

Die Geschlechtsorgane und -Zellen von *Saccocirrus*.

Von **Dr. F. Hempelmann**-Leipzig.

Mit Taf. XXV—XXIX und 7 Textfiguren.

Einleitung.

Bereits im Jahre 1906 veröffentlichte ich im Zoologischen Anzeiger eine Mitteilung über die „Eibildung, Eireifung und Befruchtung bei *Saccocirrus*“, deren wesentlichster Inhalt die Feststellung der Tatsache war, daß die Spermatozoen auf einem direkten Verbindungswege zwischen Receptaculum und Ovarium in das letztere einwandern und in die noch nicht zur definitiven Größe herangewachsenen und unreifen Oocyten eindringen, um sie auf diese Weise zu besamen. Es wurde ferner kurz darauf hingewiesen, daß nach dieser Besamung die Oocyten zunächst weiterwachsen, dann ihre Reifungsteilungen unter Bildung der Richtungskörper durchmachen, bis sie endlich, immer noch in der Leibeshöhle des Muttertieres im eigentlichen Sinne befruchtet werden, indem Eikern und Spermakern miteinander zum I. Furchungskern verschmelzen. Während des Wachstums der Oocyten treten in der nächsten Umgebung des Keimbläschens sehr stark tingierbare Tröpfchen auf, die sich alsbald zu hellen Vakuolen erweitern, ein Vorgang, der sich mehrmals wiederholt. Der mit Eisenhämalaun (Heidenhain) tiefschwarz gefärbte große Nucleolus scheint bei der Ausscheidung jener Tröpfchen beteiligt zu sein. Alle diese Erscheinungen wurden von mir als einzelne Phasen der *Dotterbildung* beschrieben. — Als wichtigste Tatsache steht jedenfalls fest, daß bis dahin kein Fall einer so frühen Besamung, nämlich von Oocyten, die sich nicht nur noch im Keimbläschenstadium befanden, sondern auch ihre volle Größe keineswegs erreicht hatten, in der Literatur bekannt war.

Kurz darauf — meine Mitteilung war im Heft 24 der genannten Zeitschrift vom 30. Oktober erschienen — gaben *van Gaver und Stephan* in den *Compt. Rend. Soc. Biol. Paris* Tome 61, S. 751 vom 18. Dezember 1906 ohne Kenntnis von meinen Befunden ebenfalls das frühzeitige Eindringen von Spermatozoen in die unreifen Eier des Ovariums von *Saccocirrus* bekannt, wobei sie allerdings die einzelnen Bilder, die ihnen die mikroskopischen Schnitte darboten, in einer von der meinigen wesentlich verschiedenen Weise deuteten.

Nach der Meinung der beiden Verfasser sind nämlich die zuerst in die Oocyten gelangten Spermatozoen zwar zunächst längere Zeit hindurch sichtbar; dann aber nähern sie sich dem Keim-

bläschen und werden schließlich resorbiert. Währenddem sollen neue Spermien eindringen, denen das gleiche Schicksal wie den ersten widerfährt. Die von mir in Zusammenhang mit der Dotterbildung gebrachten, das Keimbläschen umgebenden Tröpfchen und Vakuolen werden als ein Kranz von deformierten Spermatozoen aufgefaßt, deren jedes in einem kleinen hellen Hof von Cytoplasma liegt. Während ich in jenen stark färbbaren Tröpfchen aus dem Kern austretende „Dotterbildungssubstanz“ sah, glaubten Van Gaver und Stephan einen Stoffwechsel in umgekehrter Richtung annehmen zu müssen zwischen den vermeintlichen modifizierten Spermaelementen und dem Eikern, indem Chromatingranula (des granulations chromatiques), die von den Spermien herühren, in den letzteren eindringen, um später jedoch völlig zu schwinden.

Die Verfasser möchten vermuten, daß die eingedrungenen Spermatozoen die Eizellen nicht etwa besamen, sondern daß sie vielmehr zur Ernährung der heranwachsenden Oocyten dienen, ähnlich wie es Iwanzoff 1897/98 bei von ihm künstlich befruchteten unreifen *Holothurieneiern* beobachtete. Sie weisen auch auf die etwas ferner liegende Analogie hin, die die *Hirudineen*, gewisse *Hemiptera heteroptera*, eine *Acarine*, *Carcinus maenas* und *Crapsus varius* bieten, indem bei diesen Tieren das Sperma im weiblichen Tier erst angehäuft wird, um dann durch spezielle Organe, die Eileiterzellen oder die Follikelzellen, resorbiert zu werden, und zwar zum Zwecke der allgemeinen Ernährung des weiblichen Organismus und so indirekt auch der heranwachsenden Eier. Auch an die sogenannte „physiologische Polyspermie“ erinnern die Verff., die darauf beruht, daß in telolecithale Eier mehrere Samenfäden eindringen, von denen aber nur eines zum männlichen Vorkern wird, während alle andern von dem Ei assimiliert werden. Ferner vergleichen die Verff. die aus den umgebildeten Spermien ihrer Auffassung hervorgehenden Modifikationen mit den als Dotterkern beschriebenen Gebilden.

Wenige Monate später (19. Februar 1907) änderten Van Gaver und Stephan, die unterdessen von meiner Mitteilung Notiz genommen hatten, in der gleichen Zeitschrift, Tome 62 S. 321, ein wenig ihre Auffassung, indem sie die von mir beschriebene Art der Dotterbildung als die tatsächlich vorhandene zugeben. Dagegen halten sie nach wie vor an der Annahme einer Polyspermie und der damit verbundenen Assimilation der Spermien fest. Sie betonen, daß sie in allen Eizellen der Wachstums- und Dotterbildungszone Spermatozoen angetroffen haben, und führen als Beweis der Polyspermie das Vorkommen von zwei Spermatozoen in einem Ei an, sowie die Tatsache, daß in allen jungen Oocyten nur der Kopf des Spermiums, in den am Ende der Dotterbildung stehenden aber ein ganzes Spermatozoon mit seinem ungeheuren, in der Nähe der Peripherie der Eizelle aufgerollten Schwanzfaden zu erkennen sei. Derartige Bilder wie die letztgenannten waren mir nicht zu Gesicht gekommen, und wir werden später sehen, was es hiermit auf sich hat. Schließlich bestreiten die beiden Verff. auch die von mir beschriebene Verdickung der Eihaut nach dem Eindringen des ersten Samenfadens. Abbildungen sind den beiden Arbeiten der Verff. nicht beigegeben, doch wird auf eine spätere ausführliche Arbeit hingewiesen, von deren Erscheinen mir aber bis zur Stunde nichts bekannt ist.

Nachdem nun zuerst durch mich, dann durch Van Gaver und Stephan das äußerst frühzeitige Eindringen von Spermatozoen in die unreifen Oocyten von *Saccocirrus* nachgewiesen war, interessiert es, daß von Hofsten (1907) ohne Kenntnis der im Vorstehenden genannten Arbeiten und Resultate gelegentlich seiner „Studien über Turbellarien aus dem Berner Oberland“ ebenfalls eine „frühzeitige Besamung“ von Eizellen fand, und zwar bei der allöocölen *Turbellarie*

Otomesostoma auditivum Forel und Du Plessis. In einer kurzen Replik auf die von C. H. Martin (1907) und Bresslau (1908) gegen diese Tatsache gehegten Zweifel wiederholt von Hofsten (1909) dann seine früheren Angaben und stützt sie durch einige neue Befunde. Danach haben wir es bei *Otomesostoma auditivum* mit folgender Erscheinung nach den Worten von Hofstens (1907) zu tun:

„An allen Exemplaren mit entwickelten weiblichen Geschlechtsdrüsen fand ich in den nächsten Umgebungen der Keimstöcke zahlreiche in den Lückenräumen des Parenchyms aufgespeicherte Spermatozoen, und weiterhin ein Spermatozoon im Plasma jeder Keimzelle und zwar sowohl in den großen, in deutlichem Keimbläschenstadium befindlichen Oocyten (Fig. 16) als auch in den jüngeren bis zu den allerjüngsten und kleinsten (Fig. 15). Das Spermatozoon ist stets mehr oder weniger gebogen und dem Kern dicht angeschmiegt. Der Schwanzfaden läßt sich nicht unterscheiden und wird daher wahrscheinlich, wenn er überhaupt in die Keimzelle mit eindringt, schon nach kurzer Zeit resorbiert. Die in den Umgebungen der Keimstöcke befindlichen Spermatozoen liegen meist frei in den Lückenräumen des Parenchyms, nur ausnahmsweise sind sie in die Bindegewebszellen oder in die Pharyngealdrüsenzellen eingedrungen.“

Bei den rhabdocölen Turbellarien pflegt die Besamung sonst erst an den ausgewachsenen, allerdings ungereiften Eiern im Receptaculum seminis, wohin sich diese begeben, nicht aber in den Keimstöcken stattzufinden. Es liegen somit bei *Otomesostoma auditivum* die gleichen Verhältnisse vor, wie bei *Saccocirrus*. Da ihm die betreffenden Mitteilungen über diesen Wurm entgangen waren, mußte von Hofsten ebenso wie ich früher und dann auch Van Gaver und Stephan in einer solchen Erscheinung etwas sehr Ungewöhnliches sehen: „— aber daß schon die ganz jungen am Anfang der Wachstumszone befindlichen Oocyten zur Aufnahme der Spermatozoen befähigt sind, das steht, soweit mir bekannt, im ganzen Tierreich ohne Gegenstück da.“

Auch 1909 ist von Hofsten noch dieser eben ausgesprochenen Ansicht. Er führt die Angaben des bekannten Lehrbuchs von Korschelt und Heider (1903) über die Zeit des Eindringens des Spermatozoons in das Ei an und bemerkt dazu noch folgendes, das hier wörtlich mitgeteilt werden soll, da es auch für unseren Fall von Bedeutung ist: „Auch in den verhältnismäßig seltenen Fällen, in denen die Besamung schon vor Beginn der Reifungsteilungen erfolgt, befindet sich die Eizelle nach früheren Befunden dabei stets am Ende ihrer Wachstumsperiode und hat ihre definitive Größe erreicht; sie befindet sich also im voll ausgebildeten Keimbläschenstadium und ist ihrer Struktur nach zu den Reifungsteilungen bereit. Die besamte Eizelle ist in diesem Falle also nach der sehr wechselnden Nomenklatur als „herangewachsene Oocyte I. Ordnung“, „Eimutterzelle“, „Eigroßmutterzelle“ oder „Vorei“ zu bezeichnen. Ein noch früherer Eintritt des Spermiums in die weibliche Geschlechtszelle ist nach der Literatur in keinem Falle beobachtet worden und ist ja auch von vornherein recht unwahrscheinlich.“

Von Hofsten beantwortet drei sich aus seinem Befund ergebende Fragen in folgender Weise:

— Woher stammen die besamenden Spermatozoen? Wohl immer aus dem gleichen Tiere wie die Eier; in einem Falle war das ganz sicher nachzuweisen. Wir haben es demnach bei dem zwittrigen *Otomesostoma auditivum* mit einer Selbstbefruchtung zu tun. (Bei dem getrenntgeschlechtlichen *Saccocirrus* sind es die in das Receptaculum aufgenommenen Spermien eines Individuums des andern Geschlechts.)

— Wie sind die Spermatozoen in das Ovarium gelangt? Unter Durchdringung des Parenchyms aus den Hodenfollikeln.

— Wie ist ihr Eindringen in die Keimzellen zu verstehen? „Es deutet alles darauf hin, daß die Spermatozoen zur Befruchtung der Eizellen bestimmt sind. Was mich zu dieser Annahme geführt hat, ist vor allem der Umstand, daß in einer Keimzelle niemals mehr als ein Spermatozoon anzutreffen ist, ferner daß auch in den größeren Keimen das umgebende Zellplasma kein Zeichen einer Degeneration aufweist, was wohl sonst der Fall wäre, wenn die Spermatozoen nur zu Nährzwecken in die Keimzellen eingedrungen wären. Wir haben es demnach mit einer ganz außerordentlich frühzeitigen Besamung der Keimzellen zu tun.“

Über den genaueren Zeitpunkt des Eintritts der Spermatozoen vermag von Hofsten keinen Aufschluß zu erteilen: „Es ist mir wahrscheinlich, daß die Oocyten in der Regel in einem früheren Stadium, vielleicht, je nachdem sie durch die letzte Teilung der Oogonien gebildet werden, die Samenfäden aufnehmen.“ Doch fügt er hinzu: „Dieses Verhältnis beweist aber nicht, daß nur die jüngsten Oocyten besamt werden können.“

Von den in der Arbeit von Hofstens von 1909 mitgeteilten weiteren Einzelheiten seien im Hinblick auf die später von *Saccocirrus* zu beschreibenden Verhältnisse noch folgende angeführt:

„Wie das Eindringen mehrerer Spermatozoen in dieselbe Keimzelle verhindert wird, muß wie in so vielen anderen Fällen völlig unklar erscheinen, da keine Dotterhaut gebildet wird.“

„Unterbliebene Besamung scheint auf den Zuwachs der Keimzellen keinen Einfluß auszuüben; in allerdings äußerst seltenen Fällen fand ich nämlich im distalen Teil des Keimstocks große Keime, in welchen ich keine Samenfäden zu entdecken vermochte.“

„Besonders dicht angesammelt sind die Samenfäden an den vorderen, die jüngsten Eizellen einschließenden Enden der Keimstöcke, und hier kann man auch gelegentlich einige Spermien in dem die Eizellen umgebenden Stromagewebe beobachten.“

Das Aussehen der kleinen Oocyten wird so beschrieben: „das Plasma bildet nur einen schmalen Saum um den ovalen, ein wenig randständigen Kern, dieser besitzt ein dichtes Chromatingerüst und einen kleinen Nucleolus.“

„Die in die Eizellen eingedrungenen Spermien sind im Gegensatz zu den ganz oder fast geraden Samenfäden in den Hodenfollikeln, in der Vesicula seminalis und in dem Körperparenchym stets mehr oder weniger gebogen. Sie liegen schon in den jüngsten plasmaarmen Eizellen dem Kern dicht angeschmiegt und behalten später, wenn die Plasmaschicht an Dicke zugenommen hat, diese Lage bei. Außer durch die gebogene Form unterscheiden sie sich von den freien Spermien nur durch das Fehlen der dünnen Plasmahülle und des Schwanzes; diese Teile werden offenbar bald resorbiert.“

„Die Spermien müssen hier zwischen Besamung und Befruchtung eine außerordentlich lange Ruheperiode in dem Plasma der Eizellen verbringen, während welcher die letzteren ihr Aussehen vollständig verändern und ein ganz erhebliches Wachstum, das sowohl den Kern wie das Plasma trifft, erfahren, der Durchmesser der größten Eizellen beträgt 55 μ , der Durchmesser der (meist abgeplatteten) kleinsten 11 und 14 μ , und das Volumen der ersteren ist daher fast 100mal so groß als das der kleinsten.“

Die Ruheperiode wird auch deshalb besonders lang, weil nie mehr als ein Ei vom Antrum femininum geherbergt wird, das außerdem dann noch wahrscheinlich bis zum Ausschlüpfen des Embryo getragen wird.

