

Das Experiment bestätigte diese Schlussfolgerung auf das glänzendste, doch stellte es sich dabei heraus, dass das Köpfchen am oralen Ende fast stets eher erschien als am aboralen; die Differenz konnte Tage, ja sogar Wochen betragen.

Fragen wir uns nun nach der eigentlichen Auslösungsursache der Köpfchenbildung, so gehen wir nicht fehl, wenn wir dieselbe in einem bestimmten Sauerstoffgehalt des umgebenden Mediums suchen. Ein Experiment von Loeb macht diese Vermutung zur Gewissheit. Wird nämlich ein abgeschnittenes *Tubularia*-Stämmchen ohne Polyp in die Spitze einer Pipette und diese in den Sand des Aquariums gesteckt, so bildet sich an dem Ende, welches in das Wasser der Pipettenröhre hineinragt, nur ausnahmsweise, an dem anderen, von sauerstoffreichem Wasser umspülten dagegen fast stets ein neuer Polyp. Hiernach ist es also mit Sicherheit der Sauerstoffgehalt des umgebenden Mediums, welcher an dem Schnittende jene Entwicklungsmechanismen in Thätigkeit setzt, welche zur Polypenbildung führen.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Morphologie und Embryologie eines Tardigraden (*Macrobotus Macronyx* Duj.).

Vorläufige Mitteilung II.

Von **R. v. Erlanger**,

Privatdozent der Zoologie.

Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.

Ziemlich reichliches Auftreten von *Macrobotus Macronyx* in dem Altrhein bei Neuhofen im Januar und März dieses Jahres erlaubten mir weitere Beobachtungen über die Biologie und Embryologie dieser Form anzustellen.

Eierballen kamen ziemlich häufig vor, jedoch waren sie im Gegensatz zu dem im Jahre 1893 von Herrn Lauterborn konservierten Material von den Weibchen getrennt, d. h. die Eier waren, wie gewöhnlich angegeben wird, in der abgestreiften Chintinhaut des mütterlichen Tieres abgelegt, während 1893 die meisten Weibchen die alte Haut noch mit sich herumschleppten. —

Die Beobachtung zahlreicher lebender Individuen zeigte zunächst, dass entgegengesetzt dem Verhalten der landlebenden Tardigraden Männchen fast ebenso häufig wie Weibchen auftreten. Bekanntlich haben Doyère und Greef höchst selten Individuen mit Sperma angetroffen, was auch von Plate bestätigt wird, welcher bekanntlich zuerst nachwies, dass bei den Bärtieren die Geschlechter getrennt sind, während seine Vorgänger die Tardigraden für Zwitter hielten.

Bei einiger Uebung lassen sich die Männchen schon unter dem Präpariermikroskop leicht von den Weibchen unterscheiden. Dieselben sind durchschnittlich um die Hälfte kleiner als die Weibchen, beweglicher, viel durchsichtiger und farblos, während die Weibchen durch die im Ovar enthaltenen Eier eine gelbe bis braune Färbung aufweisen, welche vom Eidotter herrührt. Wenn man weiter erwähnt hat, dass die Männchen schlanker gebaut sind als die Weibchen, deren Eierstock im reifen Zustand eine mächtige Ausdehnung erlangt, so hat man alle Unterschiede erwähnt, abgesehen vom Unterschied im Inhalt der Gonade.

Die Spermatozoen von *Macrobiotus macronyx* scheinen nicht unerheblich in ihrem Bau von denjenigen der Landformen abzuweichen, da sie nämlich einfach fadenförmig sind und den von Greef und Platen beschriebenen Kopfanhang nicht besitzen, auch sind sie bedeutend länger mit schlankem Kopfstück. Vielleicht lassen sich die Unterschiede im Bau der Samenfäden auf die verschiedenen Existenzbedingungen zurückführen.

Ebensowenig wie Platen konnte ich mich vom Vorhandensein eines Kopulationsorgans überzeugen, wie es Greef beschrieben hat, obgleich ich zahlreiche lebende und konservierte männliche Exemplare daraufhin untersuchte. Uebrigens schließt die Art, auf welche die Befruchtung hier erfolgt, die Existenz eines besonderen Begattungsorganes oder Penis aus.

Ich habe wiederholt Gelegenheit gehabt die Befruchtung unter dem Mikroskop zu verfolgen. Dieselbe erfolgt während der Eiablage. Die Eiablage selbst ist bei unserer Form bereits ganz richtig von Kauffmann beschrieben worden. Das Weibchen zieht sich zuerst stark in seiner Haut zusammen, auf etwa die Hälfte der normalen Länge. Auf diese Weise wird das Hinterende des Panzers vom zweiten Beinpaar ab leer und in diesen Raum werden die Eier durch den After ausgestoßen.

