ihre Moleküle, ihre Atomverbindungen werden gelöst, neue solcher Atomverbindungen werden in ihnen in das Sein gerufen und dabei werden die eigentlich färbenden Elemente in der einen oder der anderen Weise mit aufgenommen. Die Reduction der Ueberosmiumsäure, der Gold-, Silber- und Palladiumsalze und die dadurch bedingte Färbung der Körperchen erhebt das auch für die übrigen Farbstoffe fast zur Gewissheit. Die mit der Lösung der vorhandenen und Bildung der neuen Atomverbindungen aber nothwendig Hand in Hand gehende Bewegung in den Molekülen der Körperchen führt durch ihre Häufung zu einer Bewegung der ganzen Körperchen und so wird der chemische Vorgang, eine Atombewegung, die eine Molecularbewegung zur Folge hat, zur Massenbewegung. Das bekannte Tänzeln ist die Form, in welcher sie sich dem Beobachter darstellt.

Es ist klar, dass, wenn der chemische Vorgang in den Elementarkörperchen ein sehr langsamer ist, wie in dünnen Farbstofflösungen, dass dann auch die Bewegung der Körperchen als Ganze eine sehr langsame sein wird; dass dagegen diese sich beschleunigt zeigen wird, wenn jener, wie in stärkeren Farbstofflösungen, selbst

ein beschleunigter ist. Ebenso ist aber auch klar, dass wenn dieser chemische Prozess nur einen Moment dauert, wie in concentrirteren der genannten Lösungen, dass dann sich die daraus resultirenden weiteren Vorgänge leicht der Wahrnehmung entziehen werden, weil sie viel zu schnell vorübergehen.

Den Farbstoffen ganz gleich verhalten sich auch die übrigen Chemikalien. Nur ist das Zustandekommen ihrer Wirkungen nicht in dem Maasse zu erkennen, wie bei jenen. Wir sehen ihr Eindringen, ihr Durchsetzen oder auch Zersetzen der Körperchen nicht, wie dort. Wir gewahren nur, dass unter ihrem Einflusse und proportional der Stärke, in welcher dieser erfolgt, dieselben Bewegungen der Körperchen hervorgerufen werden, wie durch jene. Nichtsdestoweniger haben wir darum doch alles Recht, aus den gleichen Wirkungen auf die gleichen Ursachen zu schliessen und die Elementarkörperchenbewegung, welche auf ihre Anwendung hin zur Erscheinung kommt, von der Atom-, beziehungsweise Molecularbewegung abzuleiten, zu welcher sie in jenen den Anstoss gaben.

Haben wir danach nun aber die fragliche Bewegung unserer Elementarkörperchen noch als eine lebendige anzusehen oder ist sie nach anderen Gesichtspunkten zu beurtheilen? Die Frage ist schwer zu beantworten. Sie als nicht aus lebendigen Ursachen hervorgegangen hinzustellen, sie nur als Resultat einfach chemisch-physikalischer Prozesse und somit auch als einen rein mechanischen Vorgang zu betrachten, will nicht viel sagen. Denn das Leben selbst ist ein chemisch-physikalischer Prozess, der sich in seiner Complirtheit nur aus den einfachsten derartigen Prozessen zusammensetzt und unter denen gerade die besprochenen, wie die Brücke'schen Beobachtungen an den Speichelkörperchen, meine Beobachtungen an den Muskelfasern, den Axencylindern der Nervenfasern, dem Protoplasm̄ überhaupt gelehrt haben, eine hervorragende Rolle spielen. Allerdings treten die fraglichen Bewegungen der Elementarkörperchen auch auf, nachdem sie, die letzteren, mehrere Stunden, ja selbst Tage lang trocken gelegen haben, sobald sie nur wieder befeuchtet werden, also nachdem sie den gewöhnlichen Auffassungen nach längst abgestorben und den einfachsten chemischen Prozessen, welche die Zersetzung darstellen, verfallen waren. Allein wer sagt uns, dass in solchen Fällen die Elementarkörperchen wirklich schon abgestorben und damit der Fähigkeit verlustig gegangen waren, je