Endlich fand von Hofsten noch bei zwei anderen Allöocölen eine wenn auch nicht so frühzeitige wie bei *Otomesostoma*, so doch immerhin ungewöhnlich frühe Besamung der Eier. Es

handelt sich um die Vertreter der Spezies *Otoplana intermedia* Du Plessis, bei der alle größeren Eizellen der Keimstöcke je ein langgestrecktes, fadenförmiges Spermium enthalten, und um ein Individuum von *Plagiostomum lemani* Forel und Du Plessis, mit derselben Erscheinung.

Auch *Pierantoni* hat sich in seiner 1907 veröffentlichten Arbeit: „Il genere *Saccocirrus* Bobretzky e le sue specie“ mit den Geschlechtsorganen dieser Würmer beschäftigt.

Zunächst stellt dieser italienische Forscher fest, daß die von mir (1906) untersuchten, von Villefranche stammenden *Saccocirriden* nicht, wie ich damals annahm, der Spezies *S. papillocercus* Bobr. angehören, sondern die Vertreter einer bis dahin noch nicht beschriebenen neuen Art sind, die *Pierantoni* auch bei Neapel wiederfand und die er *Saccocirrus major* nennt. Es mag hier erwähnt werden, daß *Bobretzky* im Jahre 1871 als erster eine Beschreibung der von ihm in der Bucht von Sebastopol gefangenen Würmer einer neuen Gattung und Art gab, die er mit dem Namen *Saccocirrus papillocercus* belegte. 1875 fand er bei Marseille andere Angehörige der Gattung *Saccocirrus*, die er in dem mit *Marión* zusammen veröffentlichten Bericht für die gleiche Art wie die bei Sebastopol vorkommenden Würmer hielt. *Pierantoni* zeigt nun, daß jene von Marseille stammenden *Saccocirriden* ebenfalls Vertreter seiner neuen Art *S. major* sind. Er gibt eine genaue Aufzählung der Unterschiede beider Formen und stellt für jede die Artdiagnose auf, von deren Richtigkeit ich mich seitdem an meinem alten Material von Villefranche und an Angehörigen beider Spezies, die ich in Neapel erhielt, im wesentlichen überzeugen konnte. Auch über die Entwicklung von *Saccocirrus papillocercus* hat *Pierantoni* in den Jahren 1906 und 1907 mehreres veröffentlicht.

Sehen wir nun, was dieser Autor in betreff der frühzeitigen Besamung von *Saccocirrus* sagt. Bei *S. papillocercus* gelang es ihm nicht, die, wie ich gleich vorauschieken möchte, von mir jetzt auch hier festgestellten Spermien in den jungen Oocyten von Würmern, deren Receptacula mit Samenfäden gefüllt waren, zu entdecken, so daß er wegen des von ihm gefundenen großen Abstandes in der Lage der Ovarien und der Receptacula eine solche innere Befruchtung für diese Art bezweifeln möchte: „Nè negli ovarii, nè nelle uova di questa specie mi riuscì di scorgere i filamenti che *Hempelmann* interpretò come spermatozoi. La posizione reciproca delle spermateche e dell' ovario (Fig. 6) rende infatti poco verosimile il passaggio degli spermatozoi da quelle in questo.“

Anders dagegen bei *S. major*. Einen Verbindungsweg zwischen dem Receptaculum und dem Ovarium für die Spermatozoen konnte er zwar auch hier wiederum nicht auffinden, wohl aber sah er wenigstens bei einigen Exemplaren die von mir als Spermien beschriebenen dünnen Fäden im Ovarium, über deren Natur er allerdings vorsichtigerweise nichts äußert, denn er schreibt nur: „Non mi è riuscito di scorgere comunicazione fra l' ovario e la spermateca, formandosi quello in zona nettamente distinta da questa (Fig. 16, ov, spt) ed essendo l' ovario involto in un sacco peritoneale. Ho riscontrato tuttavia in alcuni esemplari la presenza, entro l' ovario, dei sottili filamenti che *Hempelmann* considera come spermatozoi.“

Wenn *Pierantoni* sonach auf die Frage der frühzeitigen Besamung der unreifen jungen Eizellen von *Saccocirrus* nicht näher eingeht, so mußten seine Befunde hier doch angeführt werden.

Ganz überraschend sind die Resultate, zu denen in neuester Zeit *Shearer* (1911) bei seinen Untersuchungen der Geschlechtsverhältnisse von *Dinophilus gyrotilatus* gekommen ist. Dieser Forscher fand nämlich, daß bei diesem *Anneliden* die rudimentären Männchen, die eben erst aus den Eihüllen geschlüpft waren, die ganz unentwickelten embryonalen Weibchen, die sich noch in

der Eikapsel befanden, befruchteten, indem sie ihnen eine kleine Spermamenge beibrachten, die nun bis zur Bildung der Ovarien in der Geschlechtsgegend, d. h. in der Leibeshöhle zwischen Magen und Darm, liegen blieb. Sobald dann die Ovarien sichtbar werden, soll jede der Oogonien bereits je ein Spermatozoon enthalten. Ganz merkwürdig ist das weitere Verhalten dieser Spermakerne, indem sie sich bei den weiteren 40—50 Oogonienteilungen immer zugleich mit dem weiblichen Kern, und zwar amitotisch wie jener, teilen sollen.

Über die näheren Einzelheiten dieser Erscheinung und das fernere Schicksal der Oogonien berichtet S h e a r e r folgendes (S. 158): „These (gemeint sind die Ovarien) only appear at a much later date, when the female has grown considerably in size. They are seen then as a few small refractive cells in the living state, and as small nuclei surrounded with hardly any cytoplasm in the stained condition, beneath the gut and amongst the mass of sperm. Shortly after they appear it is seen that each one is joined by a spermatozoon, the head of which has become embedded or attached to its nuclear wall, so that ultimately the nucleus of each primitive ovum is seen to be composed of one part derived from the spermatozoon, and the other part the female portion. These two elements of the nucleus never fuse, but retain their individuality throughout all the oogonial divisions. The double nucleus divides amitotically, each half separately. In the majority of the divisions the male and female portions of the nucleus divide equally, so that a similar quantity of nuclear material, both male and female, gets into each daughter cell. There are probably about forty to fifty oogonial divisions in all. In these the male and female portions of the nucleus divide and move apart simultaneously, the male portion usually dividing first. Now and again, however, the female half of the nucleus seems to divide before the male portion, so that the male portion gets left behind and is shut off entirely in one of the daughter cells. Therefore of the two resulting cells of this division, one has the whole of the male part of the original nucleus and its share of the female portion, while the other has only half the female and no male substance. This appears to be the sex determining factor; for of these two daughter cells, the one that has received the whole of the male element, plus the female element, becomes the female, while that which has received the female portion alone becomes the male. Both these kinds of eggs, once the sex determining division has taken place, grow rapidly. They seem to accomplish this through the power of absorbing and building up into themselves all the other immature egg cells with which they happen to come in contact, and in which the divisions of the two portions of the male and female substance has been equal. The outcome of this process is that the male egg is not fertilized, while the female egg is. It is, however, impossible to speak in the strict sense of the word of the male egg as unfertilized, as it has been directly under the influence of the sperm in all the early oogonial divisions previous to the sex determining one. For all the primitive germ cells are joined in the first place by a spermatozoon, irrespective of the fact that only some of these will give rise to ova later, and that the majority will be only nurse cells. It is only in the late stages, shortly before the female egg is laid, that the two portions of the nucleus, the male and female actually fuse beyond recognition. As the two kinds of eggs, male and female, are not found in a simple ratio, but in the proportion of three or two, to one male, it is probable that some other division takes place in the case of the female egg. I have been unable to decide this point so far, from my sections.“

Demnach würde also das Verhalten von *Dinophilus* in bezug auf frühzeitige Besamung der weiblichen Geschlechtszellen die bisher bekannten Fälle von *Saccocirrus* und *Otomesostoma* bei weitem

übertreffen, denn bei den letzteren Würmern werden erst die aus den Teilungen der Oogonien hervorgehenden Oocyten besamt, bei der von Shearer untersuchten *Dinophilus*art dagegen schon die jüngsten Oogonien. Und während bei den beiden genannten Gattungen die Spermakerne während der Reifungsteilungen ziemlich unverändert im Eiplasma liegen bleiben, nehmen die von *Dinophilus gyrotilatus* an den Teilungen der Oogonien lebhaften Anteil.

Schließlich möchte ich noch auf zwei Autoren hinweisen, die zwar keine näheren histologischen Einzelheiten vor allem nicht der weiblichen Keimstöcke von *Saccocirrus* bringen, die aber die Morphologie dieser Wurmgattung näher beschrieben haben, und auf deren Arbeiten wir im folgenden hier und da einzugehen haben werden. Es handelt sich da einmal um die schon ein Jahrzehnt zurückliegende Abhandlung von Goodrich über die Morphologie des *Saccocirrus papillocercus* aus dem Jahre 1901, und um die Mitteilungen, welche Salensky (1907) im II. Teil seiner „morphogenetischen Studien an Würmern“ über einzelne Organe derselben Spezies aus der Bucht von Sebastopol macht. Während dieser Forscher jedem anderen Organ von *Saccocirrus* einen besonderen Abschnitt widmet, ist er leider nicht dazu gekommen, die Geschlechtsorgane dieses Wurmes zu untersuchen, weshalb er über diese uns hier gerade am meisten interessierenden Gebilde keine näheren Angaben machen kann.

* * *

Programm.

Die in der vorliegenden Arbeit mitgeteilten Ergebnisse sind die Früchte von Studien, die ich bereits seit meiner ersten Veröffentlichung (1906) an den Geschlechtszellen von *Saccocirrus*, und zwar sowohl von *S. papillocercus* als auch von *S. major* getrieben habe. Es lag mir zunächst daran, die Besamung der Oocyten genauer festzustellen und ihr späteres Schicksal, die Reifung und Befruchtung näher kennen zu lernen, wozu vor allem die Tatsache verlockte, daß infolge der eigenartigen inneren Befruchtung dieser Würmer alle Stadien der Eibildung von den Oogonien bis zu der mit dem ersten Furchungskern versehenen reifen Eizelle nebeneinander in ein und demselben weiblichen Tiere gelegen sein können, so daß man als Untersuchungsmaterial lediglich weiblicher Würmer bedarf, deren Receptacula mit Sperma gefüllt sind. Die Untersuchungen über die Eireifung erwiesen sich jedoch, namentlich in bezug auf die Chromatinverhältnisse, als zu schwierig, wenn nicht gleichzeitig ebensolche an den reifenden männlichen Geschlechtsprodukten einhergingen. So wurde denn auch die Bildung und Reifung der Spermatocyten und daran anschließend die Entstehung der fertigen Spermatozoen aus den Spermatiden mit in den Kreis der Betrachtung gezogen. Namentlich die Reifungserscheinungen der Spermatocyten trugen viel zum Verständnis der gleichen Vorgänge an den Oocyten bei. Auch der Dotterbildung wurde ein besonderes Augenmerk zugerichtet, da die bei derselben auftretenden Erscheinungen, wie bereits angedeutet wurde, für Van Gaver und Stephan die erste Veranlassung wurden, eine Polyspermie bei *Saccocirrus* anzunehmen. Die Tatsache, daß bei *Saccocirrus* eine Kopulation stattfinden muß, wenn eine solche auch noch nicht beobachtet worden ist, führte dann weiter dazu, auch den Bau der Geschlechtsorgane und der Geschlechtsausführgänge mit ihren Anhängen näher zu beschreiben.

Über das Verhältnis der vorliegenden Arbeit zu meiner früheren Mitteilung von 1906 brauche ich nur zu bemerken, daß ich auch jetzt nach einem bedeutend eingehenderen Studium der fraglichen

Erscheinungen gerade die wesentlichsten meiner damaligen Behauptungen alle aufrecht erhalten kann, wenn ich jetzt auch für manche mir damals entgegengetretenen Bilder eine konformere Deutung gefunden zu haben glaube.

* * *

Material.

Als Material dienten mir teils meine 1906 im Frühjahr bei Villefranche erbeuteten Tiere, wie jetzt nun sicher feststeht, Angehörige der Spezies *Saccocirrus major* Pierantoni, — teils während meines Aufenthaltes in Neapel 1908/9 aus dem dortigen Golf gesammelte Vertreter sowohl der gleichen Art, als auch der dort viel häufigeren anderen Spezies, *Saccocirrus papillocercus* Bobretzky.

