

Zoologischer Anzeiger

herausgegeben

von Prof. **Eugen Korschelt** in Marburg.

Zugleich

Organ der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

Bibliographia zoologica

bearbeitet von Dr. **H. H. Field** (Concilium bibliographicum) in Zürich.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

XXVIII. Band.

28. Februar 1905.

Nr. 16/17.

Inhalt:

I. Wissenschaftliche Mitteilungen.

1. **Depdolla**, Untersuchungen über die Spermatogenese von *Lumbricus terrestris*. S. 545.
2. **Jägerskiöld**, *Bunonema richtersi* n. g. n. sp. Ein eigentümlicher neuer Landnematode aus dem Schwarzwald, von Kerguelen und Possession-Inseln (Crozet-Inseln). (Mit 1 Fig.) S. 557.

3. **Carl u. Lebedinsky**, Materialien zur Höhlenfauna der Krim. II. (Mit 6 Figuren.) S. 562.

II. Mitteilungen aus Museen, Instituten usw.

Internationale Regeln der Zoologischen Nomenklatur. S. 566.

Literatur S. 345—368.

I. Wissenschaftliche Mitteilungen.

1. Untersuchungen über die Spermatogenese von *Lumbricus terrestris*.

Von Ph. Depdolla, aus dem Zoologischen Institut in Marburg.

eingeg. 18. Januar 1905.

Bisher liegen zwei Arbeiten vor, die die Spermatogenese des Regenwurmes behandeln, die eine von Bloomfield¹ und die andere von Calkins², doch gibt die erstere die Genese nur in den äußeren Umrissen an, während bei der zweiten zwar die Reifung der Samenzellen klargestellt wird, jedoch die Darstellung der Histogenese der Spermatozoen einer Ergänzung bedürftig ist, besonders seitdem man über das Verhalten der Centrosomen und der Mitochondrien bei der Bildung anderer Samenfäden Klarheit geschaffen hat.

Mit der Morphologie der Samenfäden von *Lumbricus* beschäftigten

¹ Bloomfield, J. E., On the Development of the Spermatozoa I. *Lumbricus*. Quart. Journ. Micr. Sc. XX. 1880.

² Calkins, G. N., The Spermatogenesis of *Lumbricus*. Journ. of Morphol. XI. Nr. 2. 1895.

sich E. Ballowitz³ und Foot^{4, 5}, sowie Foot und Strobell⁶. Ballowitz behandelte die Teile des Spermatozoons rein descriptiv, während Foot und Foot u. Strobell eine Deutung namentlich der drei Körner im Spermatozoon versuchten, doch wurde von ihnen die Genese nicht berücksichtigt. Foot und Foot u. Strobell haben zwar an *Allolobophora foetida* gearbeitet, doch sind bei dieser die Spermatozoen ebenso gebaut wie die bei *Lumbricus*.

Riesenspermatozoen, wie sie Foot in Nr. 4 beschreibt, sind mir nie zu Gesicht gekommen, so daß ich fast annehmen möchte, daß die von Foot⁴ auf S. 496 gegebene Abbildung eines Riesenspermatozoons von einem macerierten und gequollenen Exemplar herrührt, denn Foot entnahm die Spermatozoen dem Eikokon.

Mit nachfolgendem beabsichtige ich die bisher erhaltenen Resultate meiner Untersuchung über die Histogenese, über das Schicksal der Mitochondrien und über den Cytophor, mit denen ich seit dem Herbst 1903 im hiesigen Zoologischen Institut beschäftigt bin, kurz mitzuteilen, gedenke aber später in einer ausführlicheren Darstellung Genaueres zu geben.

Zur Untersuchung verwendete ich fast nur *Lumbricus terrestris* L.⁷, konnte aber feststellen, daß die Samenbildung bei *Allolobophora* ebenso verläuft wie bei *Lumbricus*. Zur Konservierung des Materials bevorzugte ich anfangs die Hermannsche Platinchloridosmiumessigsäure, doch erhielt ich zuletzt bedeutend bessere Bilder mit der modifizierten Chromosmiumessigsäure, die Benda zur Untersuchung der Mitochondrien empfiehlt [Merkel u. Bonnet, *Ergebn. d. Anat. u. Entwicklsgesch.* f. 1902. Bd. XII. 1903. S. 752] und fast alle meine Zeichnungen sind nach Präparaten angefertigt, die durch Bendas Konservierung gewonnen sind. Außer der üblichen Färbung mit Eisenhämatoxylin benutzte ich noch Gentianaviolett und vor allem die Bendasche Mitochondrienfärbung mit alizarinsulfosaurem Natrium und Kristallviolett. Obgleich es mir nie gelingen wollte, allein die Mitochondrien blau, den übrigen Zellinhalt rötlich zu färben, wie Benda vorschreibt, sondern

³ Ballowitz, E., Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. K. Ballowitz usw., nebst weiteren spermatologischen Beiträgen. *Intern. Monatschr. f. Anat. u. Phys.* Bd. XI. H. 5. 1894.

