

Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken.

Von

O. Bütschli.

Gelegentlich einer im Laufe des Jahres 1871—72 gefertigten Arbeit über die freilebenden Nematoden der Gegend von Frankfurt a/M. ¹⁾, gelang es mir auch gewisse Vorgänge im sich entwickelnden Ei eines Nematoden zu ermitteln, die ich in der betreffenden Abhandlung mittheilte. Ich sprach damals die Hoffnung aus, dass es mir späterhin noch vergönnt sein möchte, diese nur beschränkten Beobachtungen weiter auszudehnen und fraglich gebliebene Punkte zu ergänzen. Erst im Sommer dieses Jahres kam ich jedoch dazu diese Untersuchungen wieder aufzunehmen und systematischer zu betreiben. Mittlerweile sind die beiden Hefte der »Organologischen Studien« von AUERBACH ²⁾ erschienen, die höchst interessante und zum Theil weitergehende Mittheilungen über denselben Gegenstand enthalten und dies veranlasst mich, die Resultate meiner neuerdings angestellten Beobachtungen zum Gegenstand einer vorläufigen Mittheilung zu machen, obgleich ich sonst keineswegs ein Anhänger des vorläufigen Mittheilens bin. Da ich jedoch die betreffenden Untersuchungen noch nach anderen Richtungen hin auszudehnen und späterhin in ihrer Gesamtheit ausführlich mitzutheilen gedenke, und da wohl auch von AUERBACH und Anderen ähnliche Beobachtungen in der nächsten Zeit noch zu erwarten sind, so

1) Nov. Acta d. L. C. Academie Bd. 36. No. 5. p. 101.

2) L. AUERBACH, Organologische Studien. Heft 1 und 2. Breslau 1874. Es sind die im 2. Heft mitgetheilten Untersuchungen über die Furchung der Eier von *Strongylus auricularis* und der sogen. *Ascaris nigrovenosa*, die hier in Betracht kommen.

scheint es mir geboten, mein Anrecht an diesen Forschungen durch diese Mittheilungen einstweilen zu sichern.

Ich habe nun im Laufe dieses Sommers vorerst nochmals mit der Untersuchung der ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern kleinerer freilebender Nematoden begonnen, die sich, weil man diese Vorgänge bei ihnen am lebenden Thier, von der Loslösung der Eier von den Eierstöcken ab, mit grosser Genauigkeit verfolgen kann, zu derartigen Untersuchungen vielleicht besser eignen, als irgend welche andere Thiere. Es waren Repräsentanten der Gattungen *Tylenchus*, *Cephalobus*, *Rhabditis* und *Diplogaster* ¹⁾, die ich beobachtete, sämmtlich sehr nahe verwandt und daher auch die Vorgänge in den Eiern von grosser Aehnlichkeit.

Späterhin untersuchte ich eingehend dieselben Prozesse auch bei *Cucullanus elegans* und schliesslich bei zwei Schnecken, nämlich *Lymnaeus auricularis* und *Succinea Pfeifferi* ²⁾.

Zunächst habe ich nun den Vorgang der Befruchtung bei dem *Cephalobus rigidus* Schnd. ³⁾, einem sehr günstigen und leicht zu erhaltenden Object, auf das schönste gesehen. Das vom Eierstock sich lösende, unterste Ei vereinigt sich augenblicklich, sobald es das erste Spermatozoon der Samenblase erreicht, mit demselben, indem es, dasselbe mit sich reissend, es lang auszieht. Das Spermatozoon schmiegt sich der Oberfläche des Dotters dicht an und schien bei diesem Object schon nach dem Eintritt des Eies in den Uterus vollständig mit dem Dötter verschmolzen zu sein. Mit grosser Sicherheit liess sich jedoch constatiren, dass das Ei auf seinem Durchtritt durch die Samenblase mit keinem weiteren Spermatozoon in Verbindung tritt.

Bei *Cucullanus elegans* kam ich jedoch zu einer etwas anderen

1) Die hier zur Sprache kommende Art der Gattung *Tylenchus* ist neuerdings erst von mir gefunden worden, auch die beobachteten *Diplogaster*arten sind meist neu, wie diese Gattung überhaupt bis jetzt nur sehr unvollkommen bekannt ist. Ich werde bei nächster passender Gelegenheit diese neuen Arten, nebst anderen beschreiben.

2) Die Untersuchung der so empfindlichen Eier des *Cucullanus elegans* wurde in zweiprocentiger Essigsäure, der etwa $\frac{1}{2}$ 0/0 Kochsalz zugesetzt worden, vorgenommen. Diese Methode hat sich in gewisser Hinsicht sehr bewährt und mir auch unerwartete Aufschlüsse über die Embryonalentwicklung dieses Thieres geliefert. Auch die Dotter der Gastropodeneier wurden nach Behandlung mit schwacher Essigsäure und nach der Präparation untersucht, einiges jedoch auch am lebenden Ei ermittelt.