Während Kauffmann diesen Vorgang nur einmal gesehen hat, habe ich denselben etwa fünfzigmal beobachten und außerdem zuerst feststellen können, auf welche Weise die Befruchtung erfolgt.

Es war mir mehrmals beim Herausfangen eierlegender Weibchen aufgefallen, dass ein Männchen an denselben herumkroch. Ich fing dann wiederholt derartige Pärchen mit einer feinen Pipette heraus, brachte sie unter ein Deckglas in einen Wassertropfen und beobachtete sie mit Immersion. Während nun in vielen Fällen die Befruchtung bereits erfolgt war, konnte ich dreimal beobachten, dass das Männchen in der Nähe des Hinterendes der Chitinhaut des Weibchens kleine Mengen Sperma ausstieß. Die Chitinhaut stülpt sich auf eine kurze Strecke des Enddarms ein und bildet ein kurzes den Enddarm aus-

kleidendes Rohr, welches sehr gut bei abgestoßenen Häuten zu sehen ist. Ebenso deutlich kann dasselbe bei eierlegenden Weibchen wahrgenommen werden, wenn sie sich in der Chitinhaut zusammengezogen haben. Durch diese Afterröhre nun gelangen die Spermatozoen zu den Eiern, welche den leeren Raum in der hinteren Hälfte der Chitinhaut ausfüllen. In dieser Wanderung scheinen die Samenfäden wesentlich durch die pumpenden Bewegungen, welche das Weibchen in seiner Chitinhaut ausführt, unterstützt zu werden. Auch konnte ich wiederholt das Eindringen des Samenfadens in das Ei beobachten.

Ich komme nun zu den Vorgängen der Reifung und Befruchtung im Ei selbst.

Beobachtet man ein reifes Weibchen, welches leicht durch seine Größe und die Farbe seines Eierstocks auffällt, so erkennt man, dass fast die ganze Gonade von zwei Reihen von polygonal abgeplatteten Eiern ausgefüllt wird. Sind die Eier ganz reif, so werden sie von einer großen sehr deutlichen Spindel durchzogen, an deren Enden ich mit der Henne-guy'schen Methode die Centrosomen nachweisen konnte. Dieselben waren einfach. Die Spindel ist am lebenden Objekt ohne weiteres zu sehen, verschwindet aber kurz vor der Eiablage.

Wie schon erwähnt wurde, werden die Eier per Anum entleert und entbehren noch der Eihaut, was daraus ersichtlich ist, dass sie beim Passieren des Enddarms und Afters stark zusammengequetscht werden und bis zur Befruchtung durch die Bewegung des Weibchens sich gegenseitig in der Chitinhaut abplatteten. Somit ist die Eihaut ein Produkt des Eies selbst und geht, wie ich glaube, direkt aus der Alveolarschicht des Eies hervor, welche am Eierstocke deutlich zu sehen ist, während ich dieselbe am befruchteten Ei nicht mehr wahrnehmen konnte.

Öffnet man die Chitinhaut eines Weibchens, welches eben die Eier abgelegt hat, so sieht man zunächst öfters einige Spermatozoen, welche nicht eingedrungen sind, während die Eier regelmäßig befruchtet sind.

An solchen lebenden Eiern erkennt man in der Gegend des einen Eipols (das Ei ist oval und zeigt etwa die Gestalt eines Hühnercies mit mehr abgestumpften Enden) unter der jetzt gebildeten starren Eihaut nur einen hellen Fleck. Lässt man die Eier sich unter dem Mikroskop weiter entwickeln, so bemerkt man zunächst, dass dieser helle Fleck größer wird und allmählich gegen den Mittelpunkt des Eies zu hineinwächst. Bald bemerkt man in der Nähe des entgegengesetzten Eipoles, ebenfalls an der Oberfläche, einen zweiten hellen Fleck, welcher nach und nach anwächst und allmählich dem Eimittelpunkt zurücktritt. Während der zweite helle Fleck in das Einnere hineinrückt, ohne irgendwelchen Zusammenhang mit der Eiober-

fläche zu bewahren, bleibt der erste dauernd mit derselben durch einen hellen Raum verbunden, welcher die Gestalt eines Trichters oder Kegelmantels besitzt. Bei besonders günstigen Eiern kann man im Leben an der Oberfläche des Eies in der nach außen gekehrten Basis des Trichters eine Spindel sehen. Bald erkennt man weiter, dass sich hier ein Teil der Eioberfläche zu einem kalottenförmigen Richtungskörper abgeschnürt hat. Mittlerweile hat der erste helle Fleck an der Spitze des hellen Trichters fast den Mittelpunkt des Eies erreicht; es ist der weibliche Vorkern. Dementsprechend ist der zweite helle Fleck, welcher unterdessen ebenfalls bis zur Mitte des Eies angekommen ist und mit dem weiblichen Vorkern zusammenstößt, der männliche Pronucleus.

