

den Muskeln. Es käme also hinzu, dass bei körperlicher Arbeit der CO_2 -Gehalt des Blutes steigt, wodurch die Absonderung des Pankreas-saftes gehemmt wird.

Über die Entwicklung der Spermien bei *Conus mediterraneus* Brug. und *Vermetus gigas* Biv.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von Sergius Kuschakewitsch.

Durch die älteren Untersuchungen, besonders diejenigen von Siebold, sind wir mit einem ausgeprägten Dimorphismus der Spermien bei Prosobranchiern bekannt geworden. Die Untersuchungen haben neuerdings an Bedeutung gewonnen, indem Meves nachwies, dass der Dimorphismus auch im Verhalten der Kerne, besonders des Chromatins, zum Ausdruck kommt. Ein Teil der Spermatozoen hat die normale Chromatinmasse, der andere Teil, für welche Waldeyer die Namen oligopyrene und apyrene Spermatozoen eingeführt hat, und die ich gemeinsam als atypische Formen bezeichnen werde, enthält entweder wenig oder gar kein Chromatin.

Trotz des größten Interesses, welches die apyrenen resp. oligopyrenen Spermien der Prosobranchier vom morphologischen sowie biologischen Standpunkte bieten, sind sie bis jetzt auffallend wenig untersucht worden. Zwar besitzen wir die schönen Arbeiten von Meves¹⁾ über die Spermatogenese bei *Paludina* und eine interessante Notiz von Lams²⁾ über die Spermatogenese bei *Murex*, in welcher die Befunde des ersteren bestätigt werden. Wenn wir aber die große Mannigfaltigkeit der ausgebildeten Spermien der verschiedenen Vertreter der genannten Gruppe in Betracht ziehen, so ergibt sich von selbst, dass die Ergebnisse der erwähnten Autoren kaum ohne weiteres zu verallgemeinern sind, und dass die Erforschung der Spermienentwicklung bei möglichst vielen Formen mit Spermindimorphismus höchst erwünscht sei. Ich habe meinen Aufenthalt auf der Zoologischen Station in Neapel im Frühjahr 1909 und 1910 benützt, um die apyrenen resp. oligopyrenen Spermatozoen bei allen mir zugänglichen und damals geschlechtsreifen Prosobranchiern mit zweierlei Samenkörpern kennen zu lernen und Material für spermatogenetische Untersuchungen zu konservieren.

Betrachtet man vergleichend die atypischen Spermien verschiedener Prosobranchier, so kann man sie in eine Reihe ordnen,

1) Über den von v. la Valette St. George entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzelle. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 56, 1900, und Über oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entwicklung nach Beobachtungen an *Paludina* und *Pygacra*. Ibid., Bd. 61, 1902.

2) Recherches concernant le dimorphisme des éléments séminaux chez le *Murex*. Ann. Soc. Méd. Gand., T. 89.

deren einzelne Glieder einen verschiedenen Grad von Atypie zeigen. So sind z. B. die oligopyrenen resp. apyrenen Spermien von *Paludina*, *Murex*, *Aporrhais*, *Tritonium* wurmförmige, bewegliche Gebilde, die der Vorstellung, die wir von den typischen Spermien haben, wenigstens äußerlich, kaum widersprechen. Die apyrenen Samenkörper von *Marsenia* behalten noch die wurmförmige Gestalt, zeigen aber schon eine viel geringere Beweglichkeit. Es schließen sich daran die spindelförmigen, ganz oder fast unbeweglichen Spermatozoen von *Nassa*, *Fusus*, *Columbella*, *Euthria* und die konischen, mit einem Büschel von Härchen versehenen Samenkörper von *Turritella* und *Cerithium*. An das Ende der Reihe sind die steifen und plumpen Riesenspermien von *Conus* und *Vermetus* zu stellen.