3) Dieses Thier wurde von mir in meiner ersten Arbeit über die freilebenden Nematoden unter dem Namen *Cephalobus oxyuris* beschrieben. Ich habe mich jetzt von seiner Identität mit der SCHNEIDER'schen *Leptodera rigida* überzeugt.

Auffassung hinsichtlich des Verschmelzens des Spermatozoon mit dem Dotter. Hier habe ich natürlich den Moment der Befruchtung nicht selbst gesehen, die befruchteten Eier lassen jedoch deutlich das der Oberfläche des Dotters eingesenkte Spermatozoon als ein Häufchen dunkler Körner, die von einem hellen Hof umgeben sind, erkennen; es ist also das Spermatozoon vorerst nicht mit dem Dotter verschmolzen und es erhält sich auch noch eine gewisse Zeit, während welcher wichtige Entwicklungsvorgänge verlaufen, deutlichst auf der Oberfläche des Dotters.

Ein zweiter wichtiger Punkt, der sich bei der Untersuchung der kleinen freilebenden Nematoden nun fernerhin feststellen liess, ist das weitere Verhalten des Keimbläschens. Das Keimbläschen ist beim reifen Eierstocksei bekanntlich noch völlig deutlich und erhält sich auch noch deutlich nach der Loslösung, und bis einige Zeit nach der Befruchtung. Der Keimfleck hingegen ist selbst am reifen Eierstocksei oft sehr undeutlich und nach dem Eintritt des Eies in den Uterus meist nicht mehr erkennbar. Bald nachdem das Ei in den Uterus getreten ist (die Zeitdauer aller dieser verschiedenen sich entsprechenden Prozesse ist natürlich bei den verschiedenen Arten verschieden) werden die Umrise des Keimbläschens undeutlicher und dasselbe, das früher inmitten des Dotters seine Lage hatte, drängt nach der Oberfläche des Dotters zu. Diese erreicht es gewöhnlich im Äquator, manchmal jedoch auch mehr nach dem der Vagina zugewendeten Eipol zu, oder nahezu in demselben. Mehrfach sah ich auch dem andrängenden Keimbläschen entgegen die Oberfläche des Dotters sich zu einer Grube oder Furche einsenken. Hier tritt dann die helle Masse des Keimbläschens schliesslich in die Oberfläche des Dotters ein und ist gleichsam wie in eine Grube des körnigen Dotters eingesenkt.

Bei der bis jetzt noch unbeschriebenen Art von *Tylenchus*, die ich in dieser Hinsicht näher untersuchen konnte, sah man nun, sobald das Keimbläschen in die Oberfläche des Dotters trat, dass ein kleiner rundlicher, ziemlich dunkler Körper anscheinend aus dem Keimbläschen selbst hervorgeschoben wurde. Der Körper ist der Richtungskörper und sein Aussehen stimmt ungemein mit dem des früheren Keimflecks überein. Die helle Masse des Keimbläschens schien bei dieser Art nach kurzer Zeit wieder in den Dotter zurückzusinken, das weitere Verhalten blieb jedoch hier etwas fraglich.

Bei *Cephalobus* hingegen, wo ich die Austreibung des Richtungskörpers nicht direct sah, verschwindet das der Dotteroberfläche eingefügte Keimbläschen, indem es gewissermassen von Innen von der körnigen Dottermasse verdrängt wird und breitet sich nun nach meiner An-

schauung in oder auf dem hellen Protoplasmamantel aus, der zu dieser Zeit die äusserste Schicht des Dotters bildet.

Diese Ausbreitung der Keimbläschenmaterie auf der Oberfläche des Dotters ist von hoher Wichtigkeit, denn daraus erklärt sich die Art der Entstehung der Kerne der ersten Furchungskugel, und wir werden durch diesen Vorgang auch auf die Vermuthung gebracht, dass die Kernmaterie im weiteren Verlauf in eine nähere Beziehung mit dem der Dotteroberfläche noch aufsitzenden Spermatozoon tritt. Auch bei *Cephalobus rigidus* sah ich das ausgestossne Richtungkörperchen mehrfach ursprünglich noch an der Stelle der Dotteroberfläche liegen, wo das Keimbläschen verschwunden war, da es jedoch der Oberfläche anhaftet, so wird es späterhin verschoben und zwar ziemlich regelmässig nach dem schmälern, der Vagina zugewendeten Eipol hin. Ganz ähnlich fand ich diese Verhältnisse auch bei *Rhabditis dolichura* Schnd.