Nun fangen die beiden Vorkerne an gegenseitig einander abzuplatten und verschmelzen bald zum Furchungskern; trotzdem ist der weibliche Vorkern während der Kopulation immer noch mit der Eioberfläche durch den trichterförmigen hellen Raum verbunden, in welchem man aber jetzt auf dem Stadium der Verschmelzung an der Eioberfläche einen zweiten Richtungskörper bemerkt, welcher ebenfalls kalottenförmig wie der erste ist.

Soviel lässt sich an lebenden Eiern beobachten, abgetödete, mit Glycerin aufgehellte Eier lassen manches mehr erkennen.

Ein so behandeltes Ei kurz nach der Befruchtung zeigt in der Nähe des einen Eipols ganz deutlich eine sehr gedrungene garbenförmige Spindel, welche in ihrer Mitte einen Kranz von sehr kleinen chromatischen Elementen aufweist. Die innere Begrenzung des ersten kalottenförmigen Richtungskörpers schneidet die Spindel in der Mitte ihrer Längsachse durch. Am entgegengesetzten Eipol lässt sich der Kopf des eingedrungenen Spermafadens als ein sehr kleines bläschenförmiges Gebilde nachweisen.

Auf den nächstfolgenden Stadien streckt sich die Richtungsspindel immer mehr in die Länge und an ihrem proximalen Ende beginnt sich der weibliche Vorkern als ein kleines Bläschen zu bilden. Das Anwachsen des weiblichen Vorkerns erfolgt nicht dadurch, dass dieses Bläschen anwächst, sondern durch Aneinanderlagerung immer zahlreicher kleiner Bläschen.

In ganz entsprechender Weise vergrößert sich auch der männliche Pronucleus auf seiner Wanderung gegen das Eicentrum. Bald bildet sich an dem nach der Peripherie des Eies gerichteten Ende des männlichen Vorkerns eine Strahlung aus, in welcher ich öfters ein Centrosom bemerken konnte. Die Richtungsspindel zieht sich immer mehr in die Länge aus, während der weibliche Vorkern in einem Bogen nach dem Eicentrum rückt. Unterdessen bildet sie das zweite Richtungskörperchen, welches gerade so gebaut ist wie das erste, neben

welches es zu liegen kommt. Die Richtungsspindel bleibt durch ihr distales Ende mit dem zweiten Richtungskörper in Verbindung. Dadurch und wegen des bogenförmigen, vom weiblichen Vorkern zurückgelegten Weges wird die Richtungsspindel auch bald bogenförmig. Sie bleibt mit dem weiblichen Pronucleus bis zum Ende seiner Kopulation mit dem männlichen Pronucleus in Verbindung. Während dieser Vorgang sich vollzieht, tritt hinter dem weiblichen Pronucleus ebenfalls eine Strahlung auf. Unterdessen hat die Richtungsspindel ihren Zusammenhang mit dem weiblichen Vorkern aufgegeben, zieht sich stark zusammen und ist noch als mehr oder minder ansehnlicher Rest unter den Richtungskörpern zu sehen.

Nach erfolgter Kopulation der Vorkerne erfolgt sehr bald die Bildung der ersten Furchungsspindel, welche sich immer parallel der Längsachse des Eies einstellt, auf diesem Stadium sind die Centrosome wieder sehr deutlich.

Mittlerweile kann man im zweiten Richtungskörper eine Spindel entdecken und teilt er sich bald in zwei Hälften. Auch teilt sich öfters der erste Richtungskörper ebenfalls, doch konnte ich in diesem keine Spindel finden. Auf diese Weise entstehen vier Richtungskörper. Etwas Ähnliches konnte ich sonst nirgends in der Literatur beschrieben finden, doch habe ich diese Erscheinungen bei vielen Eiern, welche verschiedenen Eiballen angehörten, im Leben und auch im Präparat beobachten können. Dieselben sind kreuzförmig gelagert und bis zum 16. Zellenstadium meist noch deutlich zu sehen. Die Zweiteilung des Eies erfolgt senkrecht zur Längsachse, wobei dann die Richtungskörper seitlich zwischen beiden Furchungszellen zu liegen kommen. Sie bleiben auf der Oberfläche des Eies und zwar so, dass die erste Furchung sie halbiert.