Bis jetzt ist nur die Entwicklung der ersten Glieder dieser Reihe Gegenstand von eingehenderen Untersuchungen gewesen. Ich habe mir vorgenommen, die ganze Reihe vergleichend zu untersuchen, wobei ich mit den atypischsten Formen meine Studien begann. Vorläufig bin ich mit der Spermatogenese bei *Conus* und *Vermetus* fertig und möchte die betreffenden Ergebnisse hier kurz besprechen. Ich hoffe in der allernächsten Zeit auch bezüglich der anderen oben genannten Formen mit zweierlei Spermien berichten zu können.

Conus mediterraneus.

Die eupyrenen Spermien von *Conus* sind von Retzius³⁾, die apyrenen von Schiemenz⁴⁾ beschrieben worden.

Mit der Spermatogenese der eupyrenen Samenkörper, die im großen und ganzen ebenso verläuft, wie es von Meves⁵⁾ für *Paludina* geschildert wurde, werde ich mich nicht aufhalten. Es sei nur erwähnt, dass Mitochondrien schon bei den Spermatozyten erster Ordnung zum Vorschein kommen und bis zu den Spermatischen verfolgt werden können. Ein Synapsisstadium habe ich ebenso wenig wie Meves bei tadellos mit Osmiumgemischen konservierten Hodenstückchen finden können.

Die Spermio-genese zeigt manche interessante Züge, die ich hier erwähnen möchte. Indem die chromatische Substanz der Spermatische sich an der Kernperipherie zu einer unvollständigen Hohlkugel sammelt, erscheint ein Nukleolus, der sich im Innenraum des Kernes befindet. Dann folgt ein Stadium, auf welchem der Nukleolus sowie die Mitochondrien dicht an der Kernmembran anliegend erscheinen, und zwar in der Region der Kernperipherie, die keinen Chromatinbelag zeigt. Dann weichen die beiderlei Gebilde (Nukleolus

3) Die Spermien der Gasteropoden. Biol. Unters., Bd. 13, N. F., 1906.

4) Bergh, Beiträge zur Kenntnis der Coniden, S. 95. Nova Acta d. Kais. Leopold. Carol. Deutsch. Ak. d. Nat., Bd. 65, 1895,

5) l. c.

und Mitochondrien) auseinander, wobei eine Zeitlang ein Verbindungsfaden zwischen ihnen ausgespannt bleibt, so dass ein Bild entsteht (Fig. 1), das an die Verhältnisse auf der viel diskutierten Fig. 29 von Wassilieff⁶⁾ (Spermatogenese bei *Blatta*, Bukettstadium) erinnert. Dann verschwindet der Verbindungsfaden, und die Mitochondrien sowie der Nukleolus wandern zum entgegengesetzten Pol



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

des Kernes. Die ersteren bilden kleine Ringe (oder Hohlkugeln), die sich an der äußeren Oberfläche der Chromatinlamelle in einen Kreis ordnen. Der Nukleolus befestigt sich an der entsprechenden Stelle der inneren Oberfläche derselben Lamelle und bekommt eine konische Gestalt. Die Zentriolen, wie man an Präparaten beobachten kann, die mit anderen Methoden hergestellt wurden, befinden sich auch zuerst an dem chromatinlosen Pol der Spermatide, und hier setzt auch das Wachstum des Achsenfadens ein (Fig. 2). Später kommt aber die Wurzel des letzteren am entgegengesetzten Pol des Kernes unter den Mitochondrialkörpern zu liegen. Dieser Pol kann nunmehr als der hintere bezeichnet werden.

An diesem Pol konzentriert sich das Chromatin immer mehr, wobei der Nukleolus in dasselbe sinkt und zu einem länglichen Gebilde wird (Fig. 3).