⁴ Foot, Katharine, The Cocoons and Eggs of *Allolobophora foetida*. *Journ. of Morphol.* Vol. XIV. Nr. 3. 1898.

⁵ Dieselbe, The Origin of the Cleavage Centrosomes. *Ebda.* Vol. XII. Nr. 3. 1897.

⁶ Foot, K., and Ella Church Strobell, The Spermatozoa of *Allolobophora foetida*. *The Amer. Journ. of Anat.* Vol. I. Nr. 3. 1902.

⁷ Nach F. E. Beddard, A Monograph of the Order of Oligochaeta, Oxford 1895, bestimmt als *Lumbricus herculeus* Sav. (S. 724); nach W. Michaelsen Oligochaeta, Lief. 10 des »Tierreichs« Berlin 1900, S. 511, *Lumbricus terrestris* L. zu nennen.

meist das Chromatin und ebenso die Zentralkörner blau tingiert wurden, bin ich doch sehr befriedigt von den Erfolgen, zu denen mir gerade Bendas Färbung verhalf, und mit ihrer Hilfe habe ich den Hauptteil meiner Untersuchung angestellt. Um die gestreckten Spermatiden und die Spermatozoen ganz zu erhalten, habe ich auch Strichpräparate hergestellt, die ich mit Eisenhämatoxylin färbte; sie boten aber nur wenig Nutzen für die endgültigen Resultate.

Die Spermatozoen.

Ich beginne mit der Beschreibung der reifen Spermatozoen, indem ich, die Resultate meiner späteren Darstellung vorwegnehmend, kurz die Genese der einzelnen Teile angebe.

Die Spermatozoen der Regenwürmer sind lange, sehr dünne Samenfäden mit langem Schwanz. Bei der Beobachtung in physiologischer Kochsalzlösung erkennt man das Spitzenstück kaum; der Kopf ist am deutlichsten und trägt am hinteren Ende eine Stelle starker Lichtbrechung, das Mittelstück. Der Kopf ist wenig oder gar nicht beweglich, der Schwanz schlängelt ziemlich lebhaft. Frisch mit Gentianaviolett gefärbt und so gemessen, ergaben sich folgende Maße, die mit den an konservierten und gefärbten Präparaten gewonnenen übereinstimmen. Die Spermatozoen besitzen eine Gesamtlänge von 72μ , von der etwa $48-49\mu$ auf den Schwanz, 23μ auf den Kopf mit Spitzen- und Mittelstück entfallen. Die Dicke des Kopfes beträgt etwa $0,6\mu$. Das ebenso dicke Mittelstück ist 2μ lang, das kegelförmig langspitze Perforatorium 3μ .

Färbungen ergeben ein ziemlich gleichmäßiges Bild der Spermatozoen. Das Spitzenstück bleibt am hellsten, es liegt als langgestreckter Kegel dem Kopf aufgesetzt, sein hinteres Drittel ist innen etwas heller gefärbt, doch noch dunkel umzogen, vielleicht ein weniger dichter Teil, oder das Bläscheninnere der Sphäre, aus der (Idiozom, Centrotheka) das Spitzenstück hervorgeht. Leider ist die Sphäre in der Genese schwer zu verfolgen, aber ihre Umwandlung in das Spitzenstück steht sicher.

Der Kern besitzt an der Grenze gegen das Perforatorium ein dunkler tingiertes Korn, das, nach vorn scharf umgrenzt, nach hinten allmählich in die chromatische Masse übergeht. Weiter unten werde ich nachweisen, daß dies Korn aus Chromatin, nicht aus centrosomaler Substanz besteht.

Der Kern ist gleichmäßig dunkel gefärbt und hält jede Kernfarbe mit größter Zähigkeit fest, er stellt einen $18-19\mu$ langen, $0,6\mu$ dicken, also recht dünnen Faden dar. Ob er noch eine Umkleidung von Cytoplasma besitzt, ist nicht festzustellen, aber an fast ausgewachsenen Spermatiden von etwa $15-16\mu$ Kopflänge bleibt noch ein feiner Saum von Plasma um den Kern sichtbar.

Gegen das Mittelstück ist der Kopf ebenso wie gegen das Spitzenstück mit einem dunkler gefärbten Korn abgegrenzt. Da dies ebenso wie das vordere unscharf in das Kernchromatin übergeht und es anderseits, wie aus der Genese folgt, nicht centrosomal sein kann, fasse ich es auf als eine Chromatinverdichtung an der Grenze des Kopfes gegen das Mittelstück.

Das 2 μ lange Mittelstück erscheint auf stärker tingierten Präparaten fast ganz homogen und oft dunkler gefärbt als der Kopf. Dann scheint es auch um ein Geringes dicker zu sein als jenes; bei schwächerer Färbung zeigt es am Ende, an der Basis des Schwanzes, ein noch dunkles Korn und gleichzeitig ist es auch ein wenig dünner als der Kopf. Nach meiner Feststellung besteht das Mittelstück aus dem erheblich längeren, stäbchenförmigen, mehr als 1 μ langen proximalen und dem klein gebliebenen distalen Zentralkorn. Das proximale scheint an Spermatozoen eine etwas schwächere Färbbarkeit zu besitzen. Um die beiden, miteinander verschmolzenen Centrosomen hat die Mitochondrienmasse der Spermatiden sich herumgelegt und bildet die eng anschließende Hülle des Mittelstückes mit beträchtlicher Färbbarkeit, ohne Struktur.

