

Stande kommt. Wenn man nun unter solchen Verhältnissen auch Zwischenkörperbildung konstatiert, so macht dies die Vermutung zulässig, dass hierbei dieselben biomechanischen Ursachen wirksam waren, welche wir der typischen Mitose beimessen könnten, abgesehen natürlich von jeglichen sekundären Erscheinungen, wodurch die letztere in Einzelfällen begleitet werden kann.

Was doch zuletzt die Entstehungsweise selbst des Zwischenstückes an der besprochenen achromatischen Kernkommissur betrifft, so kann ich dafür keinen bestimmten Nachweis liefern, denn es war in aufeinanderfolgenden Momenten nicht zu verfolgen. Jedenfalls aber halte ich es für irrtümlich, wenn Jemand hier mit einem Ueberbleibsel von Chromatin thun zu haben glaubte. Noch weniger Wahrscheinlichkeit hätte aber meines Erachtens die Vermutung für sich, dass in dem gegebenen Fall gewisse besondere „Körnchen“ engagiert werden, wie solche eben, nach Auffassung mancher Autoren bei Mitose an „Centralspindelfasern“ auftreten sollen, um dann zum Aufbau des „Zwischenkörpers“ verwendet zu werden. Soweit meine eigenen Untersuchungen an Gewebezellen ausreichen, scheint vielmehr die Zwischenkörperbildung vor Allem auf einer näher nicht zu bestimmenden biochemischen Metamorphose zu beruhen, der die sonst lebendige Gerüstsubstanz des Protoplasmas anheimfällt, sobald sie in der Teilungsebene getroffen wird. Dafür spricht doch die Bildung der pflanzlichen „Zellplatte“, welche letztere nur insofern etwas besonderes zu deuten hat, dass sie sich auf die Pflanzenzelle bezieht und dementsprechend nachträglich zu einer eigentümlichen Spezifität gelangt, was man von vornherein annehmen muss<sup>1)</sup>. [42]

## Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Teilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden.

Von **R. v. Erlanger.**

(Fortsetzung von Nr. 4 S. 152 d. Jahrg.)

### II. Teil.

Die im ersten Teile vorliegenden Aufsatzes mitgeteilten Beobachtungen waren vorzugsweise an den Eiern von *Rhabditis dolichura* gemacht worden, da diese Form in gewissen Hinsichten die günstigere von den beiden ist, welche mir in reichlicher Menge zu Gebote standen. Die erwachsenen Exemplare von *Rh. dolichura* sind nämlich relativ klein und dünn und enthalten verhältnismäßig wenig Eier, sodass man deren Entwicklung bequem im Körper des Muttertieres verfolgen und so feststellen kann, welcher Pol der innere, welcher der äußere ist.

1) Einstweilen gehe ich auf weitere Ausführungen nicht ein; ich hoffe dennoch binnen Kurzem die oben geäußerte Auffassung in einem besonderen Aufsatz näher auseinander setzen zu können.

Dagegen eignet sich die Art wenig zur Anfertigung von Präparaten, die zum Vergleich und zur Beurteilung des lebenden Materials von Wichtigkeit sind, weshalb ich meine Aufmerksamkeit seither mehr der *Rhabditis pellio* zugewendet habe. Hier lässt sich nach Fixierung mit Alkohol-Eisessig (andere Fixierungsflüssigkeiten dringen durch die sehr undurchlässige Eihaut schlecht durch), Färbung mit Anilinfarben-gemischen (Vesuvium-Jodgrün, Säurefuchsin-Malachitgrün) und Aufhellung in verdünntem Glycerin, die Gestalt der Richtungsspindeln, ihre chromatischen Elemente, der Zerfall des Spermatozoons, das Anschwellen des Spermakerns zum sogenannten männlichen Vorkern, verdeutlichen. Der Zerfall des Kopftheiles des Spermatozoons und das Freiwerden der Deutoplasmakörner, welche sich im Eiplasma zerstreuen und auflösen, verläuft ähnlich, wie ich es für *Ascaris megaloccephala* beschrieben habe, mit dem Unterschied, dass das Spermatozoon längere Zeit hart unter der Oberfläche des äußeren Eipols verbleibt und erst der sog. männliche Pronucleus etwas nach dem Eimittelpunkt vordringt. Es gelang mir dagegen nicht das Schicksal des Homologons des Glanzkörpers hier festzustellen; sollte derselbe wie bei *Ascaris megaloccephala* längere Zeit innerhalb des Eiplasmas als ein homogenes Kügelchen verbleiben, so wäre es schwer ihn nachzuweisen, da das Eiplasma eine wechselnde Anzahl größerer Dotterkugeln enthält, von denen das erwähnte Kügelchen sich nicht leicht unterscheiden ließe. Am lebenden Ei habe ich zwischen Ei und Eimembran nichts gefunden, was mit dem kugligen Glanzkörper identifiziert werden könnte, daher scheint mir noch das wahrscheinlichste zu sein, dass er, wie bei *Asc. megaloccephala* öfters auch der Fall ist, im Eiprotoplasma aufgelöst und resorbiert wird. Bezüglich der Lage des Centralkörpers im Samenkörper und seines Freiwerdens bin ich auch zu keinem positiven Resultat gelangt, es wäre immerhin möglich, dass der Centralkörper im Kern der ruhenden Spermatide liegt und aus dem sog. männlichen Pronucleus heraustritt (vergl. Teil I Fig. 10).