Das weitere Schicksal der einzelnen Teile der Spermatide ist folgendes. Die Chromatinmasse bildet den Kopf, der Nukleolus



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

den Achsenstab des letzteren, wobei sein Vorderende zum Acrosom wird. Die Mitochondrien liefern, wie sonst, die Hülle des Mittelstücks. Es sei hier noch erwähnt, dass, indem der Kopf anfängt, sich zu verlängern, dicht an dem Spitzenteil ein kleines Gebilde sichtbar wird, welches bei der Anwendung der Benda'schen Färbung sich genau wie die Mitochondrialsubstanz verhält (Fig. 4). Es bleibt eine Zeitlang mit dem Acrosom durch einen Faden verbunden (Fig. 5), dann liegt es im Plasma frei (Fig. 6) und scheint in der Regel zu verschwinden.

Apyrene Spermien. Die Spermatozyten erster Ordnung, die als Ausgangspunkt für die beiderlei Spermien dienen, fangen an, stark zu wachsen, wobei auch die Masse der Mitochondrien bedeutend zunimmt. Dann kann der Prozess auf eine der drei folgenden Arten sich weiter entwickeln.

6) Die Spermatogenese von *Blatta germanica*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 70, 1907.

1. (Fig. 7—8.) Der Kern wird blass, vielfach ist eine Verdichtung des Gerüstes wahrzunehmen. Seine Kontur wird stellenweise verschwommen, seine innere Struktur derjenigen des Plasmas ähnlich. Dann bleibt nichts mehr von dem Kerne übrig.

2. (Fig. 9—10.) Das Chromatin des Kernes sammelt sich zu einem Gitterwerk, der Kern zerfällt zuerst in zwei, dann weiter in mehrere Stücke, die bald als kompakte, vakuolisierte Kugeln aussehen. Allmählich werden sie ganz resorbiert, wobei im Plasma vorübergehend Körnchen auftreten, die andere färberische Eigenschaften als Chromatin und Mitochondrien zeigen und höchstwahrscheinlich als Zerfallprodukt des ersteren anzusehen sind.

3. (Fig. 11—14.) Der Unterschied im Vergleich mit der soeben besprochenen Entwicklungsreihe besteht lediglich darin, dass der kompakt gewordene Kern, resp. seine beiden Zerstückelungsprodukte in eine bzw. zwei Gruppen von chromatischen Elementen zerfallen, die manchmal ganz deutlich gespaltet erscheinen und zweifellos Chromosomen entsprechen. Sie vereinigen sich zu 3—4 in kleinere



Fig. 7.



Fig. 8.

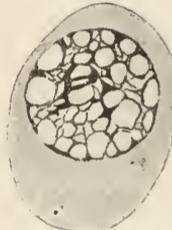


Fig. 9.

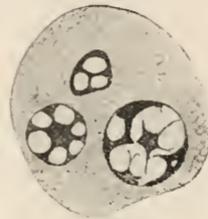


Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.

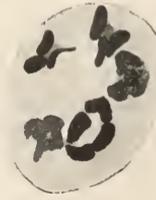


Fig. 13.



Fig. 14.

Komplexe, verlieren dann wieder ihre Individualität und verklumpen zu unregelmäßigen kompakten Chromatinkörperchen. Diese werden vakuolisiert und verschwinden allmählich genau wie in dem vorher geschilderten Fall.

Trotz aller Schwankungen in den drei angeführten Fällen der Entwicklung der apyrenen Spermien von *Conus* läuft diese immer darauf hinaus, dass der Kern der stark angewachsenen Spermatozyte erster Ordnung zugrunde geht und eine kernlose Spermatide entsteht, ohne dass es vorher zur Teil-

lung der Zelle käme. Die apyrenen Spermatiden lassen in ihrem Plasma Zentriole und Mitochondrien erkennen, die beide Ausgangspunkte für die weitere Differenzierung der Zelle bilden.

Das Zentriol erscheint meistens stabförmig (Fig. 15), oft auch zwei- oder viergeteilt. Aus ihm fangen an zwei Fäden zu wachsen



Fig. 15.



Fig. 16.

(Fig. 16), die allmählich die Oberfläche der Zelle erreichen und diese als freie Geißeln überragen (Fig. 17). Manchmal sind auf den inneren Abschnitten der Fäden sekundäre Zentriole als kleine Knötchen zu sehen.