Der Schwanzfaden ist 48—49 μ lang und sehr dünn, auf Präparaten oft kaum sichtbar und meist nur schwach gefärbt. Eine fibrilläre Struktur, wie sie Ballowitz an ihm beschreibt, konnte ich nicht erkennen. Er entsteht an den ganz jungen Spermatiden von der Stelle aus, an der das distale Zentralkorn der Zellwand anliegt.

Die jungen Spermatiden und das Schicksal der Centrosomen.

Bei der Untersuchung der Spermatiden ist ihre Plasmaarmut und geringe Differenzierbarkeit recht erschwerend, so daß meine Kenntnisse von den Anfängen der Histogenese etwas lückenhaft bleiben mußten. Aus der Reduktionsteilung gehen kleine plasmaarme Zellen hervor, deren Kerne einen Durchmesser von etwa 2,4—2,5 μ haben. Da die Spindelachse aller Mitosen tangential, die Achsen der Spermatiden aber radiär zum Cytophor liegen, beginnt gleich nach der Teilung eine Drehung der Spermatiden, die, noch ehe die Tochterzellen sich ganz getrennt haben, den Erfolg hat, daß auf der, dem Cytophor abgewandten Seite das Schwanzende der Zelle mit dem Mitochondrienkörper, den von ihm umhüllten Zentralkörnern und dem außen hervorstachsenden Schwanzfaden liegt. Der Schwanzfaden beginnt während dieser Drehung herauszuwachsen. Die Spermatiden liegen nun als schwach elliptische Zellen um den auf Schnitten jetzt kreisrunden Cytophor herum, besitzen einen Kern mit mittelgroßen Chromosomen, und während am Vorderende der Zelle, wo sie mit dem Cytophor in Verbindung steht, vor dem Kern ein helles Bläschen, die Sphäre, liegt, sieht man am Hin-

terende den feinkörnigen Mitochondrienhaufen und in ihm die beiden Zentralkörner, von denen das eine der Kernmembran, das andre der Zellwand anliegt. Zwischen den beiden Zentralkörnern ist ein feiner Verbindungsfaden erkennbar. Die Centrosomen besitzen noch dieselbe Größe wie in den Mitosen, bald aber beginnt das proximale, dem Kern anliegende (wie es an den Kern wandert, konnte ich nicht beobachten), so auszuwachsen, daß es der Kernmembran als dünnes Stäbchen tangential anliegt. Darauf folgt sofort ein weiteres Wachstum, welches zur Folge hat, daß dieser Zentralkörper die Gestalt eines Kegels gewinnt, dessen Basis unverändert der Kernmembran anliegt, dessen Spitze sich allmählich dem distalen Zentralkorn, welches kein Wachstum zeigt, nähert, bis dann schon zu einer Zeit, in der die Längsstreckung der Spermatide noch gering ist, die beiden Zentralkörner sich berühren und miteinander verschmelzen.

Das bisher an der Basis breitere, kegelförmige proximale Centrosoma gewinnt von jetzt an immer mehr an Längsausdehnung und gegen Ende der Histogenese liegen die beiden verwachsenen Zentralkörner als 1—1,5 μ langes, stark färbbares Stäbchen zwischen dem Kern und dem Schwanzfaden; vielleicht erfährt auch noch das distale Korn nach der Verschmelzung ein Wachstum, das eben wegen der Verschmelzung nicht erkennbar ist. Die beiden Centrosomen ergeben also zusammen das Mittelstück, doch nur einen Teil, den größeren davon.

Der Kern.

Während die Zentralkörner sich zusammenlegen und zum Mittelstück auswachsen, macht der Kern außer seiner erheblichen Längsstreckung auffällige Veränderungen durch. In den jungen Spermatiden ist er ganz rund und besitzt zeitweise anscheinend einen Nucleolus. Das Chromatin ist in kleineren Brocken im Kern verteilt, sehr bald aber ballen sich seine einzelnen Stücke zu größeren Brocken zusammen, rücken in die Mitte oder an die eine Seite des Kernes, die vordere oder hintere, und legen sich dort eng aneinander, worauf sie zu einer vollkommen drehrunden Chromatinkugel verschmelzen. Der Kernsaft umgibt diese Kugel dann als gleichmäßige Vacuole. Das Chromatin ist glatt und fest geschlossen und die Kernmembran liegt überall frei um die Vacuole herum, ohne mit dem Chromatin in irgend einer Verbindung zu stehen. Am vorderen Kernpole zeigt die Kernmembran jetzt eine schwache Verdickung, an- oder neben der die oft nicht sichtbare Sphäre außen der Membran anliegt.