Am lebenden Ei *Rh. pellio* ließen sich noch weitere interessante Details, die bei *Rh. dolichura* nicht zu ermitteln waren, beobachten, namentlich in Bezug auf das Verhalten der chromatischen Substanz bei der Mitose.

Schon in den eben aneinandergelagerten Vorkernen kann man bei günstigen Eiern, natürlich bei sehr starker Vergrößerung (Zeiss homog. apochr. Immers. 2 mm Compens. Oc. 12 u. 18) und künstlicher Beleuchtung (Auerbrenner mit Sehusterkugel) die chromatischen Elemente als etwas stärker lichtbrechende Kügelchen erkennen, welche sich allmählich rosenkranzförmig hintereinander zu sog. Kernfäden anordnen. Nachdem die „Vorkerne“ sich stark gegenseitig abgeplattet haben, die Centrop lasmen eingestellt sind und eine deutliche Strahlung entwickelt haben (vergl. Teil I Fig. 4 von *Rh. dolichura*), sammeln

sich die Chromatinschleifen im Äquator an, ohne vorerst eine wirkliche Äquatorialplatte zu bilden, wobei beide Vorkerne ihre Individualität noch vollständig bewahren. Wenn jetzt die Kernmembranen an den Polen schwinden und die Scheidewand zwischen den Kernen undeutlich wird, ist eine wirkliche Äquatorialplatte ausgebildet (Fig. 1),

Fig. 1.

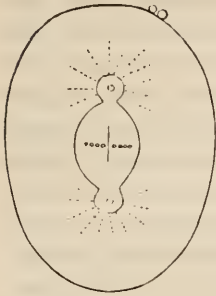


Fig. 2.

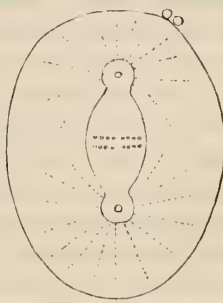


Fig. 3.

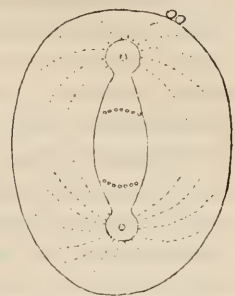


Fig. 4.

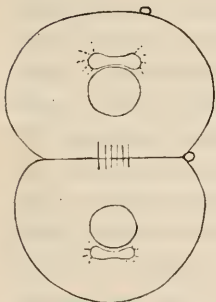


Fig. 5.

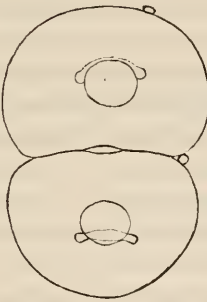


Fig. 6.

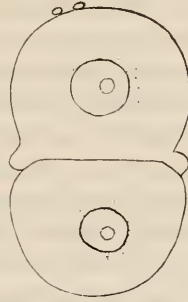


Fig. 7.

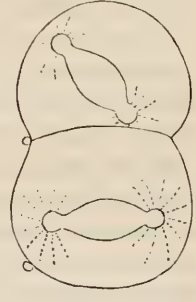


Fig. 8.

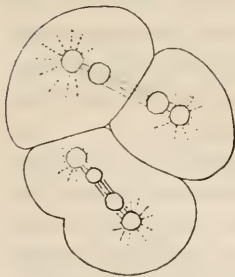


Fig. 9.