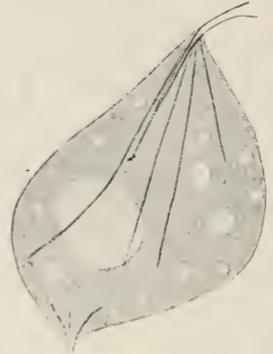


Fig. 17.

Die Mitochondrien sind zuerst in Form von Körnchen oder Ringen im Plasma der Spermatide zu erblicken. Nachher zeigen sie die Neigung, sich in Reihen zu ordnen und geben den Ursprung fadenförmigen Elementen (Fig. 18). Diese färben sich zuerst nach der Benda'schen Methode genau wie Mitochondrien, dann bald werden sie nur nach EH-Färbung darstellbar. Indem die Spermatide an einer oder zwei Stellen einen halbspindelförmigen Vorsprung ausbildet, ordnen sich die auf die geschilderte Weise entstandenen Fäden so, dass sie einerseits mit ihren Enden bis zur Spitze des Vorsprungs hineinragen, mit dem anderen frei im Plasma zu enden scheinen. Sie verlaufen dicht unter der Oberfläche des Zellkörpers und sind



Fig. 18.

zweifellos als die Koltzoff'schen formbestimmenden Elemente zu betrachten (Fig. 17). Die beiden Geißeln und das dazu gehörige Zentriol (resp. Zentriolenpaar) kommen an einer der Spitzen des Spermatozoons zu liegen (Fig. 17).

Im Laufe der Entwicklung bilden sich in der Spermatozyte resp. Spermatide eine oder mehrere große Vakuolen aus, die für den fertigen Samenkörper höchst charakteristisch sind (Fig. 15, 17).

Vermetus gigas.

Apyrene Spermien. Auch hier setzt die Ausbildung der atypischen Spermien damit ein, dass Plasma und Kern der Spermatozyte erster Ordnung sehr stark wachsen, wobei die Zelle eine

längliche Gestalt annimmt. Es kommt dabei öfters ein Zentriolenpaar mitten in einer Anhäufung dichteren Plasmas zum Vorschein. Das Chromatin des Kernes sammelt sich in größere Elemente, die den Kernraum fast vollständig ausfüllen. In einigen Fällen kommt es dabei vorübergehend zur Bildung von echten Chromosomen, die auch einen deutlichen Längsspalt aufweisen können. Dann schwindet die Kernmembran und die Chromatinelemente (Karyomeriten) liegen frei im Plasma (Fig. 19—21).



Fig. 19.

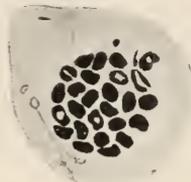


Fig. 20.



Fig. 21.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung sind hauptsächlich zweierlei Bildungen zu besprechen: das zentrale Faserbündel und die Eiweißkugeln, die beinahe zur selben Zeit zum Vorschein kommen.

Noch vor der Auflösung des Kernes in einzelne Karyomeriten oder gleich nach derselben wird an einem Pol der Zelle ein Haufen von Körnchen sichtbar, die sich mit Eisenhämatoxylin außerordentlich scharf färben und allem Anschein nach sekundäre Zentriole darstellen. Von ihnen gehen Fibrillen hervor, die zuerst divergierend verlaufen können (Fig. 21), dann aber sich parallel anordnen und der Ansammlung von Karyomeriten entgegen wachsen. Sie treten mit einzelnen Karyomeriten sekundär in Verbindung, wie man sich an günstigen Schnitten leicht überzeugen kann (Fig. 22). Auf diese Weise wird das axiale Faserbündel angelegt, welches allmählich zu einem mächtigen spindelförmigen Gebilde wird. Nur sein verhältnismäßig kurzer Mittelabschnitt liegt im Innern des fertigen Spermatozoons eingebettet, für dessen länglich-ovalen Körper er als Stütze dient. Sonst aber läuft das Faserbündel nach den beiden Richtungen als zwei sehr lange Fäden frei aus (Fig. 23).