In diesem stark verdichteten und stark färbbaren Zustande fängt nun der Kern an sich in die Länge zu strecken und tut dies, indem er zunächst eine birnenförmige Gestalt gewinnt, deren spitzeres Ende hinten

liegt. Später verringert auch das dem Cytophor zugekehrte Vorderende des Kernes seine Breite und schließlich erhält das Chromatin die Gestalt eines zylindrischen Stabes mit ellipsoidisch abgerundeten Enden. Wenn er so eine Länge von etwa 7—8 μ erreicht hat, bei einer Dicke von knapp 1 μ , macht er eine ganz auffallende Änderung in der Färbbarkeit durch. Vorher war es unmöglich, ihm die aufgespeicherte Farbe zu entziehen, während von jetzt ab bis fast zum Ende der Längsdehnung der Kern ganz schwach gefärbt ist, so daß man ihn nur auf dunkler tingierten Präparaten deutlich darstellen kann. Diese Änderung fängt damit an, daß der Kern vom einen Ende beginnend, hell wird und bei genauerer Untersuchung stellt sich heraus, daß das bisher im Innern des Kernes fest zusammengepreßte Chromatin sich auflockert, so daß seine einzelnen Teilchen erkennbar werden und gleich darauf ist die vorher so auffällige Kernsaftvacuole verschwunden, denn die Chromatinteilchen sind alle, fast plötzlich, an die Innenseite der Kernmembran gewandert, so daß der Kernsaft, wie auf Querschnitten sehr gut zu sehen ist, jetzt das Innere des Kernes füllt; alles Chromatin liegt an der Kernmembran in gut unterscheidbaren und ziemlich fein verteilten Chromatinteilchen. Da jetzt bei nur geringer Abnahme des Querdurchmessers der Kern sich noch auf das Doppelte seiner bisher erreichten Länge ausdehnt, darf man wohl annehmen, daß diese Wanderung des Chromatins vom Kerninnern an die Membran die Streckung mechanisch erleichtern soll, da ja das an der Membran fein verteilte Chromatin keine innere Reibung mehr besitzen kann, wie vorher wohl das kondensierte. Dieses dritte Stadium des Kernes dauert so lange an, wie die Längsstreckung und geht erst kurz vor der Vollendung des Spermatozoons in das letzte über.

Hier ist zu erwähnen, daß bei der zentrifugalen Chromatinwanderung eine geringe Anhäufung von stärker gefärbten Chromatinstückchen am Vorderende der Kernmembran stattfindet, dort wo vorher die dunklere Platte der Membran an oder neben der Sphäre sichtbar war. Ich glaube diese Chromatinansammlung als das spätere Basalkorn des Spitzenstückes ansehen zu dürfen, das zuerst von Ballowitz³ 1894 beschrieben wurde und das Foot und Strobell⁶ als centrosomaler Natur ansehen. Ich komme weiter unten beim Spitzenstück noch einmal darauf zu sprechen.

Nach Beendigung der Längsstreckung besitzt der Kern eine Länge von 19—20 μ und ist jetzt wieder stark färbbar. Da seine Dicke auf 0,6 μ herabgegangen ist und auf Querschnitten in seinem Innern keine Kernsaftvacuole mehr gesehen werden kann, darf man wohl annehmen, daß die wiedergewonnene auch sehr starke Färbbarkeit auf einer neuen Verdichtung des Chromatins beruht, der ganze Kern erscheint dann völlig homogen.

Die Mitochondrien.

Es bleibt von der Histogenese noch das Schicksal der Mitochondrien zu betrachten. Meine Untersuchungen über diese Zellgranula sind bei *Lumbricus* (soviel mir bekannt) die ersten und konnten nicht auf die Histogenese beschränkt bleiben, sondern erstreckten sich auch auf die Vorgänge während des Wachstums und der Reife der Samenbildungszellen, sind aber hiermit noch nicht abgeschlossen.

Calkins², dessen sorgfältige Untersuchung die Spermatogenese des Regenwurmes in ihren Haupttatsachen schon festgestellt hat, sah oft die zu einem Körper zusammengeschlossenen Mitochondrien, da er aber aus diesem, von ihm Archoplasma genannten Körper, die Centrosomen hervorgehen sah, hielt er ihn für centrosomal. An seinem Archoplasma beschreibt er aber auch eine Körnchenstruktur, anderseits definiert er nur einen kleinen runden Körper als Archoplasma, der offenbar ein Centrosom ist. Die Verschiedenheiten im Auftreten des Archoplasmas erklärt er sich durch die verschiedenen Wirkungen der angewendeten Fixirmittel. Indem ich anfänglich sein »Archoplasma« als centrosomal ansah, blieb mir die Gestaltveränderung dieses Körpers auch ganz unverständlich, bis mir Benda's Methode zur Mitochondriendarstellung das Archoplasma als Mitochondrienkörper und in ihm liegend die Centrosomen zeigte.