* * *

Methoden.

K o n s e r v i e r u n g teils Sublimat in Seewasser, teils Sublimat, Alkohol, Essigsäure, teils Chromosmiumessigsäure nach F l e m m i n g. Alle Konservierungsarten erwiesen sich als brauchbar.

Die Quer- und Längsschnitte von 5—27 μ Stärke wurden meist mit Eisenhämatoxylin nach H e i d e n h a i n, eventuell unter Nachbehandlung mit Orange, Säurefuchsin oder Lichtgrün, einige mit Hämalalaun nach M a i e r, Thionin oder Safranin gefärbt.

I. Die Geschlechtsorgane.

(Die Gonaden, Ausführungsgänge, Vesiculae seminales, Receptacula seminis und Bemerkungen über die Exkretionsorgane.)

Die Arten der Familie der S a c c o c i r r i d e n sind getrennt-geschlechtlich. Bei beiden Geschlechtern finden sich die Gonaden in allen Segmenten, die vom Mitteldarm durchzogen werden, mit Ausnahme der letzten, jüngsten, in denen sie sich erst bilden. Da der mit kurzem dichten Flimmer-epithel ausgekleidete Ösophagus von *Saccocirrus papillocercus* bis in das 14. borstentragende Segment reicht, beginnen bei dieser Art die Gonaden gewöhnlich im 15. Borstensegment, doch traten bei einzelnen männlichen Individuen die Hoden bereits im 14., bei einigen wenigen sogar schon im 13. borstentragenden Segment auf, obwohl der drüsige Mitteldarm auch hier normalerweise seinen Anfang im 14. Segment nahm. Dem längeren, erst im 20. Borstensegment endenden Ösophagus von *Sacc. major* entsprechend, liegt bei dieser Spezies das erste der Geschlechtsorgane führenden Segmente weiter rückwärts als bei der vorigen Art. In den daraufhin untersuchten Exemplaren fanden sich die vordersten Gonaden im 20. borstentragenden Segment. Daß die Lage des ersten Gonaden führenden Segmentes nicht ganz konstant ist, scheint schon P i e r a n t o n i aufgefallen zu sein, denn er schreibt

über die Lage der Geschlechtsorgane von *Sacc. papillocercus*: „Incominciano verso il 15.^o segmento setigero“ und über die von *Sacc. major*: „La serie di segmenti genitali incomincia — dopo il 20.^o segmento setigero.“

In beiden Geschlechtern treten in den „Geschlechtssegmenten“, wie die mit Gonaden versehenen Somiten heißen sollen, außer den Keimstöcken noch andere Teile der Geschlechtsorgane auf, die zur Ausleitung der Geschlechtsprodukte oder, im Zusammenhang mit der für die *Saccocirriden* charakteristischen Kopulation und inneren Befruchtung, zur Aufspeicherung des Samens und Übertragung desselben in die Keimzellen der Ovarien dienen.

Allen früheren Beobachtern waren bereits die Spermadukte der männlichen *Saccocirriden* aufgefallen, die mit großem weitem Wimpertrichter in der Leibeshöhle beginnend das folgende Dissepiment durchbrechen und im nächsten Segment nach hinten ziehen, worauf sie in Gestalt eines vorstreckbaren, für gewöhnlich eingestülpten Penis, dessen Wände durch Kutikularstäbe gestützt werden, kurz vor dem Parapodium dieses Segmentes seitlich nach außen münden, nachdem noch je ein kurzgestielter Blindsack, die Vesicula seminalis, von jedem dieser Kanäle sich abzweigte.

Ebenso stimmen alle Autoren in der Beschreibung des entsprechenden weiblichen Apparates überein. Der Ovidukt beginnt wie der Spermadukt mit einem nur bedeutend kleineren Wimpertrichter in der Leibeshöhle, durchbricht das betreffende Septum und läuft als gerader Kanal mit bewimpertem, ziemlich weitem Lumen in dem oberen Winkel der Seitenkammern des Cöloms, der durch das Herantreten der Transversalmuskeln an die Körperwand gebildet wird, nach hinten und biegt dann rechtwinklig nach der Ventralseite zu um, wobei er seinen Weg zwischen dem ventralen Längsmuskelfeld und der Haut nimmt. Schließlich mündet er etwa in der Mitte des Querschnittes jenes Muskelfeldes, also seitlich ventral, ins Freie. Von seiner Mündungsstelle zweigt sich senkrecht zur Körperwand ein bewimperter Gang ab, der das Längsmuskelfeld und die Transversalmuskeln durchquert, um sich zu einem großen Blindsack mit teilweise drüsigen Wänden, dem Receptaculum seminis zu erweitern, das bei den reifen Weibchen prall mit Spermien gefüllt zu sein pflegt.

Während ich nun nach meinen Untersuchungen diese Beschreibungen des Oviduktes für beide Arten und die des Spermaduktes für *Sacc. papillocercus* bestätigen kann, stellt sich der männliche Ausführgang von *Sacc. major* durch das Auftreten von Schleifenbildungen etwas komplizierter dar, wie wir später noch genauer sehen werden. Vor allem aber ist es wichtig, daß bei beiden Arten das Receptaculum nicht den von den früheren Autoren angenommenen einfachen Blindsack repräsentiert, sondern lediglich der erweiterte Teil eines Kanales ist, der seinem ganzen Bau nach als **ein Exkretionsorgan, ein Nephridium**, aufgefaßt werden muß.

In meiner Mitteilung von 1906 wurde bereits kurz darauf hingewiesen, daß von dem Receptaculum ein Gang nach dem Ovarium hinüber zieht, den die Spermatozoen benutzen, um so an die jüngsten Oocyten zu gelangen. Es ist mir nun gelungen, diesen Gang bei *Sacc. major* durch das ganze Ovarium hindurch zu verfolgen und ihn sogar durch das vordere Septum des betreffenden Segmentes treten zu sehen, wo er sich mit einem kleinen Wimpertrichter in die Leibeshöhle öffnet. Die als Drüsen beschriebenen Teile des Receptaculums sind ebenso wie ähnliche am Eierstock Gruppen von exkretorisch tätigen Zellen.

Bei *Sacc. papillocercus* läßt sich in der gleichen Weise wie bei der vorigen Art ein das Lumen

des Receptaculums fortsetzender Gang bis in das Ovarium verfolgen, der auch mit einem Wimpertrichter das davorliegende Dissepiment zu durchbrechen scheint; doch gelang es nicht, letzteren einwandfrei nachzuweisen. Da aber der Kanal vom Receptaculum bis über die Gegend des Keimstreifendes im Eierstock hinaus deutlich sichtbar ist, so liegen im Prinzip auf alle Fälle die gleichen Verhältnisse vor, wie bei *Sacc. major*. Es wäre ja denkbar, daß bei *Sacc. papillocercus* dieses Nephridium wenigstens bei den erwachsenen weiblichen Würmern, auf die sich die vorliegenden Untersuchungen ausschließlich erstreckten, im Zusammenhang mit der neuen Funktion eines Teiles desselben in seinem Anfangsabschnitt reduziert würde.

Da nach den früheren Autoren die eigentlichen Exkretionsorgane der *Saccocirriden* nur in den vorderen geschlechtslosen Segmenten in ursprünglicher Form vorhanden sind, während sie in den Geschlechtssegmenten eben zu jenen Geschlechtsausführgängen umgewandelt oder mit solchen in enge Verbindung getreten sein sollen, so erwies sich im Hinblick auf die Entdeckung des in Rede stehenden Nephridialkanals auch eine Untersuchung der Exkretionsorgane in den vorderen Segmenten als wünschenswert. Dabei zeigte sich, daß bei *Sacc. papillocercus* auch diese Organe den früheren Beschreibungen, die sich ja meist auf diese Art beziehen, entsprechen, daß sie aber bei *Sacc. major* in beiden Geschlechtern durch Schlingenbildung kompliziert erscheinen.

Spermadukte und Ovidukte sowie Receptacula kommen bei den einzelnen Individuen in allen den Segmenten vor, in denen sich Gonaden finden.

A. Die Gonaden.

Die Gonaden entstehen in beiden Geschlechtern am hinteren Rande der Dissepimente in den Lateralkammern, und zwar entspringen sie von den dort im äußersten Winkel zwischen Transversalmuskeln und Körperwand verstreichenden Kanälen, den Spermadukten resp. Ovidukten. In ihrem Bau stimmen die jungen Geschlechtsdrüsen sowohl der männlichen als auch der weiblichen Würmer ziemlich überein, indem sie dünne Stränge von Zellen darstellen, die unter lebhafter Vermehrung aus den Lateralkammern unter Durchbrechung der Transversalmuskeln in die Darmkammern des Cöloms wuchern. Hier differenzieren sie sich dann, indem die Hoden klein bleiben, weil sich die an ihrem Rande entstehenden Spermatocyten von dem Keimlager ablösen und frei in der Leibeshöhle flottieren, um dort ihr weiteres Wachstum und die Reifungsteilungen durchzumachen; — die Ovarien dagegen vergrößern sich bald sehr beträchtlich, da die Oogonien und Oocyten bis nach ihrer Besamung, Reifung und Befruchtung in ihnen liegen bleiben. Sowohl die Hoden als auch die Ovarien sind von einer dünnen Peritonealmembran umgeben.

Als wichtig muß hervorgehoben werden, daß das Ende des Keimlagers der Eierstöcke immer dicht an dem nach dem Receptaculum führenden Nephridialkanal liegt, der in dieser Gegend seinen Spermatozoeninhalt an die jungen Oocyten abgibt. Dieses Keimlagerende pflegt von einer dünnen Schicht von Bindegewebe umhüllt zu sein, durch das die aus dem Receptaculum durch das Kanallumen vordringenden Spermien nach Verlassen des Kanals bis an die einzelnen aus den letzten Teilungen der Oogonien hervorgegangenen Oocyten hinwandern, um in diese einzudringen, und sie so zu besamen.

Erst wenn die Eier herangewachsen, gereift und befruchtet sind, reißt die das Ovarium umhüllende Peritonealmembran, und die Eier fallen heraus in die Leibeshöhle. Man findet aber auch dann, wenn bereits sehr viele Eier in der Leibeshöhle flottieren, immer noch Oocyten und Oogonien in den Keimstöcken, ein Beweis dafür, daß die Eibildung ständig weitergeht. Die einzelnen Keimzellen in den Ovarien befinden sich jeweilig in den verschiedensten Stadien der Eibildung, wie einmal aus ihrer verschiedenen Größe und ihrem verschiedenen Aussehen hervorgeht, wie es aber vor allem dadurch besonders deutlich wird, daß man in ein und demselben Ovarium nie mehr als eine, selten zwei Oocyten findet, die gerade ihre Reifungsteilungen durchmachen. Dementsprechend sind es denn auch immer nur einzelne Eier, die sich von dem Ovarium lösen.

Physiologisch interessant mag der Hinweis darauf sein, daß die reifen und befruchteten Eier, die nur in das Seewasser zu gelangen brauchen, um sofort mit der Furchung zu beginnen, wie ich experimentell feststellen konnte, doch nicht so einzeln, wie sie aus dem Ovarium kommen, durch die Ovidukte ins Freie entleert, sondern in der Leibeshöhle zunächst aufgespeichert werden, bis diese prall gefüllt ist. Es entspricht also dieses Verhalten von *Saccocirrus* völlig dem anderer *Anneliden* und auch sonstiger Tiere, die ihre Eier in der Leibeshöhle ansammeln, um sie dann mit einem Male zu entleeren. Doch während bei diesen anderen Tieren durch einen solchen Vorgang eine Befruchtung möglichst zahlreicher Eier herbeigeführt und meist überhaupt erst möglich gemacht wird, dieser Modus der Eiablage also zur Erhaltung und Vermehrung der Art notwendig ist, muß man ihr bei *Saccocirrus* nach Lage der Verhältnisse eine solche wichtige Bedeutung absprechen, denn die Eier könnten ebensogut einzeln und in großen Zeitabständen nacheinander, also so, wie sie aus dem Ovarium in die Leibeshöhle fallen, in das Seewasser entleert werden. Die Vorkehrungen, welche eine Befruchtung möglichst vieler Eier gewährleisten, sind hier schon durch die Organisation der Geschlechtsorgane und die innere Befruchtung getroffen. Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß allerdings bisher die Eiablage von *Saccocirrus* nicht beschrieben wurde, und daß es ja nicht unmöglich ist, daß die Eier einzeln aus der Leibeshöhle durch die Ovidukte ins Freie gelangen. Doch auch in diesem Falle bleibt die Tatsache bestehen, daß zunächst die Eier in großen Mengen in der Leibeshöhle angesammelt werden.

Wir müssen wohl annehmen, daß dieses Verhalten einmal seinen Grund darin hat, daß die *Saccocirriden* von Vorfahren abstammen, bei denen noch keine innere Befruchtung stattfand, und die daher auf jenes Verfahren der Eiablage wie die oben erwähnten anderen Tiere angewiesen waren. Demnach wäre dieses Verhalten eine Reminiszenz an frühere Zustände.

Sodann aber mag dieses Verhalten auch einen physiologischen Grund haben, indem es nämlich wahrscheinlich ist, daß erst der Reiz, den die Menge der in der Leibeshöhle flottierenden Eier auf den gesamten Rumpf des Wurmes und alle inneren Organe ausübt, die Tätigkeit der Ovidukte auslöst. Dieser Reiz ist zunächst sicher ein mechanischer, der sich als ein starker Druck auf die Körperwände und die inneren Organe kundgibt, daneben aber üben die angesammelten, in bestimmten physiologischen Zuständen befindlichen Eimassen ohne Zweifel auch nicht unbeträchtliche chemische Wirkungen auf den ganzen Organismus aus.