Das Plasma der Spermatozyte differenziert sich auf die Weise, dass eine größere Anzahl von Kammern entsteht, deren Wände aus dichteren Material, die Innenräume aus einem viel lockereren, helleren bestehen. In diesen Kammern werden Eiweißkugeln allmählich gebildet. Zuerst erscheinen sie als unregelmäßige, bald ganz homogene, bald eine wabige Struktur aufweisende Gebilde, die saure Farbstoffe stark absorbieren. Dann runden sie sich ab, und es treten in ihnen entweder eine zentrale größere oder mehrere kleinere an der Peripherie gelegene Vakuolen auf. Der Inhalt dieser Vakuolen scheint sich nachher stark zu verdichten, da sie bei dem Differenzieren nach der EH-Färbung den Farbstoff sehr lange be-

halten. Die Eiweißnatur der beschriebenen Kugeln lässt sich leicht bei künstlicher Verdauung feststellen.

Während des Wachstums der Eiweißkugeln liegt ein Teil der Karyomeriten in den Wänden der obigen Kammern zerstreut.

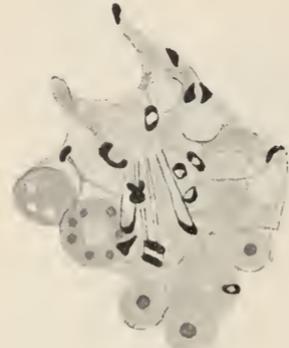


Fig. 22.

Das ausgebildete Spermatozoon sieht tatsächlich wie ein Maiskolben aus (Fig. 23), mit dem v. Brunn⁷⁾ es verglichen hat, wobei das spitz nach den beiden Richtungen auslaufende Faserbündel dem Fruchtboden, die Eiweißkugeln den Körnern entsprechen. Die Karyomeriten sind im Laufe der Spermio-genese total aufgebraucht worden,

so dass wir nunmehr ein apyrenes Gebilde vor uns haben.

Die Mitochondrien sind in den Spermatozyten recht spärlich vorhanden und scheinen bei dem Aufbau des Spermatozoons keine Rolle zu spielen.

Nach dem Geschilderten finden auch bei *Vermetus* keine Reifeteilungen der atypischen Spermatozyten statt. Nichtsdestoweniger sind — zwar in den seltensten Fällen — Halb-spindeln resp. mehrpolige Spindeln in diesen zu beobachten.

Wenn das Hauptergebnis der Untersuchungen von Meves⁸⁾, die sich auf *Paludina* bezogen, dasjenige war, dass „ein vollständiger Parallelismus in der Entwicklung der wurmförmigen mit anderen Samen-fäden besteht“, so lauten meine Befunde für *Comus* und *Vermetus* ganz anders. Nämlich in den beiden Fällen wird die Spermatozyte erster Ordnung unmittelbar zur Spermatoide, ohne die zwei Reifeteilungen

7) Weitere Funde von zweierlei Samenkörperformen in demselben Tier. Zool. Anz., Bd. 7, 1884.

8) l. c., 1902.

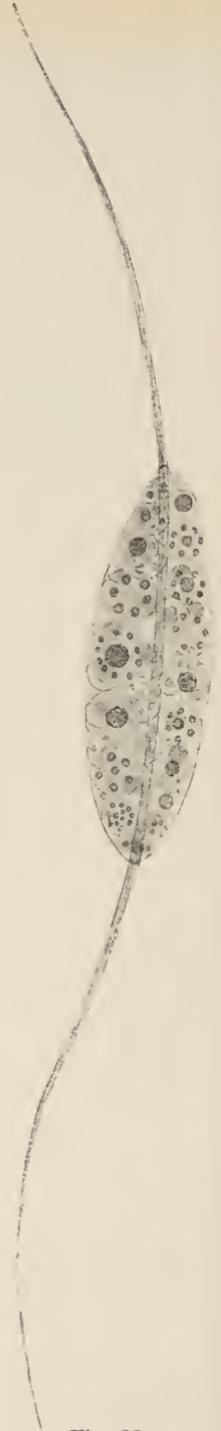


Fig. 23.

durchzumachen, indem der Kern auf die eine oder andere Weise schwindet und verschiedene Organellen resp. Einschlüsse zum Vorschein kommen.