Aus der Beschaffenheit des Cytophorplasmas und aus der Größe und Zahl der um einen Cytophor angeordneten Zellen schließend, fasse ich die kleinsten Kernspindeln, die ich gefunden habe, als Mitosen der letzten Reifungs-, also der Reduktionsteilung auf. Das Chromatin ist in ihnen freilich zu stark überfärbt, so daß eine Unterscheidung der Chromosomen nicht möglich ist, weshalb die Definition dieser Teilungsstadien der vollen Sicherheit entbehrt. Aber es kommt mir darauf an, festzustellen, daß in den Teilungen der Samenbildungszellen auch die Mitochondrien mit geteilt werden. Neben den Spindeln, von denen ich leider nie andre Phasen, als Äquatorialplatten gefunden habe, liegen Körnerhaufen unregelmäßig angeordnet, doch so, daß man an ihnen die Tendenz erkennt, sich gleichmäßig nach beiden Seiten zu verteilen. Da mir, wie erwähnt, Tochterplatten usw. nie zu Gesicht gekommen sind, so kann ich die Verteilung der Mitochondrien in die Teilzellen nicht genauer beschreiben, jedenfalls ist das eine festzustellen, daß jene stäbchen- und schleifenförmigen Teilungsfiguren, wie sie z. B. von Benda bei *Blaps* und von Meves bei *Paludina* beschrieben worden sind, bei *Lumbricus* nicht auftreten. Meist liegt ein Körnchenhaufen rechts und links zu Seiten der Äquatorialplatte und einzelne Körner neben den Spindelfasern,

aber auf einem Bild sah ich von der äquatorialen Anhäufung aus einen Körnchenfaden zum unteren Spindelpol hinziehen.

Etwas anders verhält sich die Mitochondrienmasse bei früheren Teilungen. Die größten in den Samenblasen befindlichen Zellen, die ich als Spermatocyten I. O. ansehe, zeigen auf der dem Cytophor zugekehrten Seite einen körneligen Körper, der nach seinem färberischen Verhalten als Mitochondrienkörper angesehen werden muß. Er bleibt bis zum Beginn der Mitose. In der Teilungsfigur sieht man dann neben dem einen Centrosoma einen stark färbbaren Körper mit mehreren Körnchenhaufen liegen, während einzelne, oder in Reihen angeordnete Körner in seiner Nähe und auf der andern Spindelseite dem von Körnern freien Pol zuzustreben scheinen. Der große Körper, der auch durchlöchert auftritt, ist offenbar in Auflösung begriffen und ein Teil seiner Substanz wandert in die andre Zelle. Ich bin freilich nicht sicher, ob auf diesen Reifungsstadien nicht noch ein chromatoider Nebenkörper andrer Art eine Rolle spielt. Jedenfalls finden sich die Mitochondrien auch in den jüngeren Samenbildungszellen und verteilen sich auch bei deren Teilung auf die Tochterzellen.

Ich verfolge nun die Beteiligung der Mitochondrien am Aufbau der Spermatozoen. Gleich nach der Teilung der Spermatocyten II. Ordnung zu den Spermatiden, noch während der Kern sich rekonstituiert, rücken die Mitochondrien als körniger geschlossener Körper, die Centrosomen umschließend, mit diesen an das Schwanzende der Spermatiden; dabei wandern sie um 90° , wie schon oben angegeben. Nicht lange verhüllt der Mitochondrienhaufen die Zentralkörner, sondern diese finden sich sehr bald etwas seitlich von der Medianlinie der Spermatide, während die Mitochondrien als große Kappe der Kernmembran genau terminal aufliegen, wobei sie den Raum zwischen Kern- und Zellmembran meist ausfüllen. Zunächst liegen die beiden Zentralkörner, von denen das proximale sein oben beschriebenes Wachstum beginnt, noch im zugespitzten seitlichen Ausläufer des Fadenkörnerhaufens. Da sich die Mitochondrien mit Eisenhämatoxylin recht stark färben und durch die Konservierung mit Zenkerscher oder auch Hermannscher Lösung oft ganz homogen erscheinen, ist ihre Verwechslung gerade auf diesen Stadien mit den Centrosomen leicht verständlich, nur bleiben ihre Gestaltveränderungen dann unverständlich.

Wenn der Kern sich kondensiert hat und die birnenförmige Gestalt annimmt, beginnt der Fadenkörnerhaufen seine terminale Lage zu verlassen und rückt langsam im hinteren Ende der Zelle zur Seite, wofür die Centrosomen jetzt die caudale Zellspitze besetzen. Wenn der Kern seine zylindrische Stabform erreicht hat und sich der plötzlichen Auflockerung nähert, liegt der Mitochondrienkörper so, daß er als