Die Entstehung der neuen Kerne der ersten Furchungskugel geschieht nun in folgender Weise. Wo sie sich überhaupt beobachten liess, bei *Rhabditis dolichura*, *Cephalobus rigidus* und einigen *Diplogaster*arten, bildeten sich die ersten Spuren der neuen Kerne von dem hellen, an der Oberfläche des Dotters angesammelten Protoplasma aus, das an gewissen Stellen, namentlich an den Polen sich etwas anhäuft, so dass sich eine in den körnigen Dotter eindringende Verlängerung bildet, die schliesslich mehr und mehr von dem körnigen Dotter umdrängt und in diesen aufgenommen wurde, und nun war der neue Kern gebildet. Mit dieser Beschreibung will ich jedoch keineswegs die Ansicht ausgesprochen haben, dass das Protoplasma der Dotteroberfläche etwa selbst sich zum neuen Kern umwandle, sondern der neue Kern entsteht nur in ihm in einer Weise, die ich bei diesen kleinen Objecten nicht erkannte, jedoch anderwärts kennen lernte. Nach dem oben über den Verbleib der Keimbläschenmaterie Gesagten müssen wir wohl schliessen, dass die neuen Kerne auch wieder aus der früheren Keimbläschenmaterie sich bilden, die entweder als vollkommen vermischte mit dem Protoplasma der Dotteroberfläche, oder doch als eine ununterscheidbare Auf- oder Einlagerung desselben betrachtet werden muss.

Bei *Strongylus auricularis* und der sog. *Ascaris nigrovenosa* entstehen nach AUERBACH die beiden neuen Kerne in den beiden Eipolen. Dasselbe fand ich auch bei *Cephalobus rigidus*, jedoch sah ich die beiden Kerne nur sehr selten gleichzeitig entstehen, bei *Rhabditis dolichura* und *Diplogaster* bildet sich gewöhnlich ein Kern in dem der Vagina zugewendeten Eipol, der andere hingegen im Aequator des Eies,

mehrfach deutlichst an der Stelle, wo das Keimbläschen verschwunden war. Selten, jedoch deutlich sah ich die beiden neuen Kernchen dicht bei einander im Vaginapol entstehen und einmal genau an der Stelle, wo das Keimbläschen untergegangen war.

Die Wanderungen, welche die Kerne sogleich nach ihrer Bildung innerhalb des Dotters beginnen, sah ich immer zur Vereinigung derselben führen, doch nur bei *Cephalobus rigidus* marschirten die Kerne gewöhnlich in gerader Linie von beiden Polen auf einander zu, um sich im Centrum zu vereinigen. Bei den übrigen Versuchsthiereu fanden viel unregelmässigere Wanderungen im Dotter statt.

Die Vereinigung der Kerne geschieht häufig in weiter Entfernung vom Centrum des Dotters. Eine Drehung der vereinigten Kerne um einen rechten Winkel, so dass ihre Berührungsfläche nun in die Längsachse des Eies fällt, habe ich nie gesehen. AUERBACH hat dies bei seinen Untersuchungen wahrgenommen und glaubt annehmen zu dürfen, dass ich diesen Vorgang ganz übersehen; er selbst hat jedoch übersehen, dass das von mir schon früher bei *Rhabditis dolichura* beschriebene Uebereinanderschieben der beiden Kerne bis zur gegenseitigen Deckung, ganz den nämlichen Effect haben muss, den er der von ihm beobachteten Drehung unterzulegen geneigt ist. Diese Uebereinanderlagerung der Kerne habe ich nun wiederum bei *Rhabditis dolichura* und auch bei *Cephalobus rigidus* beobachtet.

Dass die Kerne wirklich mit einander verschmelzen, nicht sich nur dicht an einander schmiegen, wie ich früher glaubte vermuthen zu dürfen, wurde mir bei erneuter Untersuchung sehr bald klar.

Auf die ungemein lebhaften amöboiden Bewegungen des Dotters, die während dieser ganzen Zeit herrschen, will ich hier nur hinweisen, sie geben natürlich ausreichenden Aufschluss über die Wanderung der Kerne, aber nicht über ihre Vereinigung, was zu beachten ist.

Principielle Bedeutung glaube ich nun folgender Beobachtung zuschreiben zu müssen; bei *Rhabditis dolichura* bildeten sich einmal nicht zwei, sondern drei neue Kerne, die sich gerade ebenso wie sonst die beiden Kerne vereinigten. Was hieraus hervorgeht ist, dass die Bildung grade zweier neuer Kerne nicht von principieller Bedeutung ist, sondern eine Erscheinung, die nur durch Neben- oder locale Ursachen, wenn man so will, hervorgerufen wird und die Erwartungen, die ich an diese Beobachtung knüpfte, sind durch weitere Untersuchungen völlig bestätigt worden.

Forschen wir nämlich den gleichen Vorgängen bei *Cucullanus elegans* nach, — einem Nematoden, der im System ziemlich weit von den bis jetzt besprochenen Arten, wie auch von den von AUERBACH unter-

suchten Nematoden entfernt ist, die dagegen sehr nahe mit den von mir beobachteten freilebenden Nematoden verwandt sind —, so finden wir die hochinteressante Thatsache, dass sich hier nicht 2, sondern bis fünf neue Kerne in der ersten Furchungskugel bilden. Diese Erscheinung ist früheren Forschern auf diesem Gebiet, namentlich aber KÖLLIKER wohl auch aufgefallen, von ihnen aber fälschlich als eine Entwicklung einer endogenen Zellbrut gedeutet worden ¹⁾.