Auch die männlichen Geschlechtszellen pflegen in allen Entwicklungszuständen und noch als fertige Spermatozoen in gewaltiger Menge die einzelnen Cölomkammern auszufüllen. Hier aber erfolgt keine plötzliche Entleerung ins Freie, sondern die reifen Spermien werden zunächst in den Vesiculae seminales aufgespeichert, so daß sich das Verhalten der männlichen Tiere nicht ohne weiteres mit dem der weiblichen vergleichen läßt.

Die Hoden.

Die Hoden der *Saccocirriden* sind kleine, aus verhältnismäßig wenigen Zellen bestehende Gebilde, die in der beschriebenen Weise ihren Ausgang von der Hinterwand des ihr Segment nach vorn abgrenzenden Dissepimentes nehmen. Sie beginnen in der Regel mit einer mehr oder weniger rundlichen Spermatogonie, die sich an den Kanal des in der oberen Ecke jeder Seitenkammer des Cöloms verstreichenden Spermaduktes anlehnt. Wahrscheinlich liegt diese Spermatogonie bei den jungen männlichen Würmern zunächst zwischen den Zellen des Peritoneums versteckt, um dann erst beim Heranwachsen der Tiere durch ihre Teilungen die übrigen Spermatogonien zu liefern.

Die Spermatogonien sind bei beiden Arten ihrem Bau nach so ziemlich gleich. Es sind Zellen mit dichtem Plasma, deren Kerne meist eine ovale Form aufweisen, einen deutlichen Nucleolus besitzen und ein lockeres, fein verteiltes Chromatin führen. Vielleicht kann man es als einen Unterschied anführen, daß die Spermatogonien bei *Sacc. major* für gewöhnlich nicht allzu regelmäßig in dem Hoden hintereinanderliegen, während sie bei *Sacc. papillocercus* nicht selten ein zweireihiges Band bilden, so daß der ganze Hoden den bandförmigen männlichen Geschlechtsdrüsen von *Protodrilus purpureus* sehr ähnlich sieht, welche *Pierantoni* (1908) auf seiner Taf. VII, Fig. 9 abbildet. Die Spermatogonien solcher bandförmigen Hoden sind im allgemeinen sehr langgestreckt und stoßen mit ihren Längsseiten an ihre Nachbarn.

Der längste Durchmesser der Spermatogonien beträgt bei beiden Arten 6—8 μ .

Außen werden die männlichen Gonaden von einer dünnen Peritonealmembran eingehüllt, deren langgestreckte ovale Kerne auf den Schnitten durch ihre intensivere Färbbarkeit leicht von denen der Keimzellen zu unterscheiden sind. Auch sind diese Kerne wesentlich kleiner als jene. Die jungen, noch keine Geschlechtszellen liefernden Hoden werden allseitig von der Peritonealhülle umgeben, wie Fig. 1, Taf. XXV zeigt. Später scheint dann diese Membran zu reißen, so daß die an dem freien Ende gebildeten Spermatogonien sich aus dem Zellverbände lösen können und in die Leibeshöhle gelangen.

Diese jüngsten Spermatogonien runden sich zunächst etwas ab, ebenso nimmt ihr Kern eine rundlichere Form an. Für gewöhnlich lösen sie sich in Gruppen von vier Zellen von dem Hoden ab, um dann in der Darmkammer des Cöloms ihre weitere Entwicklung durchzumachen. Fig. 2, Taf. XXV zeigt eine solche Spermatogoniengruppe, die sich eben von dem Keimlager trennen will.

Die Ovarien.

Die Lage des Anfangsteiles der weiblichen Geschlechtsdrüsen stimmt bei beiden Arten mit der des Hodenanfanges völlig überein. Zwar schreibt *Pierantoni* von *Sacc. papillocercus*: „Gli ovarii piccoli e con poche uova si trovano presso i sepimenti, ma non sono in relazione col peritoneo dei setti, bensì con la somatopleura, ossia con le cellule peritoneali che si trovano sotto i muscoli della parete del corpo“, und von *Sacc. major*: „La formazione degli ovarii avviene anche in questa specie alquanto più in basso del sepimento, in rapporto con le cellule peritoneali della parete del corpo.“ Demgegenüber muß aber darauf hingewiesen werden, daß der Anfang der Ovarien beider Arten ebenso wie der der Hoden bis an das in der entsprechenden Körperregion die Haut berührende Dissepiment heranreicht. Andererseits lehnt sich die Endzelle jedes Ovariums an den das Septum durchbrechenden Ovidukt an.

Die Ovarien wuchern nun als dünne Schläuche, ganz wie die Hoden aus den Seitenkammern des Cöloms in dessen Darmkammern, wo sie aber im Gegensatz zu jenen beträchtlich an Größe zunehmen. Die Ähnlichkeit der Anfangsteile der weiblichen Keimstöcke mit den Hoden geht so weit, daß bei *Sacc. papillocercus* die in ihnen liegenden Oogonien nicht selten ebenso wie die Spermatogonien in jenen bandartig aneinander gereiht erscheinen.

In Form und Größe entsprechen die Oogonien ebenfalls den Spermatogonien, indem sie zunächst oval gestaltet sind und auch ovale Kerne enthalten. Im Anfang des Keimlagers beträgt ihr Durchmesser 6—8 μ .

Sobald die Ovarien in die Darmkammern getreten sind, zeigen die Kerne der Oogonien ein etwas verändertes Aussehen. Das Chromatin pflegt meistens zu dünnen Fäden zusammenzurücken, auf noch späteren Stadien treten Spiremknäuel auf, kurz, es zeigen sich alle bei Zellteilungen vorkommenden Erscheinungen, die auf eine lebhaft Vermehrung der Keimzellen hindeuten. In dem Anfangsteil des Keimlagers sieht man dagegen nur sehr selten einmal auf den Schnitten eine Zelle in Teilung. Die Zellen mit den Chromatinfadenknäueln sind meist schon etwas größer als die übrigen Oogonien des Keimlagers und sie sind es, die nun als Oocyten I. Ordnung aus der Keimzone des Ovariums in dessen Wachstumszone eintreten, wo sogleich eine lebhaft Dotterbildung in ihnen beginnt.

Der Anfangsteil des Ovariums wird ebenso wie die Hoden der männlichen Würmer von einer Peritonealmembran eingehüllt, deren Zellen die gleichen länglichen, stark färbbaren Kerne führen wie die entsprechenden an den Hoden. Etwas vor dem Ende der Wachstumszone des Eierstockes scheint eine lebhaft Vermehrung dieser Zellen vor sich zu gehen, denn man findet dort an den Rändern des sich nun stark verbreiternden Ovariums die kleinen Kerne häufiger und dichter gruppiert als an dem Keimlager. Die Peritonealhülle umzieht auch das ganze übrige Ovarium und reißt erst dann, wenn die Eier in die Leibeshöhle fallen. Aber auch die einzelnen Oocyten selbst sind jede für sich von einer bindegewebigen Membran umgeben, die wohl ebenfalls von jenen Peritonealzellen stammt, denn ihre Kerne unterscheiden sich in nichts von denen der äußeren Ovarialhülle. Zwischen die Oogonien des Keimlagers scheinen sich noch keine derartigen Zellen einzuschieben.

Es ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß diese „Follikelzellen“ aus dem Keimlager selbst stammen könnten, wie es von den Follikelzellen anderer Tiere, z. B. denen der Insektenovarien, bekannt ist. Hier bei *Saccocirrus* scheinen aber nicht derartige Verhältnisse vorzuliegen, denn niemals fanden sich solche Bindegewebszellen zwischen den Oogonien des Anfangsteiles des Keimlagers, das sie, wie gesagt, nur umhüllen. Vielmehr unterscheiden sich diese Zellen auch dort schon gänzlich in dem Aussehen von den Oogonien, so daß ein gleichartiger Ursprung wohl sicher nicht anzunehmen ist. Da die Follikelzellen auch erst zwischen den Oocyten auftreten, so stammen sie jedenfalls von den Zellen der sich nach dem Übertritt vom Keimlager auf die Wachstumszone stark vermehrenden Zellen des Peritonealüberzuges.

Schließlich steht die bindegewebige Hülle des Ovariums durch breite Gewebmassen noch an mehreren Stellen in Verbindung mit dem Peritoneum, das die Transversalmuskeln, die Borstensäcke und das vordere Septum des betreffenden Segmentes überzieht. Vor allem bei *Sacc. major* sind diese Verbindungen in stärkerem Maße ausgebildet, während sie bei *Sacc. papillocercus* nicht so auffällig sind.

Das Ende des Keimlagers, an dem die jüngsten Oocyten entstehen, reicht nun naturgemäß ein Stück weit in das hauptsächlich von den großen, beinahe reifen Oocyten gebildete stark anschwellende Ovarium hinein. Dieser Teil des Eierstockes legt sich dicht an den zum Receptaculum führenden

Kanal, der durch die Bindegewebshülle des Ovariums fest mit diesem verbunden und auch beinahe ganz von ihm umwachsen wird. Das die Oocyten liefernde Ende des Keimlagers wird von einer nicht sehr dünnen Bindegewebsschicht umgeben, und diese ist es, deren Lücken die den Kanal verlassenden Spermatozoen benutzen, um jene jüngsten Oocyten zu besamen.

Auf die in den Ovarien befindlichen Keimzellen wird später näher einzugehen sein. Hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß die Eier der größeren Art, *Sacc. major*, zahlreicher und kleiner sind als die der kleineren Art, *Sacc. papillocercus*. Dementsprechend bieten die Ovarien der beiden Spezies ein etwas verschiedenes Aussehen, obgleich sie im Prinzip völlig gleich aufgebaut sind, und sich die Keimzellen in ihnen ganz gleich verhalten.

Bei *Sacc. major* verteilen sich die unreifen Oocyten so in dem Ovarium, daß die kleineren von ihnen an den Rand desselben zu liegen kommen, während die größten, unmittelbar vor den Reifungsteilungen stehenden mehr in das Innere der Keimdrüse rücken, so daß sie ganz von jenen eingehüllt werden. Fig. 21a u. b, Taf. XXVII zeigt diese Verhältnisse in deutlicher Weise.

B. Die Geschlechtsausführgänge.

Die Ovidukte.

Die Ausführgänge für die in der Leibeshöhle flottierenden reifen und befruchteten Eier stimmen bei beiden Arten völlig miteinander überein. Sie beginnen in der Darmkammer des Cöloms mit einem nicht sehr großen Wimpertrichter, durchsetzen sofort das betreffende Dissepiment und wenden sich gleich hinter diesem, scharf nach außen und abwärts umbiegend, in die obere Ecke der Cölomseitenkammer, von wo aus sie dann geradlinig bis zum Anfang des letzten Drittels des Segmentes zwischen der Ring- und Längsmuskulatur des Hautmuskelschlauches nach hinten verlaufen, um endlich nochmals, und zwar scharf rechtwinklig, umzubiegen und, immer zwischen den beiden Muskellagen verstreichend, in der Mitte des Längsmuskelquerschnittes die äußere Haut zu durchbrechen und dort ins Freie zu münden. Hinter dieser Mündung der Ovidukte ragen dann erst die kleinen Parapodien mit ihren Borsten aus dem Umrisse der Leibeswand hervor, ein Verhalten, das sich wohl nicht dem bei Parapodien führenden *Anneliden* allgemein üblichen ohne weiteres anschließt.

Die trichterförmigen inneren Mündungen der Ovidukte sind nur in der Gegend direkt am Eingang in den Kanal mit beweglichen Wimpern versehen. Die durch die Struktur ihrer Zellen deutlich von dem umliegenden Bindegewebe zu unterscheidenden Wände der Trichter erstrecken sich noch ein Stück weiter nach vorn, indem sie sich mehr und mehr voneinander entfernen (Fig. 3, Taf. XXV).

Der hinter dem Trichter liegende Kanal eines solchen Oviduktes wird auf jedem seiner Querschnitte von mehreren Zellen umgeben, verläuft also intercellulär. Zunächst setzen sich die dunkleren, ein dicht und fein granuliertes Plasma enthaltenden Zellen, die auch die Trichterwände bilden, ein Stück weit hinter dem Dissepiment fort, bis der Kanal die Ringfaserlage des Hautmuskelschlauches erreicht hat (Fig. 4, Taf. XXV), dann gehen sie allmählich in die großen kubischen Zellen des horizontalen Hauptteiles des Kanals über, die auf den Schnittserien durch ihr helles, mit wenigen gröberen Granulationen versehenes Plasma und rundliche Kerne vor dem umliegenden Gewebe hervortreten.

Der horizontale Abschnitt liegt ganz eingebettet in Bindegewebe zwischen der Ringmuskulatur, dem ventralen Längsmuskelfeld und den Transversalmuskeln. Die Wände des Kanals werden scheinbar

noch von einer besonderen bindegewebigen Hülle umgeben, denn man sieht auf ihnen flache langgestreckte Kerne liegen, die zu den Zellen einer solchen Hülle gehören müssen (Fig. 5, Taf. XXV).