wieder lebendige Thätigkeiten auszuführen? Wir leben da in einer ganzen Menge von Vorurtheilen, und eine grosse Anzahl von Menschen ist blos darum gegen jede etwas andersartige Auffassung gegebener Verhältnisse und erklärt sie für unbewiesene Hypothesen, weil sie selbst sich von den Vorurtheilen und Hypothesen nicht losmachen kann, mit denen ihr ganzes Dichten und Denken verquickt ist. Nicht oft genug kann deshalb wiederholt werden, dass Tod eines Organismus noch nicht Tod aller seiner Theile bedeute. Wir kennen Alle sogenannte überlebende Theile. Der abgebrochene Eidechsen- und Blindschleichenschwanz regen sich noch und winden sich hin und her, wenn längst auch die Eidechse und Blindschleiche selbst abgestorben sind. Die Beine des Kanker zucken noch, wenn längst auch von dem zermalmten Körper desselben keine Spur mehr vorhanden ist. Das Froschherz, das Fischherz schlägt noch, wenn auch der Frosch bereits von der Katze gefressen, der Fisch gekocht und verzehrt worden ist. Und dabei handelt es in allen diesen Fällen sich noch um höher entwickelte Organe höher entwickelter Thiere! Ganz anders darum vielfach noch, wenn wir in der Organreihe tiefer hinabsteigen und an einfacheren Bestandtheile der Organismen uns wenden. Da finden wir, dass solche nicht blos Tage, nein, Wochen lang noch Leben zeigen, ja noch wachsen und sich selbst vermehren können. In dieser Hinsicht ist bekannt, dass Landois z. B. die rothen Blutkörperchen des Hundes, an einem kühlen Orte aufbewahrt, noch nach vollen vier Tagen lebenskräftig antraf; ja dass sein Schüler Du Cornu sogar sah, dass unter besonderen Umständen in einem Eiskeller aufgehoben, sie es noch nach 5 und selbst $5\frac{3}{4}$ Tagen waren. Und ebenso ist weiter bekannt, dass von Recklinghausen in Froschblut, das in einer feuchten Kammer eingeschlossen war, noch nach 11 bis 12 Tagen Neubildung rother Blutkörperchen und in Salamanderblut, welches in eine Glasröhre verschlossen worden war, noch nach 65 Tagen Bewegungen der weissen Blutkörperchen zur Beobachtung bekam, wie sie anders nicht in frischem Blute zu sehen sind. Die rothen Blutkörperchen, die weissen Blutkörperchen sind aber den Elementarkörperchen gegenüber noch sehr complicirte und hinfällige Gebilde. Zeichnen sich doch die letzteren und insbesondere die mit einer Hülle oder Kapsel versehenen gerade durch ihre grosse Resistenz, ihre Beständigkeit sowohl Säuren als auch Alkalien, Alkoholen,

Aethern und selbst sehr hohen und niederen Temperaturen gegenüber aus. Wir haben darum keine Ursache anzunehmen, dass unsere Elementarkörperchen, weil sie eine Zeit lang trocken und dabei regungslos gelegen haben, abgestorben sein müssten, und dass die Bewegungen, welche sie nach genügendem Zutritt von Feuchtigkeit wieder vollführen, darum keine lebendigen sein könnten. Es wird zuletzt auf Geschmacksache hinauskommen, ob man diese ihre Bewegungen noch lebendige nennen will oder nicht; immer jedoch wird man sich vergegenwärtigen müssen, dass alle lebendigen Bewegungen, wie geartet sie auch sein mögen, in letzter Reihe nicht anders zu Stande kommen und einfach chemisch-physischer Natur sind.

Und was nun die Bewegungen selbst noch anlangt, ergiebt sich da vielleicht ein weiterer Anhalt für den Charakter, der ihnen beizumessen ist?