Diese Kerne verschmelzen aber auch bei *Cucullanus elegans* wieder allmählig und successive zu einem einzigen, wobei die in Verschmelzung begriffenen Bilder liefern, die man früher als proliferirende Kerne zu deuten sich berechtigt glaubte. Auch bei *Cuc. elegans* entstehen die neuen Kerne der ersten Furchungskugel dicht unter der Dotteroberfläche, ursprünglich ganz klein und an sehr weit von einander entfernten Punkten. Entsprechend den Vorgängen in der sog. ersten Furchungskugel sehen wir aber bei *Cuc. elegans* aufs unzweifelhafteste in den Furchungskugeln der zweiten und dritten Generation, überhaupt soweit sich diese Verhältnisse noch mit Genauigkeit verfolgen lassen, nicht einen neuen Kern, sondern mehrere, drei bis vier aus ganz minutiösen Anfängen sich hervorbilden und schliesslich zu einem gemeinsamen Kern verschmelzen.

Wie verhalten sich die entsprechenden Vorgänge nun bei den untersuchten Schnecken, dem *Lymnaeus auricularis* und der *Succinea Pfeifferi*? Ohne mich hier näher auf die Frage einzulassen, ob das Keimbläschen dieser Eier vollständig schwinde oder irgend ein erkennbarer Rest desselben in einer gewissen Form zurtückbleibe, die ich im letzterwähnten Sinne entscheiden muss, hebe ich hervor, dass bei *L. auricularis* dicht unterhalb der Stelle, wo die ausgestossenen Richtungsbläschen dem Dotter aufsitzen, in der hellen protoplasmatischen Materie, die sich hier schon vor der Ausstossung der Richtungsbläschen angesammelt hat, die Neubildung des Kernes der ersten Furchungskugel beginnt. Hier entstehen bis acht, oder vielleicht noch mehr kleine, bläschenförmige, sehr helle Kerne, die eine ziemliche Zahl dunkler Körperchen enthalten, die nicht als Nucleoli betrachtet werden dürfen. Diese Kernchen wachsen jedenfalls noch mehr an und vereinigen sich nun successive, so dass schliesslich drei oder zwei

1) Ich muss vermuthen, dass die eigenthümliche Schilderung, die KÖLLIKER von der Furchung des *Ascaris dentata* giebt und die so lange Zeit als ein Unicum in der Literatur dastand, durch ähnliche Erscheinungen veranlasst wurde. Ich würde darüber keinen Zweifel hegen, wenn nicht WILLEMOES-SUHM denselben Vorgang bei *Ichthyonema globiceps* beobachtet haben wollte.

grosse Kerne restiren, die sich endlich auch noch zu einem einzigen vereinigen.

Bei *Succinea Pfeifferi* hingegen sah ich nie mehr als zwei Kerne entstehen, die jedoch hier oft weit auseinander lagen, der eine z. B. unter den Richtungsbläschen, der andere nahezu im Aequator des Dotters; schliesslich vereinigen sie sich jedoch auch hier zu einem grossen Kern.

Bei dieser Art habe ich auch das Hervorwachsen eines dieser Kerne aus einem sehr kleinen Anfang am lebenden Ei gesehen. Dass die Kerne der Furchungskugeln zweiter Generation bei der letztgenannten Art in gleicher Weise aus kleinen Anfängen hervorwachsen, habe ich deutlich beobachtet, doch kann ich nicht mit Sicherheit angeben, ob sich hier nur ein neuer Kern bildet, oder auch ursprünglich mehrere entstehen, die dann zusammenfliessen.

Der Nachweis, dass die Bildung des Kernes der ersten Furchungskugel bei Nematoden und Gastropoden mit der Bildung mehrerer, zuweilen vieler getrennter Kernchen beginnt, scheint mir schon hinreichend zu sein, den von AUERBACH ausgesprochenen Gedanken zurückzuweisen, dass dieser ganze Process eine Folge der eigenthümlichen einseitigen Befruchtung der Nematodeneier sein könnte, jedenfalls wird derselbe völlig dadurch widerlegt, dass bei *Cucullanus* sich auch in den Furchungskugeln zweiter und dritter Generation zuerst mehrere Kernchen bilden, die schliesslich zu einem Kern verschmelzen. Wenn man die Literatur über die erste Entwicklung der Eier etwas durchgeht, so wird man leicht zur Ueberzeugung gelangen, dass wahrscheinlich hier eine Erscheinung von allgemeiner Verbreitung vorliegt, denn es finden sich sehr zahlreiche Angaben, dass in dem Dotter vor der Theilung zwei völlig getrennte Kerne, die als die Kerne der beiden spätern Furchungskugeln betrachtet worden, vorhanden seien. So will ich in dieser Hinsicht nur die von E. VAN BENEDEEN für Trematoden und Säuge-thiere neuerdings gemachten Angaben hervorheben und die auch von AUERBACH eingehend gewürdigte Schilderung, die H. FOL von den Theilungsvorgängen und der Entstehung der Kerne der Furchungskugeln in den Eiern der Geryoniden gab. Da der Deutung dieser Angaben nach dem Schema des von uns bei Schnecken und Nematoden gefundenen Vorgangs nichts im Wege steht, so wird es mir wenigstens fast zur Gewissheit, dass die Entstehung des Kernes der ersten Furchungskugel durch Vereinigung zweier oder mehrerer getrennt entstandner Kerne ein Vorgang von weiter, vielleicht allgemeiner Verbreitung ist.