G o o d r i c h (1900) beschreibt die Wand eines derartigen, von ihm „Nephridium“ genannten Oviduktes von *Sacc. papillocercus* nach dem Leben mit den Worten: „The wall of the nephridium is formed of granular, much vacuolated protoplasm; a few cilia are seen in the lumen.“ Trotz dieser Bezeichnung des Organs als Nephridium gibt aber auch G o o d r i c h dessen Funktion als Ovidukt zu, denn er weist ausdrücklich darauf hin, daß B o b r e t z k y bei reifen Individuen Eier in dem Kanal gesehen hat: „In the female they (M a r i o n e t B o b r e t z k y) described nephridia, as in the male, which they believed to open to the exterior near the parapodium, and to function as oviducts in the genital region. B o b r e t z k y having seen the nephridial canal dilated with eggs in ripe specimens.“

Wir haben später auf die Exkretionsorgane von *Saccocirrus* noch näher einzugehen, doch sei hier schon bemerkt, daß auf den Schnitten die Wandzellen der in Frage stehenden Oviduktkanäle wenigstens bei den reifen Weibchen nicht den Eindruck machen, als seien sie in hervorragendem Maße exkretorisch tätig. In dem ganzen Hauptteile dieses Organs, d. h. in dem horizontal verlaufenden Stück des Kanals sind die Wände zwar am stärksten gegenüber den anderen Partien des Ausführungsganges, doch erscheinen die oben beschriebenen kubischen Zellen sehr hell und durchsichtig (Fig. 5), jedenfalls nicht so erfüllt von Exkretionsprodukten, wie man es sonst bei den Wandzellen der Annelidennephridien zu sehen gewohnt ist. Auf jeden Fall scheint nach jener Beobachtung von B o b r e t z k y die Funktion als Ausführungsgang der reifen Eier sicher zu stehen.

Der letzte, abwärts führende Teil des Oviduktes besitzt nur dünne Wände, deren Zellen ein so flaches Plattenepithel bilden, daß sie auf Längsschnitten durch diese Partie des Kanals, also auf Querschnitten durch den Wurm, kaum anders als an ihren seltenen Kernen und an ihrem Wimperbesatz erkannt werden können (Fig. 6, Taf. XXV). Vor allem der Teil der Kanalwand, der an die Ringmuskeln stößt, ist kaum von diesen zu unterscheiden. Auf Querschnitten aber durch diesen Endkanal treten die Wandzellen deutlicher hervor und ähneln denen des Anfangsteiles in der Nähe des Trichters, nur daß sie eben viel flacher sind als jene. Irgend eine Erweiterung am Ende des Kanals, etwa zu einer Blase, ist nicht vorhanden, sondern derselbe mündet durch eine einfache rundliche Öffnung zugleich mit dem aus dem Receptaculum kommenden Gang nach außen.

Der Durchmesser des Lumens der einzelnen Abschnitte des Oviduktes stellt sich auf Schnitten durch Würmer, die bereits befruchtete Eier in der Leibeshöhle enthalten, wie folgt:

	<i>Sacc. major</i>	<i>Sacc. papillocercus</i>
Abschnitt unmittelbar hinter der inneren Mündung .	10 μ	10 μ
Horizontaler Kanal	24—30 μ	16—20 μ
Absteigender Endabschnitt	10 μ	8 μ
Durchmesser der reifen Eier	70—80 μ	90 μ

* * *

Der Vollständigkeit halber sei hier noch ein M u s k e l b ü n d e l erwähnt, das seinem Verlaufe nach in engen Beziehungen zu dem Anfangsteil des Oviduktes steht. In der ersten Hälfte des horizon-

talenen Ganges beginnt an der Körperwand ein Muskelbündel, das alsbald direkt distal von dem Kanal zu liegen kommt und diesen auf seiner äußeren Seite bis durch das Dissepiment in das vordere Segment begleitet, wo es dann frei in die Leibeshöhle eintritt und sich an dem dort befindlichen Borstenbündel anheftet. Dabei ist die Art des Austretens des Muskelbündels aus seiner bindegewebigen Umgebung interessant. Kurz hinter dem Dissepiment nämlich verläßt das Bindegewebe den Muskel, den es vorher dicht umgab (Fig. 5), so daß er von hier ab einen freien Raum durchzieht. Dabei ordnen sich aber einzelne Bindegewebszellen zu einer Art Epithel an, das deutlich von seiner Umgebung abgesetzt den Hohlraum umgrenzt. Auf entsprechenden Schnitten wie Fig. 4, Taf. XXV sieht man dann außerhalb (distal) von dem Querschnitt des Oviduktes noch einen ähnlichen Zellenkranz ein Lumen umgeben, in dem das Muskelbündel liegt. Diese Zellhülle öffnet sich schließlich wie der Trichter des Eileiters in die Leibeshöhle, wobei sie nun den Muskel freigibt (Fig. 3, Taf. XXV). Die Zellen, die dort noch distal von der Trichterwand liegen, sind histologisch nur wenig von dieser verschieden; auch wird die Stelle, wo sie beginnen, d. h. die Grenze zwischen ihnen und der Trichterwand nur noch durch eine kleine Falte (Fig. 3 bei *) gekennzeichnet. — Eine wesentliche Bedeutung möchte ich diesem Verhalten des Borstenmuskels nicht zuschreiben, füge aber gleich hier hinzu, daß sich ein solcher Muskel nicht nur bei den weiblichen, sondern auch bei den männlichen Tieren beider Arten distal von den Spermadukten findet (Fig. 2, Taf. XXV).

Die Spermadukte und die Vesiculae seminales.

Die männlichen Geschlechtsausführgänge liegen in der gleichen Region der einzelnen Rumpsegmente wie die Ovidukte. Wie bereits an einer anderen Stelle erwähnt, wurde der Spermadukt von *Sacc. papilocercus* von den früheren Autoren im allgemeinen richtig geschildert, so daß hier der Vollständigkeit halber nur die betreffende Beschreibung von Goodrich (1900), welche zugleich die eingehendste ist, wiedergegeben zu werden braucht:

„In the male the cavity of the penis is lined with granular cells, and its wall is strengthened by a number of delicate refringent cuticular rods pointed at both ends (figs. 8 and 9). The sperm-sac and nephridium do not form one continuous duct, as described by Marion and Bobretzky. Coming off from the penis is a ciliated duct, which soon widens out into a pear-shaped sac lying, unlike the spermatheca, entirely in the lateral chamber of the coelom (figs. 9, 10, 11 and 14). This sperm-sac contains ripe spermatozoa, and ends blindly at its swollen extremity. In the genital segments the nephridia, quite similar organs to those of the female in their general structure, open into the duct of the sperm-sac near its entrance into the penis. The funnel in these segments is much enlarged, richly ciliated, and spreads for a considerable distance over the anterior face of the septum (figs. 9, 12 and 14).“

Wenn schon dieser englische Autor auf die Größe der Wimpertrichter an der inneren Mündung hinweist, so betont Pierantoni (1907) dieselbe noch mehr, indem er darüber folgendes schreibt:

„Un notevole sviluppo assume invece il padiglione ciliato, a cui do il valore di un vero padiglione spermatico, e non quello di padiglione nefridiale (Goodrich), dal momento che esso, come ho potuto osservare negli esemplari ben maturi, si protrae col suo ampio orlo circolare anche entro la cavità del segmento anteriore a quello in cui si trova lo sbocco all'esterno (Fig. 7, isp), mentre il tratto posto fra esso padiglione e la vesicola seminale è di forma tubulare, tutto d'un calibro, e rappresenta un vero spermadutto (spd). Quantunque assai differente dal nefridio, che si trova nella

femmina o nei segmenti anteriori sprovvisi di cellule sessuali di ambo i sessi, non è da escludersi tuttavia che questi spermadutti possano essere dei nefridii profondamente modificati per una diversa funzione.“

Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß der durch das sich nach vorn erweiternde Lumen des Spermaduktes entstehende Trichter nach meinen Schnitten nicht allzu groß ist. *Pierantoni* hat, wie aus seiner Fig. 7 hervorzugehen scheint, wohl den Peritonealüberzug des Dissepimentes und den der Transversalmuskeln für die Trichterwand gehalten. In Wirklichkeit ist die innere Öffnung des Spermaduktes nicht viel größer als die der Eileiter bei den weiblichen Würmern.

Über die Auffassung des in Frage stehenden Kanals als ursprüngliches Exkretionsorgan oder als Gebilde sui generis wird später in einem besonderen Abschnitt die Rede sein.

* * *

Der Spermadukt von *Sacc. major* ist etwas komplizierter gebaut als bei der kleineren Art. *Pierantoni* hat dieses übersehen, wie er denn überhaupt über dieses Organ nur folgenden Satz schreibt:

„Nell' apparecchio sessuale del maschio vi è una vesicola seminale bene sviluppata, un grosso spermadutto ed un padiglione seminale che si protrae entro il segmento anteriore.“

In seiner Fig. 17 stellt *Pierantoni* den Wimpertrichter der inneren Mündung verhältnismäßig noch größer dar als in der Abbildung des gleichen Organs der anderen Art. Es ist nach meinen Schnitten hier das gleiche zu bemerken wie über den Wimpertrichter von *Sacc. papillocercus*.

Auf unserem Längsschnitt durch mehrere Segmente von *Sacc. major* (Fig. 7, Taf. XXV) ist in dem mittleren Segment ein solcher Wimpertrichter getroffen, in den gerade ein Schwarm von Spermatozoen eindringt. Der sich daran anschließende Kanal des Spermaduktes verläuft nun bei *Sacc. major* keineswegs so geradlinig nach hinten wie der entsprechende Teil des Eileiters, vielmehr ist er mehrfach gebogen, wobei sich die Wandzellen der einzelnen Teile des Kanales zu einer kompakten Masse vereinigen, ein Verhalten, das an dasjenige der Nephridialkanäle mancher *Chaetopoden*, z. B. von *Nereis* oder niederer *Oligochaeten*, erinnert. Textfigur 1 ist die Rekonstruktion eines solchen Spermaduktes von *Sacc. major*, dessen Schlingen in Wirklichkeit aber nicht in einer Ebene liegen.

Der Anfangsteil der Samenleiter von *Sacc. major* ähnelt histologisch dem Hauptteil der Ovidukte, d. h. seine Wandzellen sind kubisch und besitzen ein helles, wenig granuliertes Plasma (Fig. 2, Taf. XXV). Bald aber ändert sich die Natur dieser Wandzellen, indem sie dort, wo die Schlingen des Kanals beginnen, ein dichteres Plasma führen und viele Exkretkörnchen enthalten, so daß dieser Teil des Organs einem typischen Nephridium gleicht.

Der mittlere Durchmesser des Lumens der Spermadukte reifer Männchen beträgt bei *Sacc. papillocercus* 6—8 μ , bei *Sacc. major* 8—10 μ .

* * *

Über die *Vesiculae seminales* ist nichts Besonderes zu sagen. Sie stellen dünnhäutige Blindsäcke dar, deren Wände scheinbar sehr stark erweiterungsfähig sind, wie man an der Größe dieser Samenblasen sieht, wenn sie prall mit Spermien erfüllt sind, im Gegensatz zu den leeren. Sie münden dort in die Geschlechtsausführgänge ein, wo diese sich in Gestalt von ausstülpbaren Kopulationsorganen an die Körperwand begeben.

Diese in der Ruhelage in eine Scheide zurückgezogenen *Penes*, deren Bau die Textfigur 1 wiedergibt, werden von einer Anzahl chitiner, fester Stäbe mit rundem Querschnitt versteift. Es sind gegen 20 solcher Stäbe vorhanden, welche auf dem Querschnitt durch das Kopulationsorgan,

wie sich ein solcher auf Fig. 7 in einem der mittleren Segmente findet, im Kreise um den Ausführungsgang angeordnet erscheinen.

In den jungen, eben erst im Entstehen begriffenen Segmenten am Hinterende des Wurmrumpfes münden die Spermadukte in Gestalt gerader Kanäle nach außen. Weder eine *Vesicula seminalis*, noch ein Kopulationsapparat mit seiner Scheide ist ausgebildet. Solche einfachen Kanäle pflegen sich aber nur in einem oder zwei Segmenten zu finden; in den davorliegenden sind die Differenzierungen an denselben bereits völlig durchgeführt.

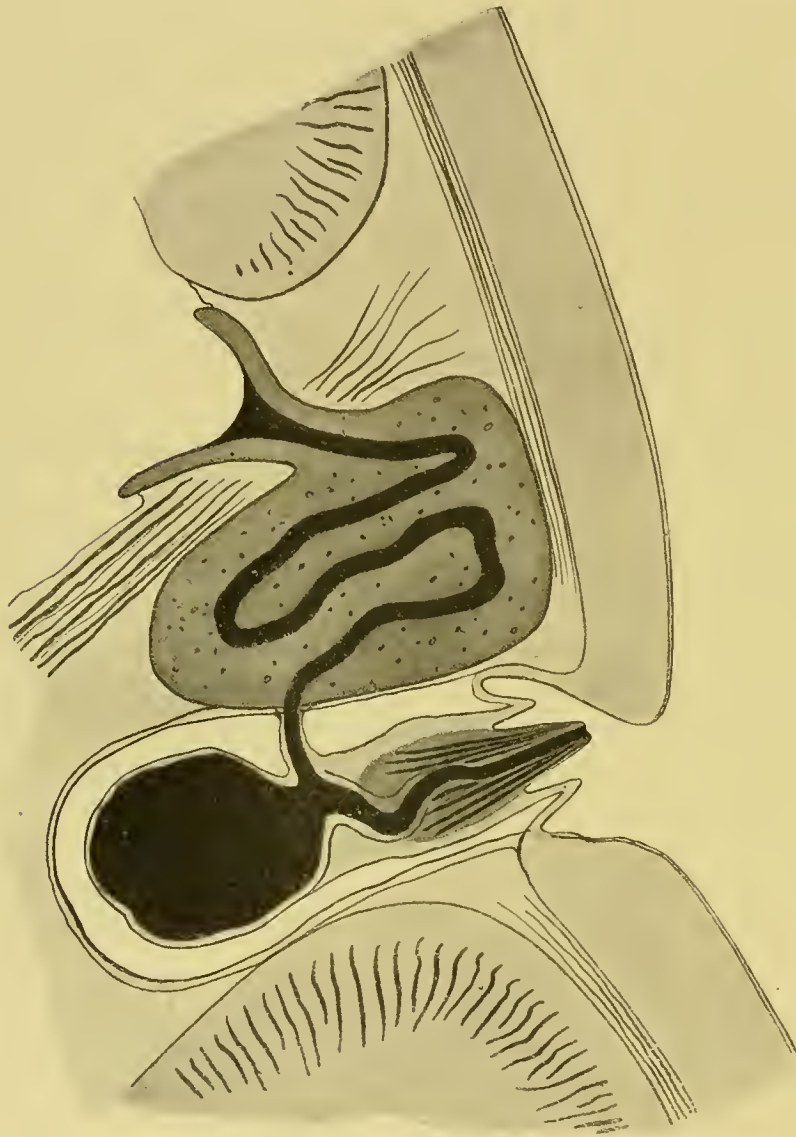


Fig. 1. Spermadukt von *Sacc. major*.