Wir haben dieselben im Allgemeinen als eine tänzelnde bezeichnet, wie sie kleinste Körper unter dem Mikroskop so häufig ausführen. Das Wesen derselben ist, dass die Körperchen pendelartige Schwingungen machen, ähnlich der Unruhe einer Taschenuhr, dabei aber, weil sie nicht fixirt sind, fortwährend den Platz wechseln und im Raume vorrücken. Sind die genannten Schwingungen sehr regelmässig, weil die ihnen zu Grunde liegenden Atome und Molekularbewegungen sehr regelmässig sind, so verleiben sie eben den Gesammtbewegungen der Körperchen das Tänzelnde, das wir hervorgehoben haben. Erfolgen dagegen diese letzteren einmal energischer, weil die vorhandenen Synthesen sich rascher lösen, die neuen sich rascher bilden, dann geht auch die leicht tänzelnde Bewegung der Körperchen in eine ruck- oder stossweise über, und wie von einer unsichtbaren Macht getroffen fliegen die Körperchen über weitere oder kürzere Strecken einher. Dabei können sie mehr gerade Linien einhalten oder auch Curven beschreiben und ganz das Wesen eines von Willkür beherrschten Geschöpfes an den Tag legen. Die Körperchen gleichen dann Kugelbakterien, Mikrococcen, in auffälliger Weise und, wenn man nicht wüsste, was sie wären und woher sie stammten, müsste man sie auch für einen Schwarm solcher halten. Da man nun aber ganz allgemein, und sicherlich nicht mit Unrecht, die Bewegungen dieser für lebendige ansieht, so wird man auch die unserer Elementarkörperchen dafür erachten müssen.

Uebrigens haben unsere Elementarkörperchen auch sonst noch sehr viel Aehnlichkeit mit den Kugelbakterien oder Mikrococcen und deren Verwandten. Ganz abgesehen von ihrer Reaction gegen Farbstoffe, in welcher beide mit einander übereinstimmen, haben sie auch das gemeinsam, in verschiedener Weise, und namentlich zu mehreren mit einander verbunden, aufzutreten. Je nachdem die Elementarkörperchen nehmlich aus der Grundsubstanz des Dotters frei werden, was eben durch ihre Bewegungen geschieht, treten sie bald so, bald anders in die Erscheinung. Die ungeheure Mehrzahl erscheint blos für sich, lässt wenigstens nichts an sich unterscheiden, was ihnen nicht zukäme. Eine gewisse Anzahl ist indessen von einem verhältnissmässig breiten Saume einer zarten, mattgrauen Substanz umgeben, die nichts Anderes sein kann, als eine Partie Dottergrundsubstanz, die ihnen fester als der übrigen Masse dieser Substanz anhaftete und von ihr abgerissen und mitgenommen wurde (Fig. 1 b). Nicht selten umgibt eine solche Partie Dottergrundsubstanz das betreffende Elementarkörperchen aber nicht gleichmässig, wie ein überall gleich dicker Mantel, sondern ist, nach einer Richtung fadenförmig ausgezogen. Die Elementarkörperchen erscheinen dann wie geschwänzt und sind gewissen Helobakterien Billroth's in hohem Grade ähnlich (Fig. 1 c).

Durch solche Partikelchen von Grundsubstanz werden indessen auch eine ganze Anzahl von Elementarkörperchen gelegentlich mit einander verbunden und kommen als ein grösseres, zusammenge setztes Ganzes zur Erscheinung.

Sind die Körperchen zu 3, 4, 5 oder noch mehr so mit einander verbunden, wie sie sich auf das Innigste haben an einander legen können, so zeigen sie sich als kleine granulierte, kernähnliche Gebilde, wie sie Brücke nach Auflösung der Speichelkörperchen entstehen sah, und ich als Gruppenkörperchen von allen protoplasmatischen Körpern beschrieben habe. Haben sich jedoch die Körperchen in Reihen an einander gelegt, so entstanden dadurch, wenn ihrer zwei das nur thaten, was am häufigsten der Fall ist, den Diplococcus Billroth's ähnliche Wesen, sonst aber, also wenn ihrer mehrere sich so verbanden, Gestalten, welche den Streptococcus arten dieses Autors oder auch den Torulaformen der Mikrococeus arten Cohn's gleichen. Ja, ist die die Elementarkörperchen zusammenhaltende Dottergrundsubstanz reichlich vorhanden, so dass sie

gewissermaassen einen längeren oder kürzeren Faden bildet, in den die Elementarkörperchen gleichsam der Reihe nach eingelassen erscheinen, so können Dinge zum Vorschein kommen, die eine täuschende Aehnlichkeit mit Vibrionen besitzen (Fig. 1 d) und das um so mehr, als sie sich auch wie solche bewegen, bald träger, bald weniger träge dahinschlängeln.