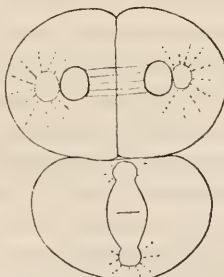
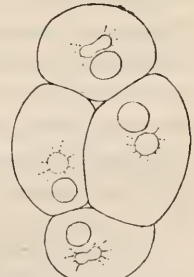


Fig. 10.



welche in seitlicher Ansicht durch den noch sichtbaren Teil der Scheidewand in zwei Teile gespalten ist, welche je von dem „männlichen“ und dem „weiblichen“ Vorkern stammen. Schon auf diesem Stadium war öfters bei *Rh. pellio* in der Mitte eines jeden Asters ein Centralkörper zu sehen, aus welchem zuweilen Andeutungen einer feineren alveolären Struktur beobachtet werden konnten. Die einzelnen Chro-



matinkügelchen, welche die Kernschleifen zusammensetzen, machen keineswegs den Eindruck fester Körner, sehen vielmehr wie Bläschen aus, deren Inneres mit Flüssigkeit gefüllt ist. Sehr bald tritt an den Kernschleifen die Längsspaltung auf und sofort wird die Äquatorialplatte in zwei Tochterplatten zerlegt (Fig. 2), welche nach den entgegengesetzten Spindelpolen zu wandern anfangen. In dem Maße, wie die Tochterplatten auseinanderweichen, verändern dieselben auch ihre Gestalt; sie krümmen sich zu Kugelkalotten, deren Konvexität den Polen zugewendet ist. Nun vollzieht sich die Zellteilung ganz in derselben Weise, wie ich es für *Rh. dolichura* geschildert habe und jede Tochterplatte stößt ganz auf das zugehörige Centroplasma, worauf die Rekonstruktion der Tochterkerne, in einer am lebenden Objekte bis jetzt nicht zu ermittelnden Weise erfolgt. Auf Präparaten zeigt sich, dass die Chromatinbläschen durch ein Liningerüst zusammengehalten werden, sodass jede Kernschleife aus aneinandergereihten Linnalveolen mit dazwischen liegenden Chromatinbläschen zu bestehen scheint. Durch Verschmelzung der Kernschleifen zu einem einheitlichen, rasch sich aufblähenden Bläschen entstehen die Tochterkerne.

Der Prozess des Auseinanderweichens der Tochterplatten, von dem Augenblick an, wo die Längsspaltung der Kernschleifen deutlich sichtbar wird, bis zum Moment, wo die Tochterplatten fast auf die Centroplasmen stoßen, dauerte im Durchschnitt 70 Sekunden, während die Zeit, welche von der Aneinanderlagerung der Keimkerne bis zur Durchschnürung des Eies (Auftreten der 1. Furche) verläuft, etwa 80 Minuten in Anspruch nimmt. Ich muss besonders hervorheben, dass die Eier von *Rh. pellio*, an welchen ich die eben erwähnten Beobachtungen machte, von der Konjugation der Vorkerne bis zur zweiten Teilung (Vierzellenstadium) kontinuierlich beobachtet wurden. Die Zeit von der Konjugation der „Vorkerne“, bis zum Auftreten der Furche in der kleineren der beiden Furchungszellen, beträgt durchschnittlich zwei Stunden, bei einer Temperatur von 21° C. Wenn auch die betreffenden Eier stark gepresst waren, verlief ihre Entwicklung bis zum Ende der Beobachtung vollständig normal<sup>1)</sup>.

Im Gegensatz zu dem Ei von *Ascaris megaloccephala*, bei welchem die zwei ersten Furchungszellen, gleich nach der Durchschnürung der

1) Bezüglich der von mir benutzten Technik wäre zu erwähnen, dass die Eier von *Rh. dolichura* in einem Tropfen Bütschli'scher Eiweißlösung, die Eier von *Rh. pellio* in einem Tropfen 0,6proz. Kochsalzlösung untersucht wurden. Zwischen das mit Klebwachsfüßchen versehene Deckglas und den Objektträger wurde eine Glasfadenspirale gelegt (Glaswolle), in dessen Mitte das Objekt sich befand. In dieser Weise lässt sich der Druck regulieren und jederzeit wieder durch Zugabe von Flüssigkeit mittels einer feinen Pipette aufheben. Es muss dafür gesorgt werden, dass die Flüssigkeit stets bis zum Rande des Deckglases ausgebreitet bleibt.