schwach mondförmige Sichel seine konkave Seite dem Kern, die konvexe der Zellenwand zukehrt, sein eines Ende liegt in der Nähe der Zentralkörner, das andre dem hinteren Ende des Kernes gegenüber. In dieser Stellung liegt er vorerst untätig und zieht sich nur noch etwas weiter in rostraler Richtung in die Länge. Später, nachdem der Kern seinen Übergang zu dem hellgefärbten Stadium durchgemacht hat, liegt der Körper der Fadenkörner als muschel- oder schalenähnliche Kappe so am Ende des Kernes, daß sein kreisrund gebogener Vorderrand den Kern ebenso umgreift, wie man etwa einen dickeren Stab mit der Hand fast ganz umschließt, während er caudal zur Spitze ausgezogen, den Zentralkörnerstab überdeckt und an der Schwanzbasis endigt. In dieser Lage verharret der Mitochondrienhaufen bis fast zum Schlusse der Histogenese, solange der Kern sich in die Länge streckt, ohne sich erheblich zu verändern. Er legt sich dabei nur immer mehr um das künftige Mittelstück herum und verlängert sich etwas. Da bei dem Wachstum der Spermatide das Cytoplasma — von dem sonst nichts weiter zu sagen ist — sich am Kern entlang immer dünner auszieht, so daß es endlich nur noch als feiner Saum neben dem Kern sichtbar ist, da jedoch der Mitochondrienkörper seinen Abstand vom Kern kaum ändert, behält er um sich noch etwas Cytoplasma, mit dem er scheinbar eine Blase um das Mittelstück bildet. Dies Bläschen bildet auch Calkins ab mit einem gekrümmten Stübchen von Archoplasma, also mit dem langgestreckten, durch die Konservierung veränderten Mitochondrienkörper. In dieser Plasmaanhäufung umgibt der Fadenkörnerhaufen wie es scheint, fast den ganzen Kern an dessen hinterem Ende, doch bleibt er auf der einen Seite immer noch etwas dicker. Er reicht dabei vom caudalen Ende des Zentralkörnerstabes noch bis etwa $1\ \mu$ weit auf den Kern, ist also etwa $2\ \mu$ lang. Es ist also festzustellen, daß die Mitochondrien das Mittelstück umhüllen. Die Plasmablase streckt sich nun auch noch und wird dünner, der Mitochondrienkörper drückt sich dabei eng an Kern und Mittelstück an und indem er dabei immer mehr an Masse verliert, verschwindet er endlich scheinbar ganz. Dafür aber verändert sich das Mittelstück; man kann an ihm nicht mehr den centrosomalen Stab erkennen, der etwas dünner war als der Kern, sondern es stellt jetzt einen zylindrischen Abschnitt des Spermatozoons dar, von etwa $2\ \mu$ Länge und derselben oder noch etwas größeren Dicke als der Kern, ist besonders mit Kristallviolett stark färbbar und läßt bei starker Tinktion keine Differenzierung erkennen; bei schwächerer jedoch ein dunkleres Endknöpfchen, an welchem der Schwanz ansetzt, eine geringer gefärbte Mitte und an der Berührungsstelle mit dem Kern wieder ein dunkleres Korn. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen an andern daraufhin untersuchten Spermatozoen, geht also auch bei *Lumbrius* ein Teil des Mittelstückes aus den Mito-

chondrien hervor. Das Mittelstück bei den Regenwurmspermien besteht somit aus einem innen liegenden Stab von centrosomaler Substanz und aus einer Hülle von Mitochondrien.

Ich möchte die Vermutung aussprechen, daß diese Hülle noch auf eine kurze Strecke auf den Kern übergreift, da die Mitochondrienanhäufung bis zu ihrem Verschwinden auch noch dem Kernende aufliegt. Ob die Mitochondrienhülle eine spiralfädige Anordnung besitzt, kann ich nicht entscheiden, ich habe sie nie erkennen können. Von Foot und Strobell wird auch noch jenes dunkle Korn zum Mittelstück gerechnet, das am Hinterende des Kernes liegt. Da dies aber nur nach dem Mittelstück zu, aber nicht gegen den Kern hin scharf umgrenzt ist und ich keine Anzeichen dafür gesehen habe, daß sich hier ein Korn von dem centrosomalen Stabe lostrennt, halte ich es ebenso, wie das Basalkorn des Spießes für Chromatin; vielleicht wäre auch die auf den Kern übergreifende Mitochondrienbedeckung als mitwirkend anzunehmen, das Korn erscheint aber schon vor der Anlagerung der Mitochondrien.

Das Spitzenstück.

Ich habe schon einige Male die Entstehung des Spitzenstückes berührt und stelle hier noch einmal das zusammen, was ich über sie erfahren konnte, wenn es auch nur wenig ist. In den jüngsten Spermatiden sieht man am vorderen Kernpol ein kleines helles Bläschen liegen, das innen heller, mit gut umschriebenem Rande versehen, als Sphäre (Idiozom, Centrotheka) angesehen werden darf. Wie sie dorthin gelangt, habe ich nicht feststellen können. Sie verursacht, wie oben erwähnt, an der Kernmembran eine Verdickung. In späteren Ausbildungsstadien der Spermatiden sieht man die Sphäre nicht mehr, dann aber tritt an der inneren Seite der Kernmembran jene kleine Chromatinansammlung auf, die bei der Aufhellung des Kernes beginnt. An reifen Spermatozoen, die ich versuchsweise mit Sublimat-Alkohol-Essigsäure auf einem Strichpräparat konserviert hatte, trat eine erhebliche Schwellung des Kopfes ein, von der aber das Spitzenstück nicht mit betroffen wurde. Ebenso wenig auch das Basalkorn, so daß ich meine, daß dies Basalkorn die Chromatinverdichtung um einen Teil der Kernmembran darstellt, der an der Innenseite einer durch das Spitzenstück verursachten Einstülpung liegt.