Da für das Zustandekommen all dieser merkwürdigen Verbindungen, in denen die Elementarkörperchen selbst auftraten, mir das Verhalten der Dottergrundsubstanz, sowohl an und für sich, als auch zu den Elementarkörperchen selbst von grossem Be lang zu sein schien, so glaubte ich versuchen zu müssen, wie dieses Verhalten unter dem Einflusse verschiedener nicht zu stark eingreifender Agentien wäre, und ob es sich etwa ihnen gemäss abänderte. Zu dem Zwecke behandelte ich Eier von *Rana temporaria* mit Kochsalz, indem ich sie gleich in einer Lösung von 1 bis 2 pCt. desselben zerzupfte. Neben den eben beschriebenen Formen, zu denen sich die Elementarkörperchen angeordnet hatten, kamen sie da auch zu langen Fäden verbunden vor, die zum Theil sich einfach theilten, zum Theil baumförmig verzweigten und dadurch eine, wenn auch nur gewisse Aehnlichkeit mit den Cladotrich- oder Streptothrixformen Cohn's erhielten (Fig. 2). Mit Ochsengalle behandelt, zeigten sich neben den oben näher bezeichneten Formen noch lange, gerade oder auch gewundene Fäden, zu denen die Elementarkörperchen zusammengetreten waren (Fig. 3). In Harnstofflösung erschienen außerdem noch lange Fäden aus Dottergrundsubstanz, die nur zerstreut mit Elementarkörperchen besetzt waren oder auch nur an einem Ende ein solches trugen (Fig. 4). In Borsäure kamen ähnliche Bildungen zum Vorschein, doch nicht mit so lang ausgezogener Dottergrundsubstanz und zudem noch zahlreiche, vielfach gewundene und selbst gekräuselte, fadenartige oder perl schnurartige Körper aus dicht an einander gedrängten Elementarkörperchen (Fig. 5). In sehr dünnen Lösungen von Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali, in Lösungen von rothem und gelbem Blutlaugensalz endlich erschienen ganz entsprechende, aber immer doch etwas anders aussehende Gestaltungen, die sowohl aus Elementarkörperchen als auch mehr oder weniger deutlich hervortretender Dottergrundsubstanz bestanden.

Es konnte somit keinem Zweifel mehr unterworfen sein, dass

in der That auf die Art und Weise, wie im gegebenen Falle die Elementarkörperchen sich mit einander verbinden, die Umstände, welche auf sie und die Dottergrundsubstanz einwirken, von grossem Belang sind und dass die eigenthümlichen Gebilde, in denen sie danach als körnige Bestandtheile erscheinen, lediglich auf Rechnung dieser zu schieben sind. Wie weit aber diese Dinge und die mit ihnen zusammenhängenden Prozesse auch sonst noch von Belang sind, lasse ich dahingestellt sein. Die einfache Mittheilung derselben mag für jetzt genügen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I. Fig. 4 — 8.

- Fig. 4. Elementarkörperchen aus dem Dotter des Froscheies mit indifferenter Flüssigkeit behandelt, a gewöhnliche, vereinzelt umhertreibende Körperchen, b geschwänzte, c zu Gruppen zusammengetretene, sogenannte Gruppenkörperchen bildende, d zu Fäden zusammengetretene, Vibrionen ähnliche Körper bildende. Vergr. 1000 — 1200mal.
 - Fig. 5. Elementarkörperchen-Verbindungen nach Behandlung des Froscheies mit Kochsalz. Vergr. dieselbe.
 - Fig. 6. Elementarkörperchen-Verbindungen nach Behandlung des Froscheies mit Ochsengalle. Vergr. dieselbe.
 - Fig. 7. Elementarkörperchen-Verbindungen nach Behandlung des Froscheies mit Harnstoff. b Fäden aus Dottergrundsubstanz. Vergr. dieselbe.
 - Fig. 8. Elementarkörperchen-Verbindungen nach Behandlung des Froscheies mit Borsäure. Vergr. dieselbe.
-