Ueberhaupt müssen uns nun aber auch noch andere mehrkernige Zellen verdächtig erscheinen, ich meine hier hauptsächlich die mehr-

kernigen Keimzellen der Spermatozoen und die eine Anzahl Kerne führenden weissen Blutkörperchen. Die sog. proliferirenden Kerne müssen jetzt auch einmal aus dem Gesichtspunct angesehen werden, den wir für sie in den Furchungskugeln des Cucullanus geltend machten. Doch dies ist noch die Aufgabe der Zukunft.

Bevor ich jedoch noch mit einigen Worten des Verhaltens des Kernes während der eigentlichen Theilung der ersten Furchungskugel gedenke, muss ich einen Vorgang von dem höchsten Interesse besprechen, der sich im Dotter des Cucullanuseies abspielt, bevor noch eine Neubildung von Kernen begonnen hat. Das befruchtete, noch hüllenlose Ei, sowie auch das umhüllte zeigen noch deutlichst das ansehnliche Keimbläschen und den Keimfleck. Das Keimbläschen sieht man häufig wenigstens dicht unter der Oberfläche des Dotters. Dann finden sich Stadien, wo ein deutlicher Rest des Keimbläschens nicht mehr sichtbar ist, dagegen liegt im Dotter ein ansehnlicher, langgestreckter, spindelförmiger Körper von höchst interessanter Beschaffenheit. Die Länge desselben beträgt häufig $\frac{2}{3}$ des Durchmessers des Dotters, seine Mitte ist angeschwollen und die Enden sind in feine Spitzen ausgezogen. Seine Masse ist bei der angewandten Präparationsmethode dunkler wie der Dotter, ziemlich homogen, häufig etwas glänzend und deutlich fein längsfaserig. Jede der Fasern jedoch geht in dem angeschwollenen Mittelstück in einen dicken, dunkeln glänzenden Abschnitt über, der eine Zusammensetzung aus hintereinandergereihten Körnern verräth. — Wer sich jemals mit der Untersuchung der Conjugation der Infusorien beschäftigt hat, dem wird die frappante Aehnlichkeit auffallen, die dieser spindelförmige Körper mit den aus dem Nucleolus gewisser Infusorien hervorgegangenen sogenannten Samenkapseln besitzt. Ich stehe nun auch nicht im geringsten an, auf eigne neue Untersuchungen des Conjugationsprocesses der Infusorien gestützt, den spindelförmigen Körper des Eies von Cucullanus elegans für homolog den Samenkapseln der Infusorien zu erklären. Ist dies richtig, dann sind zwei wichtige Fragen entschieden, einmal ist die von BALBIANI und STEIN aufgestellte Ansicht von der Entwicklung von Spermatozoen in den Nucleoli der Infusorien entschieden irrig und zweitens muss sich im Ei des Cucullanus elegans ein Gebilde befinden, aus dem sich der spindelförmige Körper entwickelte und das ein Homologon des Nucleolus der Infusorien ist.

Schwieriger aber ist die Lösung der Frage, welches Gebilde im befruchteten Ei des Cucullanus das aus Dotter, dessen Oberfläche eingefügten Spermatozoon, Keimbläschen und Keimfleck besteht, sollen wir für homolog dem Nucleolus der Infusorien erklären. Aus Gründen,

deren Ausführung ich auf später verschiebe, musste ich mich für den Keimfleck entscheiden, ich vermüthe also, dass während das Keimbläschen durch eigenthümliche Veränderungen in seiner Masse und wahrscheinlich auch Aufnahme und Abgabe von Stoffen mit dem Dotter zu einer Masse zusammenschmilzt, so dass beide sich nicht mehr von einander unterscheiden lassen, entwickelt sich aus dem Nucleolus, dem Keimfleck ein den Infusoriensamenkapseln entsprechender Körper.

Zu beachten ist jedenfalls, dass auch hier der Conjugationsprocess mit dem Spermatozoon der Ausgang dieser Entwicklung ist.