Eizelle, mit einer kreisförmigen Fläche zusammenstoßen, deren Durchmesser etwa  $\frac{1}{3}$  des Durchmessers der größeren Tochterzelle misst, liegen die beiden Furchungszellen der zwei von mir untersuchten *Rhabditis*-Arten einander mit einer viel breiteren Fläche an und zwar gleich nach der Durchsehnürung der Eizelle (Fig. 4). Die sogenannten Verbindungsfasern bleiben längere Zeit sichtbar (Fig. 4); öfters kommt der 1. Richtungskörper in der Furche zwischen beiden Zellen zu liegen, während der 2. gewöhnlich in einer seichten Delle an der Oberfläche der größeren Furchungszelle verharrt, zuweilen löst sich der 1. Richtungskörper vom Keime ab und liegt frei zwischen diesem und der Eimembran. Zu dieser Zeit lässt sich die „Carnoy'sche Zellplatte“, oder nach eigener Auffassung die aneinandergelagerten Alveolarschichten der beiden einander gegenseitig abplattenden Furchungszellen, am besten beobachten; die Furche verläuft geradlinig. Die Centropfasern der Tochterzellen flachen sich sehr bald nach der Teilung der Eizelle ab und werden hantelförmig ehe die Strahlung ganz rückgebildet ist (Fig. 4). Bei *Rh. pellio* fand ich die eigentümliche Erscheinung, welche mir bei *Rh. dolichura* auffiel, nämlich, dass das Centroplasma der kleineren Furchungszelle, welche sich bei beiden Formen nach der größeren teilt, zuerst hantelförmig wird, nicht bestätigt. Die zwischen den Centropfasern auftretenden extranucleären Centralspindeln schmiegen sich den bläschenförmigen Tochterkernen an (Fig. 5) und werden derartig ausgezogen, dass die sich verkleinernden Centropfasern allmählich an die entgegengesetzten Kernpole gelangen. Am lebenden Keim ließen sich auf diesen Stadien die Centralkörper nicht mehr wahrnehmen, wohl aber auf Totopräparaten. Im Gegensatz zum Ei von *Ascaris megaloccephala* scheint sich die extranucleäre Centralspindel bei der Wanderung der Centropfasern schließlich zurückzubilden und die 2. Furchungsspindeln stammen daher zum allergrößten Teil, d. h. mit Ausnahme der äußersten Enden und der Polstrahlungen, ganz aus der Kernsubstanz. Meiner Ansicht nach rührt dieser Gegensatz daher, dass die Kernmembran bei *Rh. pellio* länger als bei *Asc. megaloccephala* erhalten bleibt, dasselbe gilt auch von den Membranen der Keimkerne (Vorkerne). Es wurden zum Vergleich Totopräparate von *Rh. pellio* herangezogen, welche zeigten, dass die gedrunghenen zweiten Furchungsspindeln bereits in allen ihren Teilen fertig sind ehe die Kernmembran an den Polen undeutlich wird. Wie bei der 1. Furchungsspindel ist der Verlauf der sogenannten Spindelfasern ein ausgesprochen bogiger und sämtliche „Fasern“ im Bereiche der Aequatorialplatte, ja noch etwas darüber hinaus, gehen kontinuierlich von einem Pol zum anderen, zum mindesten muss ich mit Entschiedenheit auch hier, wie bei *Asc. megaloccephala* bestreiten, dass die Spindel aus zwei mit der Basis aneinanderstoßenden Kegeln besteht.