Nach einer Schnittserie rekonstruiert. Die Schlingen des Kanals liegen in Wirklichkeit nicht in einer Ebene.

Die Receptacula seminis.

Die früheren Autoren fassen die *Receptacula seminis* von *Saccocirrus* als Blindsäcke auf, die durch einen Kanal mit der Mündung der Eileiter in Verbindung stehen. So sagt Goodrich (1900), nachdem er die Ovidukte beschrieben hat:

„Besides these a pair of spermathecae were found in every genital segment opening ventrally by a narrow duct, with cilia producing a current inwards. To explain how fertilization takes place,

Marion and Bobretzky added that, il faut supposer que ces vésicules (spermathecae) s'ouvrent dans la grande chambre où les ovules s'accumulent“.

Now when this investigation was begun I hoped to find this internal opening, and to interpret the excretory organs of the female as true nephridia, and the spermathecae as coelomostomes. But such an opening does not appear to exist.“

Wenn nun auch die Vermutung von Marion et Bobretzky, daß die Eier in der

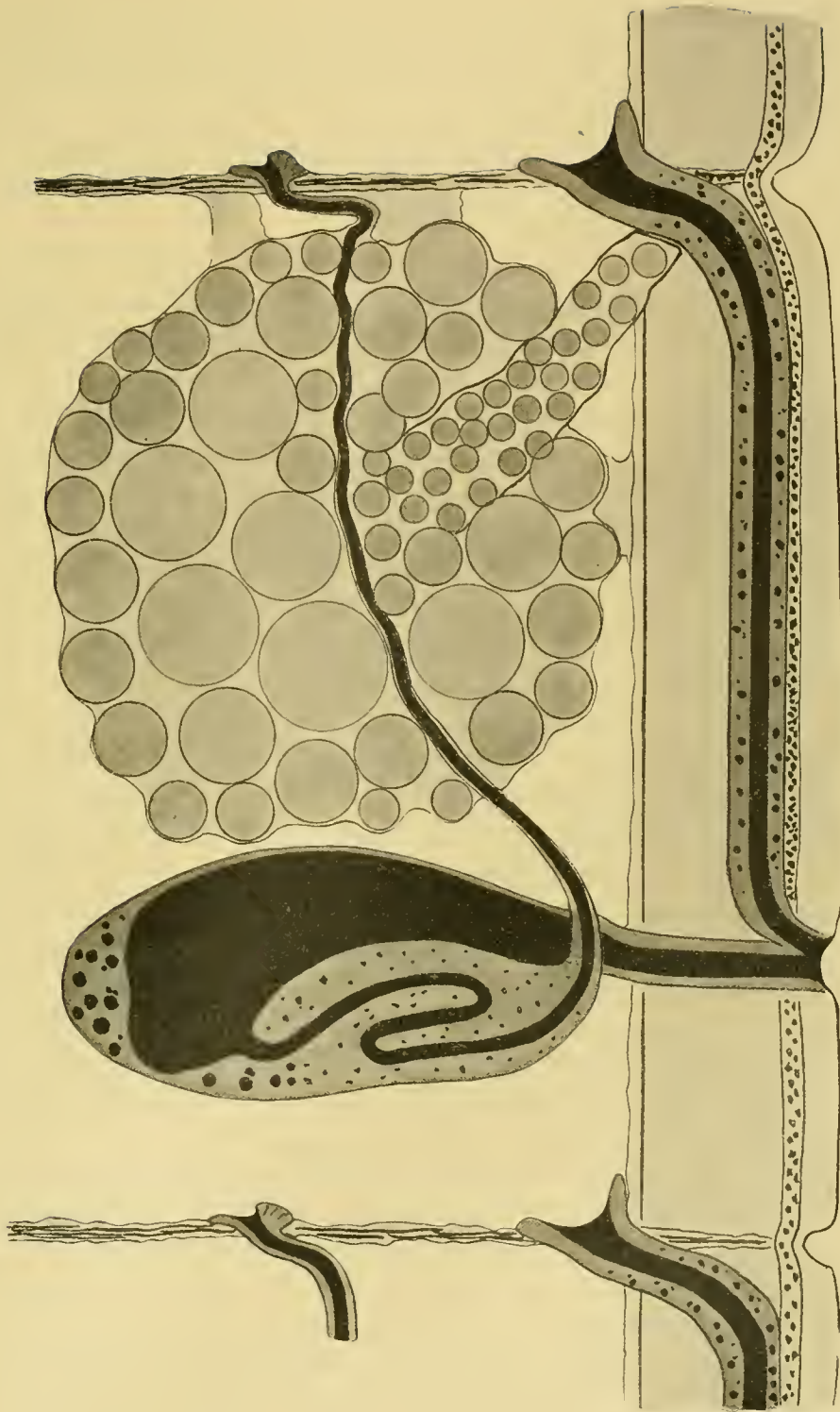


Fig. 2.

Die Geschlechtsorgane einer Segmenthälfte eines ♀ von *Sacc. major*. Die Schlinge des Kanals im Receptaculum ist absichtlich übertrieben dargestellt. In Wirklichkeit verläuft der Kanal dort in flachen spiraligen Bogen. Der auf der Figur scheinbar mitten durch das Ovarium ziehende Teil des Nephridiums streift dieses in Wirklichkeit nur, wird aber von den Oocyten fast ganz unwachsen, so daß die Abbildung den tatsächlich resultierenden Schnitten entspricht.

Leibeshöhle durch Vermittelung einer inneren Öffnung des Receptaculum in dieselbe befruchtet würden, sich als nichtig erweist, so geht doch aus meiner Arbeit von 1906 bereits hervor, daß eine Verbindung zwischen dem Receptaculum und dem Ovarium existiert in Gestalt eines engen Kanals, durch den die Spermatozoen aus der Samentasche in den Eierstock und in die nächste Nähe der jungen Oocyten gelangen. Der Vorgang der Besamung verläuft eben bei *Saccocirrus* nicht nach dem althergebrachten Schema, sondern es werden im Innersten des Ovariums die völlig unreifen jüngsten Oocyten bereits mit Samenfäden versehen.

Trotzdem war Goodrich nicht weit entfernt von dem richtigen Wege, wenn er nach einer inneren Öffnung der Samentasche suchte. Freilich liegt eine solche nicht in demselben Segment wie das Receptaculum; der verbindende Gang von diesem nach dem Ovarium läuft vielmehr durch dieses hindurch und durchbricht das vordere Dissepiment des betreffenden Segmentes etwa in der Mitte, um sich dort in Gestalt eines kleinen Wimpertrichters in die Leibeshöhle des vorhergehenden Segmentes zu öffnen. Textfigur 2 stellt die Geschlechtsorgane einer Segmenthälfte eines weiblichen *Sacc. major* dar und zeigt am besten den Bau des Receptaculum mit dem zugehörigen Kanal.

Nach den vorliegenden Untersuchungen ergab sich, daß diese Organe auch bei *Sacc. papillocercus* sich ganz ähnlich verhalten, wie bei der größeren Art. Wie schon bemerkt, gelang es aber nicht, auch hier die innere Mündung des das Ovarium passierenden Kanals im Dissepiment zu finden. Der die Spermatozoen aus der Samentasche in den Eierstock führende Gang selbst existiert aber bei dieser Art in der gleichen Form wie bei *Sacc. major*.

Pierantoni hat bei beiden Arten den Kanal nicht gesehen. Bei *Sacc. papillocercus* hält er eine solche Kommunikation zwischen Ovarium und Receptaculum für unwahrscheinlich, da ihm die beiden Organe zu weit auseinander liegen: „La posizione reciproca delle spermateche e dell' ovario (fig. 6) rende infatti poco verosimile il passaggio degli spermatozoi da quelle in questo.“ Und auch bei *Sacc. major* zweifelt er an der Existenz einer solchen Verbindung: „Non mi è riuscito di scorgere comunicazione fra l' ovario e la spermateca, formandosi quello in zona nettamente distinta da questa (fig. 16 ov, spt) ed essendo l' ovario involto in un sacco peritoneale.“ Fig. 15, Taf. XXVI ist ein Längsschnitt durch mehrere Segmente von *Sacc. papillocercus* und zeigt die Lage der Eierstöcke und Samentaschen in denselben. Auf anderen Schnitten sieht man nun deutlich den Kanal zwischen beiden Organen und erhält genau die gleichen Bilder, wie sie bei Schnitten durch *Sacc. major*, z. B. Fig. 9 und 21b auf Taf. XXVI resp. XXVII sich ergeben.

Aus konservierten *Sacc. major* gelang es leicht, unter der Präparierlupe die einzelnen Ovarien und Receptacula zu isolieren, wobei sie sich stets durch den verbindenden Gang vereinigt erwiesen, der dann, wenn man mit Nadeln die beiden Organe etwas voneinander entfernt, als deutliche Brücke zwischen ihnen sichtbar wird. Fig. 8, Taf. XXV zeigt ein solches herauspräpariertes Ovarium und das mit ihm verbundene Receptaculum.

Wir wollen nun die einzelnen Teile des ganzen in Frage stehenden Kanalsystems bei *Sacc. major* etwas näher betrachten, doch soll vorher noch eine Beschreibung, welche Goodrich (1900) von dem Receptaculum von *Sacc. papillocercus* gibt, angeführt werden. Jener Autor schreibt: „The spermatheca consists of a pear-shaped sac, with a long duct passing straight through the ventrolateral longitudinal muscles (figs. 14 and 21) to open to the exterior. The wall of the duct is formed of ordinary ciliated epithelium (figs. 3 and 13); but the cilia do not reach far into the sac, where the epithelium soon becomes altered in character. Near the base of the sac, surrounding the entrance of the duct, is a cup-shaped region where the lining is formed of very large granular cells containing

yellow granules, and at their inner ends large irregular angular bodies of yellow refringent matter (figs. 3, 4 and 13). Similar bodies are distributed in the epithelium lining the swollen end of the sac, and together with the granules give the spermatheca its yellow tinge. What the function of these bodies can be it is difficult to guess; possibly they serve as a reserve of food material for the spermatozoa. There is no reason to consider them as of an excretory nature."

* * *

Den Zugang von außen zu der Samentasche zeigt Fig. 6. Der betreffende Teil des Kanals hat ziemlich dicke Wände, die gegenüber den kaum sichtbaren des Endteiles des Oviduktes, der auf dem gleichen Schnitt abgebildet ist, deutlich ins Auge fallen. Sie werden von ziemlich abgeplatteten Zellen gebildet, die ein dichtes, granuliertes Plasma aufweisen. Sie führen mehr oder weniger längliche Kerne (Fig. 6, 9 und 21 b). Das Lumen des Kanals hat einen Durchmesser von etwa 10—13 μ .

Dieser Zugangskanal erweitert sich nun nicht sofort an der Basis des Receptaculum zu dessen großer Tasche, sondern läuft unter mäßigem Anwachsen seines Lumens zunächst an dem von Goodrich als drüsige Region beschriebenen Teil der Samentasche vorbei, um dann erst das weite Reservoir für die Samenfäden zu bilden (Fig. 6 und 9). Diese eigentlichen Receptacula fanden sich bei erwachsenen Weibchen stets prall mit Spermien gefüllt, und auch in den letzten, jungen Segmenten, in denen sie noch lange nicht ihre definitive Größe erreicht hatten, waren sie bereits mit Inhalt versehen. — Wie Figur 21 b zeigt, wird der Sammelraum auf der einen Seite von einer sehr dünnen Membran begrenzt, welche die Fortsetzung der Wände des Zuführungsganges darstellt und im Gegensatz zu jenen keinen Wimperbesatz mehr trägt. An der der Einmündung des Zuführungsganges gegenüberliegenden Seite verdickt sich die Wand des Sammelraumes (Fig. 9, 10 und Textfig. 2) und enthält reichliche Einschlüsse von großen gelblichen Konkrementen, auf die ja Goodrich in dem vorhin zitierten Absatz bereits aufmerksam macht.

Neben dem großen Sammelraum für die Spermien liegt die „cup-shaped region“ Goodrichs, die also auch nicht die Eintrittsstelle des Zugangskanales umgibt, wie jener Autor es schildert; vielmehr zieht der Zugangskanal, wie schon bemerkt wurde, an dieser Region seitlich vorbei. Die letztere, von mir früher als „Drüsenorgan“ oder „Drüse“ bezeichnet, wird von hellen, durchsichtigen und großen, mehr oder weniger kubischen Zellen gebildet, zwischen welchen in einer sanften S-förmigen Schlinge ein Kanal verläuft, der sich als die Fortsetzung des Lumens der Sammeltasche erweist. In den Schnitten Fig. 9 und 21 b ist der Kanal mehrmals querschnitten. Sein Durchmesser beträgt im Lichten etwa 10 μ .