Es fragt sich nun, ob wir überhaupt die betreffenden Gebilde als Spermien auffassen dürfen, um so mehr, als wir ihre Bedeutung bei der Befruchtung noch nicht kennen? Dazu, glaube ich, sind wir gerade durch den Vergleich mit atypischen Spermien, wie sie bei *Paludina* und *Murex* entstehen, berechtigt, da es kaum denkbar ist, dass in der gut begrenzten Gruppe der Prosobranchier die aus den Spermatozyten erster Ordnung neben den typischen Spermien entstehenden Gebilde eine verschiedene morphologische Bedeutung bei einzelnen Vertretern haben könnten. Es ist auch kaum zu zweifeln, dass die Zustände, wie sie bei den von mir untersuchten Formen vorliegen, von denjenigen abzuleiten sind, die bei *Paludina* und *Murex* herrschen. Schon bei der ersteren Form kommen Lähmungserscheinungen bei den Reifeteilungen zum Vorschein, so dass diese atypisch verlaufen (Beteiligung von nur einem Teil der Chromosomen an den Mitosen). Bei *Murex* ist die erste Reifeteilung oft so gehemmt, dass die beiden Tochterkerne in einem gemeinsamen Plasmaleib liegen. Andererseits sowohl bei *Conus* als auch bei *Vermetus* treten sporadisch Prozesse auf, die als Rückschläge aufzufassen sind und auf andere, kompliziertere Verhältnisse bei ihren Vorfahren hindeuten (Ausbildung der Chromosomen bei *Conus* und *Vermetus*, Bildung von Spindeln bei *Vermetus*).

Infolgedessen, trotz aller Unterschiede, welche die atypische Spermatogenese von *Conus* und *Vermetus* im Vergleich mit derjenigen von *Paludina* aufweist, sind die Ergebnisse meiner Untersuchungen ebenso wie die von den Meves'schen in keiner Weise zugunsten der v. Brunn'schen Hypothese⁹⁾ zu verwerten, laut welcher die atypischen Spermien der Prosobranchier rudimentäre Eier seien, deren Auftreten ein Ausdruck des ursprünglichen Hermaphroditismus unserer Molluskengruppe dokumentiert. Die Irrtümlichkeit der Annahme von v. Brunn wird besonders in dem Fall von *Conus* klar, wo neben den apyrenen Spermien auch echte Eier in den Hoden sehr häufig in größerer Zahl erscheinen.

München, Zoolog. Institut, den 17. Juni 1911.

Figurenerklärung.

Alle Figuren sind auf der Höhe des Arbeitstisches mit Hilfe des Abbé'schen Zeichenapparats bei der Vergrößerung Objekt. Apochr. 2, Kompensationsokul. 12 gezeichnet worden (die Fig. 23 wurde bei der Reproduktion auf $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Größe verkleinert). Die Fig. 1, 3—6 beziehen sich auf Präparate, die nach Benda fixiert, bearbeitet und gefärbt wurden, die übrigen auf solche, die nach Behandlung mit Osmiumgemischen mit EH tingiert wurden.

9) Untersuchungen über die doppelte Form der Samenkörper von *Paludina vivipara*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 23, 1884.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Kuschakewitsch Sergius

Artikel/Article: [Über die Entwicklung der Spermien bei *Conus mediterraneus* Brug. und *Vermetus gigas* Biv. 530-537](#)