Verfolgen wir nun das Schicksal des spindelförmigen Körpers weiter, so treffen wir auf Stadien, die es andeuten, dass derselbe aus dem Dotter hinausgeschoben wird und schliesslich finden wir ihn der Oberfläche des Dotters aufgelagert. Hier angelangt liess mich nun aber die Beobachtung im Stich. Was geschieht weiter mit diesem Körper?

Um dieser Frage näher zu kommen, muss ich mir erlauben die Aufmerksamkeit des Lesers auf die sogen. Richtungskörperchen zu lenken. Diese eigenthümlichen der Oberfläche des Dotters, meist in der Zweizahl entspringenden Körperchen, hat die neuere Forschung gewöhnlich als sehr bedeutungslose Protoplasmapartikel betrachtet, die von der Dotteroberfläche sich ablösen sollten, bis vor Kurzem OELLACHER in ihnen das aus dem Dotter ausgestossene Keimbläschen vermüthen zu dürfen glaubte.

FLEMMING erklärte sie neuerdings auch für einen Kernbestandtheil, doch ohne eigentlich dafür Gründe ins Feld zu führen. Mir scheint dagegen die Ansicht der ersten Beobachter dieser Objecte, die geneigt waren, in ihnen den Keimfleck zu erkennen, die richtigere zu sein.

Erstens erinnere ich hier an die Schilderung der Ausstossung eines Richtungskörpers, die ich von einer Tylenchusspecies im Anfang dieser Abhandlung gemacht habe und gleichzeitig an meine Darstellung vom Verschwinden des Keimbläschens bei *Cephalobus*, die jeden Gedanken an eine Ausstossung desselben widerlegt. Weitere Gründe muss ich jedoch aus der Natur der Richtungskörper selbst schöpfen, die bis jetzt ganz verkannt wurde. Die beiden Richtungskörper der von mir untersuchten zwei Gastropodenarten und die von *Cucullanus elegans* haben nämlich im Moment, wo sie aus dem Dotter ausgestossen werden — und sie werden sicher nach einander hervorgeschoben, nicht etwa wie ROBIN will von der Oberfläche des Dotters nur abgeschnürt —, einen ganz übereinstimmenden, sehr charakteristischen Bau. Sie stellen nämlich zwei mehr oder weniger kuglige helle Körper dar, die durch einen kurzen Stiel zusammenhängen, jeder dieser Körper zeigt in einer gewissen Ansicht eine Querreihe glänzender, dunkler Körner, die bei den

Schnecken jedoch deutlich durch Ansichten in anderer Lage als der optische Ausdruck einer solchen Körnerscheibe sich erkennen lassen. Von jedem Korn entspringt ein blasser zarter Faden, der sich mit einem entsprechenden Korn des gegenüberliegenden Körperchens, durch das Stielchen laufend, in Verbindung setzt.

Wir sehen also hier in den Richtungskörperchen die Fasern und dunkeln, glänzenden Körner des spindelförmigen Körpers des Cucullanuseies wiederkehren, die Vermuthung liegt daher sehr nahe, dass beide zusammengehören, dennoch fehlt mir leider bis jetzt jede Zwischenstufe, die den Uebergang des auf der Oberfläche des Dotters liegenden spindelförmigen Körpers in die Richtungskörperchen illustrierte. Mehrfach sah ich dem einen Ende des spindelförmigen Körpers ein helles Bläschen aufliegen, das einem Richtungskörper sehr glich, doch blieb mir der nähere Zusammenhang fraglich. Ich kann es daher nur als eine Vermuthung aussprechen, dass der spindelförmige Körper und die Richtungsbläschen bei Cucullanus identische Gebilde sind und dass demnach die Richtungsbläschen den aus der an die Oberfläche des Dotters getretenen Kernmaterie ausgetriebenen Keimfleck darstellen. —

Eine weitere Erläuterung wird diese Frage nun aber noch durch die Vorgänge im Dotter während seiner Theilung erfahren. Zuvor will ich jedoch einem Gedanken hier Raum geben, der, wenn auch vielleicht nicht richtig, doch als leitender Gesichtspunct bei erneuten Untersuchungen dieser Frage von Werth sein kann. Oben hob ich hervor, dass die Ausbreitung der Keimbläschenmaterie auf der Dotteroberfläche, diese wohl in Berührung mit dem dort noch vorhandenen Spermatozoon bringen müsste. Da nun durch die Ausstossung der Richtungskörperchen ein Kernbestandtheil entfernt wurde, so liegt es auf der Hand zu vermuthen, dass derselbe durch Bestandtheile des Spermatozoon ersetzt werde, da sich nämlich späterhin wieder ein dem spindelförmigen Körper oder den Richtungsbläschen entsprechender Bestandtheil im Kern findet, wie sogleich nachgewiesen werden wird. Besitzen nun unsere früheren Deutungen des spindelförmigen Körpers und der Richtungsbläschen ihre Richtigkeit, so hätten wir also wohl einigen Grund zu dem Ausspruch, dass das Wesentliche der Befruchtung in der Entfernung des alten und der Neubildung eines neuen Nucleolus, in welchen Bestandtheile des Spermatozoon eingingen, liege. Man sieht hieraus, welchen Werth die Entscheidung der Frage, die mir bis jetzt noch nicht glückte, ob die Ausstossung der Richtungsbläschen nur eine dem befruchteten Ei zukommende Erscheinung sei, haben dürfte.