Während die Centropfasmen diese Veränderungen durchmachen, erleidet auch die Gestalt der beiden Furchungszellen in ihren gegenseitigen Beziehungen gewisse Modifikationen. Gewöhnlich wird die Berührungslinie der größeren etwas ein-, die der kleineren etwas ausgebuchtet (Fig. 5), zuweilen wird der Radius des Bogens recht klein und die Krümmung sehr ausgesprochen; gleichzeitig tritt ein kleiner, oft unregelmäßig gestalteter linsenförmiger Hohlraum zwischen den Furchungszellen in der früheren Spindelaxe auf. Ehe die Kerne sich zur Teilung anschicken und bevor die Polstrahlungen auftreten, wird die Furche wieder zu einer Geraden (Fig. 6), der Längsdurchmesser des ganzen Keimes streckt sich, wobei der Querdurchmesser entsprechend abnimmt und die Kerne, welche ihre centrale Lage innerhalb beider Zellen beibehalten, wieder etwas auseinanderrücken. Die Spindeln beider Zellen liegen noch zueinander parallel (Fig. 6 polare Ansicht der Kerne, die Centropfasmen der oberen Pole sind durch punktierte Kreise angedeutet, die Polstrahlungen sind noch nicht aufgetreten). Die Kerne haben seit ihrer Rekonstruktion stetig an Größe zugenommen und jetzt macht sich zuweilen um sie herum eine Strahlung bemerkbar, welche nichts mit den Spindelpolen zu thun hat, da sie nicht von diesen, sondern von der Kernperipherie ausgeht und besonders auf optischen Querschnitten durch die äquatoriale Gegend des Kernes hervortritt. Ähnliches konnte ich gelegentlich auch an den konjugierten Keimkernen, ehe die Polstrahlung bemerkbar wird, konstatieren, wenn auch die Erscheinung am ungetheilten Ei nicht so deutlich ist, wie in den beiden ersten Furchungszellen. Diese Strahlung lässt sich, glaube ich, so erklären, dass der anschwellende Kern Flüssigkeit aus dem Cytoplasma anzieht und die Alveolen in der Richtung der Strömung sich zu Längsreihen anordnen. Sehr bald fängt die größere Zelle an amöboid zu werden, es treten wieder lebhaftere Strömungen im Cytoplasma auf und dieses bildet in der Gegend der Furche wulstförmige Pseudopodien, welche im optischen Längsschnitt henkelartig hervortreten (Fig. 6). Ähnliches hat zur Strassen am lebenden Keime von *Ascaris megaloccephala* beobachtet, mit dem Unterschied, dass die Wülste von beiden Furchungszellen gebildet werden, auf meinen Präparaten von *Asc. megaloccephala* konnte ich bis jetzt die Wülste nicht finden, wahrscheinlich, weil sie bei der Abtötung eingezogen werden. Im Ganzen genommen sind bei den *Rhabditis*-Eiern die amöboiden Bewegungen der beiden ersten Furchungszellen nicht so auffallend, wie beim ungetheilten Ei vor und während der Bildung der Pseudofurche (vergl. Teil I S. 156), doch können, abgesehen von den Wülsten an der Furche, noch weitere, sehr stumpfe Pseudopodien an anderen Stellen der Zelloberfläche auftreten. Hat man einen Keim in der durch Fig. 6 veranschaulichten Lage vor sich, d. h. blickt man auf das Polende des zur gedrunghenen Spindel ohne Polstrahlungen um-



gewandelten Kernes, so kann man die interessante Beobachtung machen, wie der scharfe Kontur des äquatorialen Teiles, d. h. die Kernmembran, bei der allmählichen Streckung der Spindel plötzlich verschwindet und die scharfe kreisförmige Grenze sich in einen zackigen Umriss verwandelt.

Gleich nach dem Auftreten der amöboiden Bewegungen beginnen die eigentlichen Polstrahlungen deutlich zu werden und es erfolgt die Einstellung der Spindeln beider Furchungszellen derart, dass, während bisher die Axen beider Spindeln parallel lagen, die Spindel der kleineren Zelle sich allmählich senkrecht auf die der größeren Furchungszelle einstellt (Fig. 7). Das Verhältnis der Teilungsgeschwindigkeiten beider Zellen ist kein konstantes, wie ein Vergleich zwischen Fig. 7 und 8 lehrt (welche nicht von demselben Keim stammen), doch eilt die größere Zelle der kleineren stets etwas voraus, wie dies auch bei *Asc. megalcephala* gewöhnlich der Fall ist. In den beiden Furchungszellen, wie in der Eizelle gehen dem Auftreten der Furche pendelnde Bewegungen der Spindeln voraus. Auch hier strömt unterdessen das Protoplasma von den Polen nach der Fuchenebene ab. Im allgemeinen stimmt der Verlauf der Teilung beider Furchungszellen ganz mit dem der Eizelle überein, wenn man davon absieht, dass hier zwei kopulierte Kerne, dort je ein einziger Kern vorhanden sind; im Grunde genommen ist dieser Gegensatz kein prinzipieller, weil im Ei die Spindel zum größten Teil aus beiden Kernen hervorgeht. Bezüglich der Einstellung der beiden Furchungsspindeln wäre noch zu bemerken, dass bei *Rh. pellio* die eingestellte Spindel der größeren Furchungszelle parallel zur 1. Furchungsebene liegt, während die eingestellte Spindel der kleineren darauf senkrecht steht (Fig. 8), jedoch ist diese Beziehung der beiden Spindeln zueinander nur eine vorübergehende, da während der Zellteilung die beiden Furchungszellen aufeinander herumgleiten (Fig. 9) und zwar so, dass nach der zweiten Teilung die Verbindungslinien der zueinander gehörigen Tochtercentroplasmennittelpunkte untereinander wieder parallel ziehen (Fig. 10). Die Gestalt der sich teilenden beiden ersten Furchungszellen erleidet bei dem Gleiten mannigfaltige Deformationen (Fig. 9), weil die nicht dehnbare Eihaut die Zellen zwingt, sich einander gegenseitig anzupassen. Ueberhaupt gibt die Eihaut gewissermaßen eine Form für den sich entwickelnden Keim ab, während die Gestalt der Eihaut selbst, durch diejenige des unbefruchteten Eies bedingt wird und sich nach der Zahl und der gegenseitigen Lagerung der Eier in dem Geschlechtsleiter richtet. Auch die Spindeln und spezieller die sogenannten Verbindungsfasern machen die erwähnten Deformationen mit, sodass sie öfters stark verbogen werden.