Der Cytophor.

Ein zweiter Teil meiner Untersuchung bezog sich auf die Entstehung und morphologische Bedeutung des Cytophors, besonders mit Beachtung der Frage nach seiner Kernlosigkeit. Hierüber kann ich aber nur aphoristisch einiges mitteilen, da ich diese Untersuchungen noch nicht beendigt habe.

Schon im Hoden des Regenwurmes, der bekanntlich nur das Keim-epithel und die jüngsten Bildungsstadien enthält, tritt eine Anordnung der Zellen auf, die auf den künftigen Cytophor hindeutet. In der Mitte des Hodens nämlich findet man häufig Kernteilungen, und es ist interessant, daß immer eine kugelförmige Gruppe von Zellen sich auf demselben Stadium, z. B. der Äquatorialplatten, befinden. Auch im Cytophor sind die Einzelzellen zunächst zu einer Kugel zusammengelagert und befinden sich stets auf den gleichen Stadien, das Bild im Hoden zeigt also schon die Anordnung, die später dem Cytophor entspricht. Am Rande des Hodens lösen sich dann auch die fortwandernden Zellen immer in typischen Gruppen ab, die genau denselben Gruppen entsprechen, die man als jüngste Cytophore in den Samenblasen wiederfindet. Die jungen Cytophore hat schon Calkins ausreichend beschrieben und abgebildet mit ihren großen randständigen Kernen ohne Zellgrenzen. Die zentrale Plasmamasse, die sich als Cytophorplasma bald von dem Cytoplasma der Samenbildungszellen unterscheidet, bleibt aber keineswegs so rundlich, wie sie zuerst auftritt, sondern verdünnt sich bald, so daß sie nach bedeutender Streckung und Dehnung nur noch die Verbindungsbrücke zwischen den einzelnen Zellen abgibt, die sich gerade dann zu den Mitosen der Spermatocyten II. Ordnung anschicken. Das Cytophorplasma nimmt dann eine fast fädige Struktur an. Für einen Kern ist jetzt gar kein Platz im »Cytophor«, und ich habe einen solchen auch nie, weder auf diesem, noch auf irgendeinem andern Stadium im Cytophorplasma gesehen.

Während die Spermatocyten sich der letzten Teilung nähern, nimmt auch die Plasmamenge des Cytophors wieder zu und schon die Mitosen der Reduktionsteilung liegen in kleinen Zellen um die jetzt wieder große Kugel des Cytophors herum. Ihr Plasma erscheint von jetzt ab nicht mehr so fein granuliert, wie ganz am Anfang, sondern zeigt eine gröbere netzähnliche Struktur. Die Kugel bleibt nicht vollkommen, sondern macht oft noch Gestaltsveränderungen durch, sie kann einen gestreckten ellipsoidischen Körper darstellen, kann stellenweise vorübergehende gastrulaähnliche Einstülpungen erhalten, bleibt aber doch im ganzen rund.

Die Spermatiden besitzen sehr deutliche Zellgrenzen und stehen mit dem Cytophor nur durch ein kurzes Stäbchen in Verbindung. Einige Male zeigte in diesem Alter der Cytophor eine radiäre Plasmastrahlung, die jedoch den besten Konservierungen fehlt. Von jetzt an aber treten regelmäßig Plasmaverdichtungen im Cytophor auf, so daß man bei flüchtigem Zusehen wohl Kerne zu sehen glaubt. Es muß aber festgestellt werden, daß, ganz wie Bloomfield und Calkins angegeben haben, der Cytophor kernlos ist. Denn nirgends ist an der ganzen Zell-

gruppe eine Kernteilung zu beobachten, die als Bildung eines Cytophorkernes, etwa aus Samenzellen, angesehen werden könnte. Und jene Verdichtungen sehen einem Kern nur entfernt ähnlich. Sie treten auf als färbbare Plasmastücke, Kugeln und Körner und besitzen eine schwache bis starke Färbbarkeit, auch fehlen ihnen die konstanten Formen, so daß ich sie als Zerfallserscheinungen des Cytophorphlasmas ansehe, denn sie treten mit zunehmendem Alter der Spermatiden immer stärker auf und sind in den Plasmakugeln, die die fast gereiften Spermatozoen tragen, stets vorhanden und am meisten typisch gebildet. Sie bestehen zunächst aus kugeligen Plasmaverdichtungen, deren Größe kaum die eines Spermatidenkernes erreicht und die bei genauerer Untersuchung ebenso aussehen wie die kleinen Klümpchen, die sich oft in wechselnder Größe in den Ecken des plasmatischen Wabenwerkes finden. Später treten dann größere, fast homogene Schollen auf, die mit Plasmafarben, z. B. dem alizarinsulfosauren Natrium, stärker gefärbt werden, als das übrige Cytoplasma. Sie werden umlagert oder durchzogen von gebogenen Stäben, kleineren oder größeren Kugeln und ähnlich geformten Stücken, die meist durch Kristallviolett stark gefärbt werden. Alle diese Erscheinungen entbehren jeder regelmäßigen Form und machen, da sie mit Vacuolisierungen und Homogenitätsänderungen des Plasmas zusammen auftreten, den Eindruck von Zerfallserscheinungen. Wären wirklich Kerne vorhanden, so müßte man von ihnen eine geregelte Gestalt erwarten, vor allem aber die Kernbestandteile: Kernmembran, Chromosomen und Kernsaft. Derartig aber lassen sich diese Körper im Cytophor nicht deuten.