Als ich vor 3 Jahren zum ersten Mal bei *Rhabditis dolichura* die Vorgänge während der Theilung der ersten Furchungskugel studirte, glaubte

ich an dem Kern eine einfache Längsstreckung mit darauffolgender Theilung zu sehen; meine neueren Beobachtungen, wie die von AUERBACH haben jedoch diese Ansicht als unhaltbar erwiesen. Jedenfalls ist während des Theilungsvorgangs des Dotters jede deutliche Grenze zwischen dem ehemaligen Kern und dem Dotter verschwunden, wenn ich es auch bis jetzt keineswegs für ganz sicher ausgemacht halten kann, dass die Kernmaterie sich wirklich in das umgebende Protoplasma mischt, ebenso wie ich nach gewissen Anzeichen bis jetzt noch vermuthen muss, dass auch die Materie des ursprünglichen Keimbläschens bei seinem Verschwinden keine völlige Vermischung mit dem Protoplasma des Dotters erfährt. Jedenfalls aber stimme ich jetzt vollständig mit AUERBACH überein in Bezug auf die Neubildung der Kerne der fernerer Furchungskugeln.

In den Kernen der ersten Furchungskugeln von *Cuc. elegans* habe ich nie etwas von einem Kernkörperchen gesehen, sie erscheinen, bei der von mir gewählten Behandlung, als von einer dunkeln, glänzenden Hülle umschlossene helle Bläschen, in deren Innern zahlreiche mässig dunkle Körner zerstreut sind, ohne dass jedoch eines derselben sich durch sein Aussehen als Kernkörperchen besonders auszeichnete. Möglicherweise ist jedoch dieses Fehlen eines Kernkörperchen auch der Methode zuzuschreiben. Nachdem nun der Kern in ein Stadium der Unerkennbarkeit eingetreten ist — die karyolitische Figur AUERBACH'S kann bei *Cucullanus elegans* deshalb nicht zum Ausdruck kommen, weil die Dotterkörner fehlen — so sieht man in der Mittellinie des Dotters, die früher der Kern einnahm, einen spindelförmigen Körper liegen, von grosser Aehnlichkeit mit dem oben beschriebenen Körper der früheren Stadien. Er ist deutlich längsfasrig und in den frühesten Stadien seiner Erkennbarkeit liegt in jeder Faser im Aequator des Körpers ein dunkles, glänzendes Korn, so dass die Körner zusammen in der Ansicht auf die Enden des spindelförmigen Körpers einen Körnerkreis bilden. An diesem spindelförmigen Körper sieht man nun Veränderungen eintreten, wie sie analog bei der Theilung einer Infusoriensamenkapsel stattfinden. Aus dem einfachen aequatorialen Körnerkreis gehen zwei hervor, die in der Längsrichtung des Körpers nach dessen Enden zu auseinanderrücken, bis sie schliesslich nahe den Mittelpuncten der zukünftigen Furchungskugeln angelangt sind; dann ist gewöhnlich von den spitzzulaufenden Enden des ehemaligen spindelförmigen Körpers nichts mehr zu sehen, sondern man bemerkt nur die beiden Körnerkreise mit den sie verbindenden Fasern. Mittlerweile ist die Furchung des Dotters senkrecht zur Achse dieser Fasern nahezu vollendet. Wenn die Bildung der Kerne beginnt, ist jede deutliche Spur der Körn-

chenkreise und Fasern verschwunden, ohne dass ich anzugeben wüsste, was aus ihnen geworden ist.

Seiner Lage nach muss der spindelförmige Körper aus dem Centrum des Dotters hervorgegangen sein, seiner Beschaffenheit nach muss auch er als ein Homologon eines dem Nucleolus der Infusorien entsprechenden Gebildes erachtet werden, es muss demnach ein solches Gebilde im Kern vor der Theilung vorhanden sein, wenn ich es auch nicht auffinden konnte. Wenn fernerhin meine Ansicht, dass der spindelförmige Körper des früheren Stadiums der Entwicklung der umgewandelte Nucleolus des Keimbläschens sei, richtig ist, so müssen wir in dem letztbesprochenen spindelförmigen Körper auch den sich theilenden Nucleolus des Kernes der ersten Furchungskugel erkennen. Der einzige Forscher, der meines Wissens die beiden Körnchenkreise mit den sie verbindenden Fasern in sich theilenden Furchungskugeln gesehen hat, ist KOWALEWSKY¹⁾; er deutet sie als den in Theilung begriffenen Nucleolus. Seine Beobachtungen betrafen das Ei von Euaxes.