Die zweite Teilung erfolgt in der Art, wie sie Kauffmann beschrieb, indem die eine der beiden ersten Furchungszellen sich vor der anderen teilt und zwar wieder senkrecht zur Längsachse, aber senkrecht zur ersten Furchungsebene. Auf diese Weise erhalten wir ein Dreizellenstadium. Darauf teilt sich dann die zweite der beiden ersten Furchungszellen in derselben Weise und haben wir dann ein Vierzellenstadium. Dasselbe zeigt das für dieses Stadium charakteristische Verhalten, indem nur zwei von den vier Zellen, unter Bildung einer Querfurchung, aufeinander stoßen, während die zwei anderen Zellen dadurch voneinander getrennt werden. Die Querfurchung steht etwas schräg zur Längsachse.

Dann teilen sich alle vier Furchungszellen gleichzeitig und bilden ein Achtzellenstadium. Die nächste Teilung erfolgt wieder gleichzeitig bei allen Furchungszellen und gibt ein Sechzehnzellenstadium, aus welchem wieder durch simultane Teilung aller Zellen ein Zweiunddreißigzellenstadium entsteht.

Da alle Furchungszellen gleich groß sind und bei jeder Teilung die einzelnen Zellen sich im Ei verschieben und aneinander hingleiten, so war es mir unmöglich die Furchung weiter zu verfolgen. Wie ich schon früher erwähnt habe, führt sie schließlich zur Bildung einer Blastula, welche aus sehr zahlreichen gleich großen Zellen besteht und eine etwas exzentrische dem Hinterende genäherte Furchungshöhle aufweist. Die Furchungshöhle ist schon auf dem 8. Zellenstadium zu sehen, wenn das Ei nicht gepresst wird.

Ferner konnte ich, meinen ersten Angaben entgegen, feststellen, dass der Embryo schon vor Verlassen der Eihaut Blutzellen gebildet hat.

Das Sprengen der Eihülle geschieht unter kräftigen Kontraktionen des Leibes und bohrenden Bewegungen der Zähne.

Beim eben ausgeschlüpften Jungen sind die Extremitätendrüsen relativ viel größer als beim erwachsenen Tier. Sie füllen nahezu die Hälfte der Extremität aus. Sie entstehen aus dem größten Teil der Cölomsäckchen. Die Extremitätendrüsen münden zwischen den Klauen durch eine deutliche Oeffnung aus und zeigen in ihrem Innern deutliche Sekretstränge. Die Entwicklung von der Befruchtung bis zum Ausschlüpfen nahm bei Zimmertemperatur von 17° etwa 12 Tage in Anspruch. Die Befruchtung vollzieht sich je nach der Temperatur in einem Zeitraum von 1 bis 2 Stunden. Die Furchung ist etwa nach 36 Stunden beendet.

Natürlich verläuft die Entwicklung im Freien weit langsamer und soll nach früheren Angaben etwa 20 Tage in Anspruch nehmen.

Endlich ließ sich feststellen, dass *Macrobotus Macronyx* nach Austrocknen nicht wieder auflebt, wie die terrestren Bärtierenformen. Entsprechende Versuche mit den Eiern habe ich noch nicht gemacht.

Heidelberg, den 8. Mai 1895.

Einige Bemerkungen zu O. Hertwig's Entwicklungstheorie.

Von Dr. **Franz v. Wagner**,

Privatdozent an der Universität Straßburg i. E.

In dem ersten Hefte ¹⁾ seiner „Zeit- und Streitfragen der Biologie“, sowie in der ersten Abhandlung ²⁾ seiner „Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte“ erörtert O. Hert-

1) Präformation oder Epigenese? Grundzüge einer Entwicklungstheorie. Jena, G. Fischer, 1894.

2) Die Entwicklung des Froscheies unter dem Einfluss schwächerer und stärkerer Kochsalzlösungen. Arch. für mikr. Anat. und Entwicklungsgesch., Bd. 44, pag. 285. 1895.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Erlanger von Raphael Slidell

Artikel/Article: [Zur Morphologie und Embryologie eines Tardigraden \(Macrobotus Macronyx Duj.\). 772-777](#)