Ob die Wände dieses Kanals bewimpert sind, ließ sich nicht mit Sicherheit feststellen, da er immer prall mit Spermien gefüllt war, deren lange Schwanzfäden auf den Schnitten etwaigen Cilien so ähnlich sehen, daß man deren An- oder Abwesenheit nicht erschließen kann. In dem sehr fein granulierten Plasma dieser Zellen, die rundliche Kerne mit deutlich hervortretendem Nucleolus besitzen, liegt an einer bestimmten Stelle, in der Nähe des Kanallumens, eine homogene, sich nur wenig mit den gebräuchlichen mikroskopischen Farbstoffen färbende Masse (Fig. 9, 10 und 22). Vielleicht sind die großen Zellen dieses Abschnittes wirklich Drüsenzellen, die ein Sekret, eben jene homogene Masse, ausscheiden, das irgendwie in einem Stoffwechselzusammenhang mit den durch den Kanal wandernden Spermien stehen mag. Ob aber die Funktion darin besteht, die Spermatozoen zu ernähren, wie schon Goodrich vermutete und auch ich früher annahm, scheint mir jetzt etwas

zweifelhaft, denn es ist zu bedenken, daß die Samenmassen nach der vollzogenen Begattung zunächst zum größten Teil in der großen Samentasche, die keine drüsigen Wände besitzt, liegen bleiben.

Allerdings scheint der Umstand, daß auch schon die Oocyten der ganz jungen Segmente am Hinterende besamt sind, und vor allem die Tatsache, daß sowohl dort als auch in allen anderen davorliegenden Segmenten Spermien in dem engen Kanal des Receptaculum und im Ovarium angetroffen werden, darauf hinzudeuten, daß gleich nach der Füllung der Samentaschen die Überwanderung der Spermien in die Eierstöcke beginnt. Da aber immer die Samentaschen ganz mit Samenfäden erfüllt sind, so macht es den Eindruck, als wenn das Passieren des engen Kanals mit großen Schwierigkeiten verbunden sei. Man findet auch stets an dem Eingang zu dem engen Kanal aus der großen Sammel tasche dichtgedrängte Knäuel von Spermien, die dort scheinbar auf einen Widerstand stoßen (Fig. 10 und 22). Ferner liegen die Spermatozoen der großen Sammel tasche nicht selten noch bündelweise nebeneinander, wie sie sich auch in der Leibeshöhle und den Vesiculae seminales der Männchen finden, und wie man es an den sich intensiv färbenden Gruppen von Spermaköpfen leicht sehen kann. Niemals dagegen trifft man etwas Ähnliches in dem engen Kanal und dementsprechend auch nie in dem Gang zum Ovarium oder gar in letzterem selbst. Die Spermatozoen werden in diesem „drüsigen“ Teil des Receptaculum isoliert, wenn sie das nicht schon vorher waren, und wandern einzeln in verhältnismäßig spärlicher Anzahl in den Eierstock hinüber. Vielleicht beruht das Hindernis in der Anwesenheit von Wimpern in dem Kanal, die in entgegengesetzter Richtung zum Wege der Spermien schlagen, wie es ja sein muß, wenn das ganze Organ ein umgewandeltes Nephridium ist.

Bemerkenswert scheint endlich noch die Tatsache, daß sich nicht selten einzelne Spermatozoen in den Lücken zwischen den großen Zellen des „drüsigen“ Teiles finden, ja daß wenige von ihnen mitunter in die „Drüsenzellen“ selbst eingedrungen sind. Letztere Art von Samenfäden fand ich aber stets nur im plasmatischen Teile der Zellen, niemals in den homogenen Sekretballen. Die Köpfe dieser eingedrungenen Spermien unterscheiden sich in nichts von denen, welche in das Ovarium gelangen.

Wenn ich in meiner früheren Mitteilung geschrieben hatte: „In den Receptacula besitzen die Spermatozoen zunächst noch kurze und dicke Kopfteile. Scheinbar unter dem Einfluß des Sekrets jener erwähnten Drüse wandeln sich dann aber die Kopfteile um in lange dünne, fadenförmige Gebilde —“, so muß ich diesen Satz jetzt etwas einschränken, da er mir nicht die Regel zu sein scheint. Man trifft nämlich meistens auch schon in den Samentaschen die Spermienköpfe in der definitiven Gestalt, und nur gelegentlich sind dieselben noch kürzer und dicker. Wie wir später sehen werden, ist eine solche Form ein Übergangsstadium bei der Umwandlung der Spermatiden in die Spermatozoen, und es mag sein, daß gelegentlich solche unfertigen Samenfäden von den Männchen übertragen werden. Ob derartige Übergangsstadien nun tatsächlich noch ihre definitive Form annehmen können, und ob daran etwa die „Drüse“ in irgend einer Weise beteiligt ist, ließ sich nicht entscheiden. Es ist ja immerhin sehr wahrscheinlich, daß zwischen jenen Massen von unfertigen Spermatozoen in manchen Samentaschen doch einzelne in definitiver Form vorhanden sind, aus denen allein sich dann die in das Ovarium hinüberwandernden Samenfäden rekrutieren könnten.

Auf der einen Seite setzt sich der „drüsige“ Teil des Receptaculum nach der kappenförmigen Verdickung von dessen Wand fort und vereinigt sich mit dieser. Dabei geht die drüsige Form der Zellen allmählich in die von echten Exkretzellen über (Fig. 9). Gelegentlich finden sich den Konkrementen der verdickten Kappe ähnliche Einschlüsse auch an einzelnen Stellen der dünnen Wand des Sammelraumes (Fig. 14).

Das ganze Receptaculum ist von einer Peritonealmembran überzogen.

Der Kanal in dem „drüsigen“ Teil des Receptaculums setzt sich nun fort in den Gang, der zum Eierstock führt, wie Textfig. 2 und Fig. 10, 11 und 21 b zeigen. Wie sich an isolierten Geschlechtsorganen von *Sacc. major* messen ließ, ist der freie Teil des Kanals vom Receptaculum bis zum Eintritt in das Ovarium mindestens $\frac{1}{10}$ mm lang. Dadurch ist er denn auch imstande, den Abstand zwischen beiden Organen zu überbrücken, so daß *Pierantonis* erwähnter Zweifel hinfällig wird. Sein Durchmesser beträgt hier 12—15 μ .

Der Kanal besitzt sehr dünne Wände, in denen einzelne flache Kerne sichtbar werden. Der Nachweis von Cilien ist auch hier wieder durch den Spermatozoeninhalt erschwert, doch sprechen die Bilder der Schnitte dafür, daß in diesem Teile des Organs solche vorhanden sind.

Der Kanal zieht nun weiter bis an das vordere Dissepiment des betreffenden Segmentes. Er dringt dabei nicht eigentlich in das Ovarium ein, sondern verläuft in dem dasselbe umgebenden Peritonealgewebe, wird aber von den Oocyten beinahe ganz umwachsen, so daß er auf entsprechenden Schnitten durch das Ovarium hindurch zu ziehen scheint (Fig. 11 und Textfig. 2). Sein Lumen bleibt auf dem ganzen Wege ungefähr gleich weit und besitzt einen Durchmesser von etwa $\frac{1}{10}$ μ .

An der Stelle, wo der Kanal das Ovarium erreicht, finden sich in dessen Wand häufig die gleichen Konkreme, wie wir sie in einzelnen Teilen der Wände des Receptaculums kennen gelernt haben (Fig. 13, Taf. XXVI). Über die Bedeutung dieser Konkreme wird gleich nachher zu sprechen sein.

Bis in die Gegend, wo der Kanal in der Nähe des Keimlagers vorbeizieht, lassen sich in ihm stets einzelne Spermatozoen nachweisen, immer kenntlich an den intensiv gefärbten, langgestreckten Köpfen. Hinter diesem Gebiet, in Wirklichkeit also rostral davon findet man niemals Spermien in dem Kanal. Sie werden also alle in das Ovarium abgegeben. Es wurde schon erwähnt, daß die Samenfäden in der Umgegend des Keimlagers wahrscheinlich die Wände des Kanals durchdringen und durch die Lücken des dort stark entwickelten Bindegewebes zu den Oocyten vordringen.

Das innere Ende des Kanals ist in Fig. 12, Taf. XXVI dargestellt. Er durchbricht das Dissepiment etwa in der Mitte und mündet dort durch einen kleinen, von mehreren Zellen gebildeten Trichter in das Cölom des vorhergehenden Segmentes. Dieser Trichter besitzt wie die der Spermadukte und die der Ovidukte keine bewimperten Wände. Die Cilien beginnen vielmehr hier wie dort erst in dem verengerten Teile des Kanals.

* * *

Es scheint mir keinem Zweifel zu unterliegen, daß wir es hier in diesem Kanal, der sich zu dem Receptaculum erweitert, mit einem Organ zu tun haben, das seinem ganzen Bau nach sich mit einem Nephridium vergleichen läßt. Es ist wohl auch anzunehmen, daß bei jungen, noch nicht begatteten Weibchen dieses Organ noch als Exkretionsorgan fungiert. Wenigstens läßt das Vorhandensein der trichterförmigen inneren Mündung in die Leibeshöhle bei *Sacc. major* dieses vermuten. Sekundär erst hat dieses Organ wohl die zweite Funktion übernommen, den Samen aufzuspeichern und in das Ovarium zu leiten.

Zunächst ist ja der ganze Bau des Kanals mit innerer Mündung in der Leibeshöhle und äußerer ins Freie völlig der gleiche, wie wir ihn bei den Anneliden-Nephridien zu finden gewohnt sind. Das Receptaculum mit seinen verschiedenen Teilen ist wohl nichts anderes, als eine der bei Nephridien so häufigen Schlingenbildungen und in seinem Sammelraum zugleich die entsprechend vergrößerte Endblase eines solchen Exkretionsorgans.

Für die exkretorische Tätigkeit sprechen auch zugleich die erwähnten Konkreme im Ovarium in der unmittelbaren Umgebung des dasselbe durchziehenden Kanals und in den Wänden des Receptaculum, sowie der Wimperbesatz der Kanalwände.

Auch die Tatsache, daß das Ovarium und besonders wieder dessen Keimlager sich in die unmittelbare Nähe des Kanals begibt, scheint mir ein Beweis dafür zu sein, daß wir es hier mit einem Nephridium zu tun haben, denn bei sehr vielen Anneliden trifft man die Gonaden ihrer Lage nach in engem Zusammenhang mit den Exkretionsorganen.

Endlich tritt bei einem Vergleich mit den echten Exkretionsorganen von *Sacc. major* in den vorderen geschlechtslosen Segmenten die Ähnlichkeit zwischen diesen und dem in Rede stehenden Kanal so deutlich hervor, daß mir die größte Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden zu sein scheint, daß der sich zum Receptaculum erweiternde Gang ein teilweise umgewandeltes Exkretionsorgan ist.

Im folgenden sollen deshalb kurz jene Nephridien in den vorderen Segmenten besprochen werden, wobei sich in dem Bau dieser Organe ein Unterschied zwischen *Sacc. papillocercus* und *Sacc. major* ergeben wird. Auf den Bau der echten Nephridien in den vorderen Segmenten von *Sacc. major* läßt sich nämlich jener Kanal in den Geschlechtssegmenten der Weibchen zurückführen. Die Untersuchung der Exkretionsorgane fordert dann schließlich noch zu einer Betrachtung über das Verhältnis der Geschlechtsausführgänge zu diesen heraus.

* * *

Bemerkungen über die Exkretionsorgane und das Verhältnis der Geschlechtsausführgänge zu ihnen.

Die Nephridien von *Sacc. papillocercus*.

Über die Exkretionsorgane in den vorderen geschlechtslosen Segmenten von *Sacc. papillocercus* hat G o o d r i c h (1900) kurz berichtet: „Small-funnelled nephridia are found in both sexes in the segments of the oesophageal region, beginning after the first bundle of chaetae (fig. 15). But whereas in the male they open dorsally, at the level of the penis in the more posterior segments, in the female they open ventrally as in the genital segments.“

In bezug auf diese Organe bei den männlichen Würmern ist hinzuzufügen, daß die Wände des Nephridialkanals aus Zellen mit dicht granuliertem und an Exkretkörnern reichem Plasma bestehen. Jedes dieser Exkretionsorgane beginnt mit einem Wimpertrichter, der in die Darmkammer der Leibeshöhle mündet, durchbricht das betreffende Dissepiment und zieht ähnlich, wie wir es von dem Ovidukt der Weibchen kennen lernten, als gerader Kanal in dem dorsalsten Winkel der Seitenkammer des Cöloms nach hinten. Dann aber biegt er rechtwinklig um und läuft als dünnwandiger Gang durch die Hypodermis, um also direkt unter der Seitenlinie, die durch die Ansatzstellen der Transversalmuskeln gebildet wird, sich ins Freie zu öffnen.

Den Organen der männlichen Tiere sind die der weiblichen in ihrem von der inneren Mündung bis an das hintere Ende des geradlinigen Kanals reichenden Hauptteil des Verlaufes völlig gleich.

Nach der eben zitierten Angabe von G o o d r i c h soll von dieser Stelle aus der Nephridialkanal genau so wie der Ovidukt zwischen Körperwand und Längsmuskulatur nach abwärts verlaufen, um in der gleichen Gegend zu münden, wie jener. Es ist mir leider nicht möglich gewesen, diesen letzten Teil des Kanals auf meinen Schnitten einwandfrei festzustellen; doch muß hier hinzugefügt werden, daß es mir auch nicht gelungen ist, eine andere, direkte Ausmündung, etwa so wie bei den

männlichen Würmern zu finden. Wir müssen somit die Angabe *Goodrich*s als zurecht bestehend annehmen. *Pierantoni* hat leider die Exkretionsorgane von *Saccocirrus* nicht untersucht, so daß er hier nicht zu Rate gezogen werden kann. Wie wir nämlich bald sehen werden, ist die von *Goodrich* angegebene Lage der weiblichen Nephridialmündung von einiger Bedeutung für die Beurteilung des Verhältnisses der Geschlechtsausführgänge zu den Exkretionskanälen von *Saccocirrus*.