So weit ich die ferneren Furchungen verfolgen konnte, fand sich auch hier immer die Entwicklung des spindelförmigen Körpers, das Auseinanderrücken der Körnchenkreise etc.

Die beiden auseinandergerückten Körnchenkreise haben nun eine frappante Aehnlichkeit mit den Körnerscheiben innerhalb der beiden Richtungskörper und den sie verbindenden zarten Fasern, es kann kaum mehr eine Frage sein, dass die Richtungskörper einem solchen unvollendet getheilten, spindelförmigen Körper entsprechen, also höchst wahrscheinlich dem nach dem Undeutlichwerden des Keimbläschens im Dotter des Cucullanuseies auftretenden, nur müsste derselbe eine bedeutende Reduction erfahren, da er die beiden Richtungskörper an Inhalt bei weitem übertrifft; solche Vergrößerungen und Verkleinerungen sind uns jedoch bei den Nucleoli der Infusorien sehr geläufig, sie können also auch hier vorkommen. Anführen muss ich noch, dass auch die Nucleoli der Infusorien bei ihrer der Theilung des Infusors vorangehenden Theilung ganz entsprechende Umwandlungen durchmachen, nicht etwa allein nur im Gefolge der Conjugation. Jedenfalls zeigen diese Ergebnisse der Untersuchungen des Furchungsprocesses bei Cucullanus, dass hier des Interessanten noch viel zu erforschen ist, und dass sich dabei ganz unerwartete Perspektiven für die Vergleichung der Eizelle mit in ihrem morphologischen Werthe immer noch zweifelhaften und verkannten Organismen eröffnen. Als ein weiteres Ergebniss dieser Untersuchungen glaube ich jedoch auch hervorheben zu müssen, dass da-

1) Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg. T. XVI No. 42 T. IV Fig. 24.

durch der Nachweis von der Unhaltbarkeit des, namentlich von HAECKEL vertheidigten Satzes gegeben ist, dass ein Protoplasmakörper, der mehrere Kerne führt, immer als ein Zellencomplex aufgefasst werden müsse. Für die mehrkernigen Infusorien, auf die HAECKEL diesen Satz neuerdings auch angewandt hat¹⁾, hätte es dieses Nachweises eigentlich nicht bedurft, da für sie schon durch die Untersuchungen BALBIANI's bekannt ist, dass vor der Theilung sich sämmtliche Kerne zu einem einzigen vereinigen, also einer der vielfachen Kerne nie für sich selbständig werden kann, sondern eine jede wirkliche Vermehrung der Zellen erst eine Vereinigung aller Kerne voraussetzt. Bietet letzterer Punct nicht auch gleichzeitig eine auffallende Analogie²⁾ mit der mehrkernigen Eizelle, die von der Cytode (im HAECKEL'schen Sinn) erst zur Mehrkernigkeit und schliesslich erst kurz vor ihrer Fortpflanzung zur Einkernigkeit gelangen muss. Der mehrkernige Zustand der Furchungskugeln lässt sich auch als ein hinterlassenes Erbstück eines ehemaligen Vorfahren der höheren Organismen auffassen, sowie man dies auch für den Cytodenzustand der Eizelle gethan hat und dies führt dann naturgemäss zu der Frage: ist nicht etwa der mehrkernige Zustand der ursprünglichere und der einkernige erst aus diesem hervorgegangen?³⁾

Frankfurt a/M. December 1874.

1) HAECKEL, Zur Morphologie der Infusorien, Jenaische Zeitschrift f. Med. und Naturw. Bd. VII. p. 516.

2) Ich sehe bei dieser Vergleichung natürlich von dem entscheidenden Umstand ab, ob die Kerne der Infusorien mit den Kernen der Zellen höherer Thiere homolog sind. Augenblicklich glaube ich, ist dieser Nachweis noch nicht überzeugend zu führen.

3) Nachträglich sehe ich, dass OELLACHER in den Furchungskugeln der Forelle nicht einfache Kerne, sondern Häufchen von solchen, die bis 42 einzelne Kernchen enthielten, beobachtete. OELLACHER deutet diese Erscheinung durch die Annahme, dass der ursprünglich einfache neugebildete Kern in eine grössere Anzahl Kernchen zerfiel, die in die späteren Furchungskugeln übergingen. Ich glaube kaum besonders bemerken zu müssen, dass sich die erwähnte Beobachtung OELLACHER's in den von mir in vorstehender Mittheilung geltend gemachten Sinne deuten muss und daher auch für das Forellenei die eigenthümliche Entstehungsweise der Kerne der Furchungskugeln durch Vereinigung einer grösseren Anzahl selbständig entstandener Kerne, für erwiesen erachte. Vergl. OELLACHER »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische« I. Diese Zeitschrift Bd. XXII.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1874-1875

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Büschli O.

Artikel/Article: [Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. 201-213](#)