Zum Schluß der Histogenese stellen die Cytophore vollkommene Kugeln dar, an denen oft nur noch wenige Spermatozoen hängen, ihr Inneres ist erfüllt mit einem großen Körper, der aus den stärker und stark färbbaren Plasmaverdichtungen besteht.

Der Cytophor ist also als ein Plasmakörper anzusehen, der mit wechselnder Masse den Samenzellen als Träger, vielleicht auch Ernährer, dient, aber weder von einer Zelle abstammt, noch eine Zelle darstellt, denn er besitzt nie einen Kern und entsteht als gemeinsames Produkt der zu einer Gruppe zusammengeschlossenen Samenzellen.

In meiner späteren Darstellung beabsichtige ich noch ausführlicher auf den Cytophor einzugehen.

Der Verbleib der Spermatozoen.

Obwohl man in den Samenblasen meist nicht wenige reife Spermatozoen findet, ist es doch nicht ersichtlich, daß sie dauernd in den Samenblasen bleiben, bis sie bei der Begattung durch die Tätigkeit der großen Wimpertrichter herausgestrudelt werden. Auch ist die Zahl der

in den Samenblasen vorhandenen reifen Spermatozoen gering im Verhältnis zu der ungeheuren Menge, die in den Receptaculis seminis nach der Begattung zu finden sind. Den männlichen Geschlechtsorganen des Regenwurmes fehlt aber ein Behälter für reife Spermatozoen, und es war mir interessant, festzustellen, daß die Wimpertrichter, deren Größe ganz erstaunlich wäre, wenn sie nur von Zeit zu Zeit Sperma in die Vasa deferentia zu befördern hätten, vor allen Dingen als Behälter für gereifte Spermien dienen.

Schon bei der Präparation des frischen Wurmes unter Kochsalzlösung fällt es auf, daß jedesmal, bei der Berührung der Wimpertrichter, die ganz weiß, wie die gefüllten Receptacula aussehen, feine weiße Wolken hervorströmen und ein Stück der Wimpertrichter, frisch mit starker Vergrößerung betrachtet, zeigt sich dicht mit Spermatozoen besetzt. Auf Schnitten sieht man dann, daß in der Wimperschicht des Trichters eine ungeheure Zahl von Spermatozoen nebeneinander stecken, alle parallel, dicht gedrängt, die Köpfe am Epithel, die Schwänze, ebenfalls parallel, dem Trichterlumen zugewandt. An einigen Stellen waren bei der Präparation die Spermatozoen abgestrichen worden, und dort sah man auf Schnitten die Geißeln allein, in denen noch vereinzelt Spermatozoen saßen. Daran war zu sehen, daß die Samenfäden nicht vom Epithel gehalten werden, sondern zwischen dessen Wimpern eingeklemmt stecken.

Berücksichtigt man die durch Einfältelung so bedeutend vergrößerte Oberfläche der 4 Flimmertrichter, so versteht man, daß sie eine ganz beträchtliche Menge von Spermatozoen aufnehmen können und darf wohl annehmen, daß sie alle gereiften Samenfäden bis zur jeweiligen Begattung festhalten können.

2. *Bunonema richtersi* n. g. n. sp.

Ein eigentümlicher neuer Landnematode aus dem Schwarzwald, von Kerguelen und Possession-Inland (Crozet-Inseln).

Von Dr. L. A. Jägerskiöld, Intendant des Zoolog. Museums Göteborg.

(Mit 1 Figur.)

eingeg. 25. Januar 1901.

Das erste Exemplar dieses merkwürdigen Wurmes wurde 1901 von Prof. Richters-Frankfurt a. M. in einem Stückchen Cotula-Rasen von Kerguelen gefunden, welches ein Mitglied der Valdivia-Expedition ihm überlassen hatte; das betreffende Präparat ging aber verloren. Weitere Exemplare fand derselbe in dem von der deutschen Südpolar-Expedition heimgebrachten Moosmaterial von Possession-Inland und Kerguelen, und im Mai 1904 beobachtete Richters ganz ähnliche Würmer im

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Depdolla Ph.

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Spermatogenese von Lumbricus terrestris. 545-557](#)