Weiter habe ich die Furchung nicht verfolgt, weil dieser Vorgang bei den Nematoden und anderen Tieren in den letzten Jahren wieder-

holt der Gegenstand sehr eingehender Untersuchungen war und es mir hauptsächlich nur darauf ankam, die feineren Verhältnisse bei der Befruchtung und Teilung, soweit dieselben sich am lebenden Objekt ermitteln lassen würden, zu studieren. Ich beabsichtige auch nicht an diese kurze Mitteilung, welcher nur sehr einfache Figuren beigegeben werden konnten, theoretische Betrachtungen anzuknüpfen, sondern ziehe vor die Schlüsse, zu welchen ich gelangt bin, sofern ich sie noch nicht in anderen Aufsätzen auseinandergesetzt habe, aufzusparen, bis ich die lebenden Eier anderer Formen mit denen der Nematoden verglichen habe. Bei derselben Gelegenheit soll dann die einschlägige Litteratur, die hier nur höchst dürftig berücksichtigt ist, eingehender besprochen werden.

Heidelberg, den 26. Februar 1897.

### Zur Begattung der Dekapoden.

Von Dr. G. Brandes,

Privatdozenten für Zoologie in Halle a./S.

Die Begattung derjenigen Dekapoden, die im männlichen Geschlecht einen Penis und im weiblichen ein Receptaculum seminis besitzen, ist bei einer Reihe von Arten von verschiedenen Seiten zuverlässig beobachtet, z. B. bei *Dromia*, *Maja* und *Carcinus*, dagegen wissen wir über diesen Vorgang bei den Makruren, die keinerlei Einrichtungen für eine innere Begattung aufweisen, nur sehr wenig. Die Begattung des Flusskrebse (*Astacus* oder den neuen Nomenclaturregeln nach *Potamobius* (!) *fluvialilis*) ist allerdings verschiedentlich beobachtet, aber in ihren Einzelheiten leider nur wenig genau geschildert. Am ausführlichsten berichtet darüber Chantran<sup>1)</sup>, indem er sagt, dass das Männchen das Weibchen mittels seiner großen Scheere auf den Rücken wirft und dann den Inhalt seiner Vasa deferentia (Samen und Kittmasse) zuerst auf die äußeren Lamellen des Schwanzfächers ergießt, dann soll er das Weibchen unter sein Abdomen ziehen und seine Vasa deferentia zum zweiten Male entleeren und zwar so, dass die Samenmasse in die Umgebung der weiblichen Geschlechtsöffnungen gelangt. Das ist eigentlich alles, was über die Begattung der Makruren bekannt geworden ist.

Bei so geringer Kenntnis dieses Vorganges scheint mir jede einschlägige Beobachtung mitteilenswert, und es mögen daher die beiden von mir während des diesjährigen Winters in der hiesigen zoologischen Station studierten Fälle im Folgenden geschildert werden.

Der erste Fall betrifft *Galathea strigosa*. Am 10. Dezember fand ich frühmorgens in meinen Aquarien ein Pärchen dieses prächtig gefärbten Makruren in Copula. Das größere Männchen lag auf dem Rücken und hatte mit der linken Scheere die linke Scheerenhand des Weibchens gefasst und hielt das Weibchen genau über sich. Als Hilfs-

1) Compt. rend., Paris 1870, T. 71, p. 43 und 1872, T. 74, p. 201.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

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

Artikel/Article: [Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Teilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden. 339-346](#)