Das Lumen des Nephridialkanales in den vorderen Segmenten von *Sacc. papillocercus* hat einen Durchmesser von ca. 6—8 μ .

Die Nephridien von *Sacc. major*.

Bei der größeren Art, *Sacc. major*, sind die Nephridien in den vorderen geschlechtslosen Segmenten etwas komplizierter als bei *Sacc. papillocercus*. Sie sind hier aber bei beiden Geschlechtern fast ganz übereinstimmend gebaut.

An der gleichen Stelle wie bei *Sacc. papillocercus*, also in der Darmkammer des Cöloms beginnen sie mit einem Wimpertrichter (Fig. 16, Taf. XXVI) und laufen nach Durchdringung des Septums zunächst

wie bei jener Art geradlinig nach hinten. Dann aber biegen sie nach innen um und beschreiben bei den männlichen Individuen zuerst einen U-förmigen Bogen, darauf eine S-förmige Schlinge. In Fig. 17 sind einzelne Abschnitte dieser Schlingen auf dem Schnitt getroffen. Der Kanal liegt intercellulär, und die großen kubischen Wandzellen der einzelnen Schlingen bilden alle zusammen eine einheitliche, kompakte Masse, ähnlich wie wir es schon bei den Spermadukten dieser Form kennen lernten (vgl. Textfig. 1). Während der horizontal verlaufende Teil des Nephridialkanals hellere, nur mit fein granuliertem Plasma

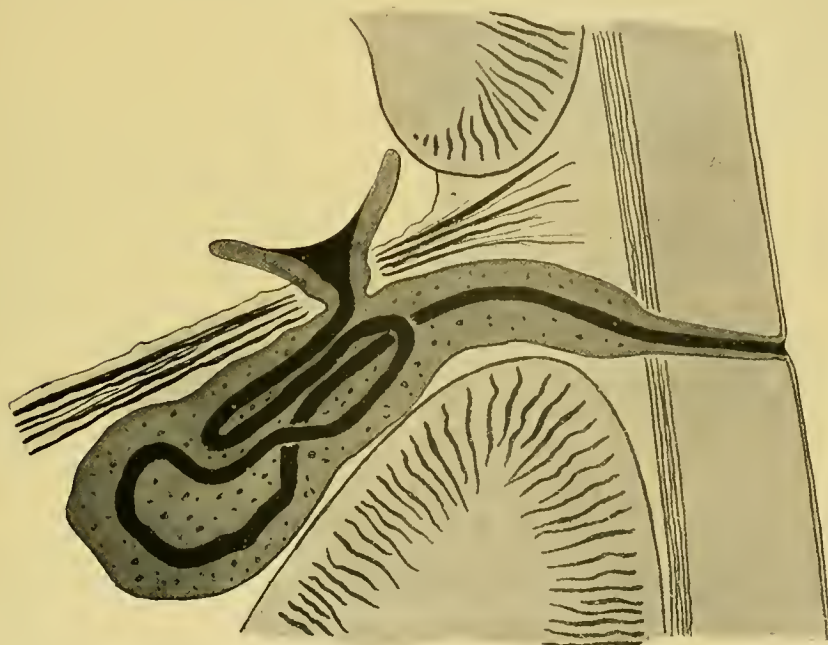


Fig. 3. Nephridium aus einem der geschlechtslosen Segmente des Vorderendes eines ♂ von *Sacc. major*. Rekonstruiert nach einer Schnittserie. Die Schlingen des Kanals liegen in Wirklichkeit nicht in einer Ebene.

erfüllte Wandzellen besitzt, treten in dem geknäuelten Teile des Nephridiums wieder deutliche Exkreteinschlüsse auf. Auch sind die Wandzellen undurchsichtig und führen ein grobgekörnelt Plasma. Der ganze geknäuelte Abschnitt liegt in der Seitenkammer der Leibeshöhle und zwar dicht unter den Transversalmuskeln. Textfig. 3 zeigt ein solches Exkretionsorgan im ganzen. Dort ist auch die äußere Mündung ersichtlich, die sich in der gleichen Gegend befindet wie der geknäuelte Kanalabschnitt und auch äußerlich an derselben Stelle liegt, wie das gleiche Organ bei den Männchen von *Sacc. papillocercus*.

Die entsprechenden Nephridien der Weibchen unterscheiden sich von den eben beschriebenen der Männchen nur dadurch, daß bei ihnen in dem geknäuelten Teil des Kanals die erste U-förmige Schlinge fehlt (Textfig. 4); sonst ist ihr Bau und ihre Lage die gleiche wie bei jenen (Fig. 18—20, Taf.

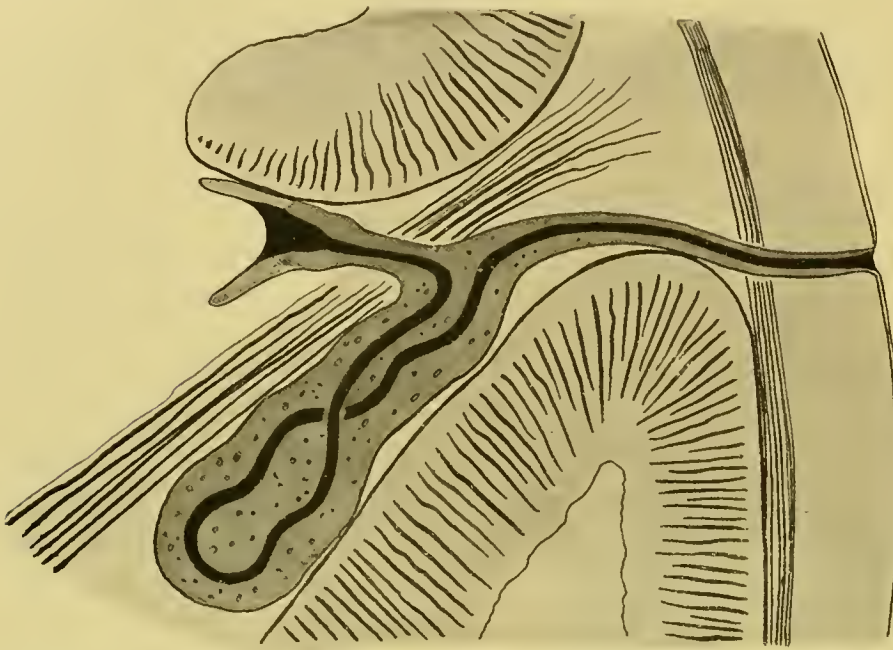


Fig. 4. Nephridium aus einem der geschlechtslosen Segmente des Vorderendes eines ♀ von *Sacc. major*. Rekonstruiert nach einer Schnittserie. Die Schlingen des Kanals liegen in Wirklichkeit nicht in einer Ebene.

förmige Erweiterung vorhanden ist, ließ sich an dem konservierten Material nicht feststellen. Es ist auch bisher von dergleichen nichts bekannt geworden.

XXVI). Vor allem ist wichtig, daß hier die äußere Mündung nun sicher nicht, wie Goodrich es für *Sacc. papillocercus* angibt, ähnlich der Ovidukt-mündung weiter ventral liegt. Ein Schnitt wie Fig. 20 zeigt deutlich die äußere Mündung auf der gleichen Höhe wie bei den Nephridien der Männchen.

Der Durchmesser des Lumens dieser Nephridien beträgt bei beiden Geschlechtern ca. 8—10 μ .

* * *

Ob vor der Mündung der Exkretionskanäle beider Geschlechter und beider Arten irgendwo, wie man es vielleicht vermuten könnte, eine blasen-

* * *

Das Verhältnis der Geschlechtsausführgänge zu den Exkretionsorganen.

Nachdem wir nun die Geschlechtsausführgänge und die Exkretionsorgane der *Saccocirriden* kennen gelernt haben, drängt sich sofort die Frage auf, in welchem Verhältnis stehen jene zu diesen, d. h. sind sie hervorgegangen aus ehemaligen Exkretionsorganen, oder sind sie Gebilde sui generis.

Goodrich, der uns ja als einer der besten Kenner dieser Organe bei niederen Tieren erst die Verschiedenartigkeit derselben deutlich gemacht hat, indem er echte Nephridien mit Nephrostomen, Nephromixien, entstanden aus Nephridialkanälen und Cölostomen, und Gonodukte (Cölostome) unterscheidet, hat sich auch mit den fraglichen Organen von *Saccocirrus* befaßt.

Allerdings waren ihm nur die vorhin beschriebenen Nephridien von *Saccocirrus papillocercus* bekannt, nicht diejenigen von *Sacc. major*. Über seine Auffassung der Geschlechtsausführgänge gibt die aus seiner Arbeit (1900, Taf. 28, Fig. 14) entnommene Textfigur 5 im Zusammenhang mit folgendem Zitat Auskunft:

„It will be seen that the general relations of the genital organs is really much the same in both sexes; that the sperm-sac can be compared to the spermatheca; and that if an invagination

similar to that which has given rise to the penis took place in the female at the mouth of the spermatheca, a condition would be brought about almost identical with that which obtains in the male. Whether the sacs themselves are formed from invaginations of the skin can only be decided by a study of this development; on the whole, it seems probable that this is the case.

As to the morphological value of the excretory organ, whether it be a true nephridium with a nephridiostome, or a nephromixium formed of a coelomostome grafted on to a nephridium, only a knowledge of development can here again help us to decide. The structure of the male organ especially seems to lend itself readily to the latter interpretation. The main part of the canal appears to be undoubtedly of nephridial nature, comparable to the very similar nephridia of the *Polygordiidae*. On the other hand, the funnel has very much the appearance of being derived from the coelomic epithelium (figs. 9 and 12).“

Nach den vorliegenden Befunden nun scheint die Frage noch etwas komplizierter zu sein. Die Textfiguren 6 und 7 geben im Schema die sämtlichen bei *Saccocirrus* vorkommenden Formen von derartigen Kanälen wieder.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse bei *Sacc. papillocercus*, auf die sich ja Goodrich allein

stützen konnte, so finden wir, wenn wir einstweilen von dem sich zum Receptaculum erweiternden Kanal absehen, höchst einfache Exkretionsorgane, die zwar den Nephridien von *Polygordius* zum Beispiel sehr ähnlich sind, die aber in ihren horizontal nach hinten ziehenden Abschnitten, die man wohl als Hauptabschnitte bezeichnen kann, so eng mit dem Hautmuskelschlauch verbunden sind, daß man sie kaum als im Cölom liegende Organe auffassen würde, wenn man nicht, wie z. B. bei *Polygordius*, solche sonst ähnlich gelagerte Organe deutlich durch die Lateralkammern der Leibeshöhle ziehen sähe. Es soll hiermit keineswegs irgend ein wesentlicher Unterschied zwischen den Exkretionsorganen von *Saccocirrus* und denen anderer Anneliden aufgestellt werden. Aber immerhin ist dieser enge Konnex zwischen Hautmuskelschlauch und den in Frage stehenden Kanälen ein ziemlich vereinzelt dastehender.

Bei *Sacc. major* ist durch die Schlingenbildung der Kanäle, die überall, mit Ausnahme der

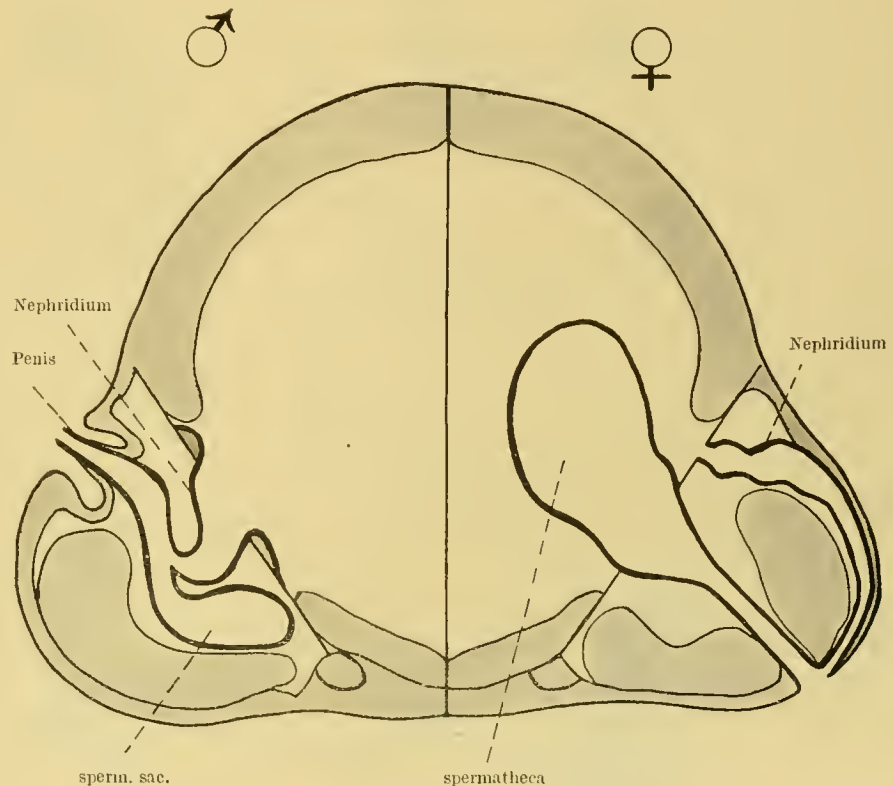


Fig. 5.

Schema der Geschlechtsausführgänge von *Sacc. papillocercus* nach Goodrich 1911.
Taf. XXVIII, Fig. 14.



Fig. 6.

Schema der Exkretionsorgane und Geschlechtsausführgänge von
Sacc. papillocercus.

- a u. c in den vorderen geschlechtslosen Segmenten.
b u. d in den Geschlechtssegmenten.
a u. b ♂.
c u. d ♀.

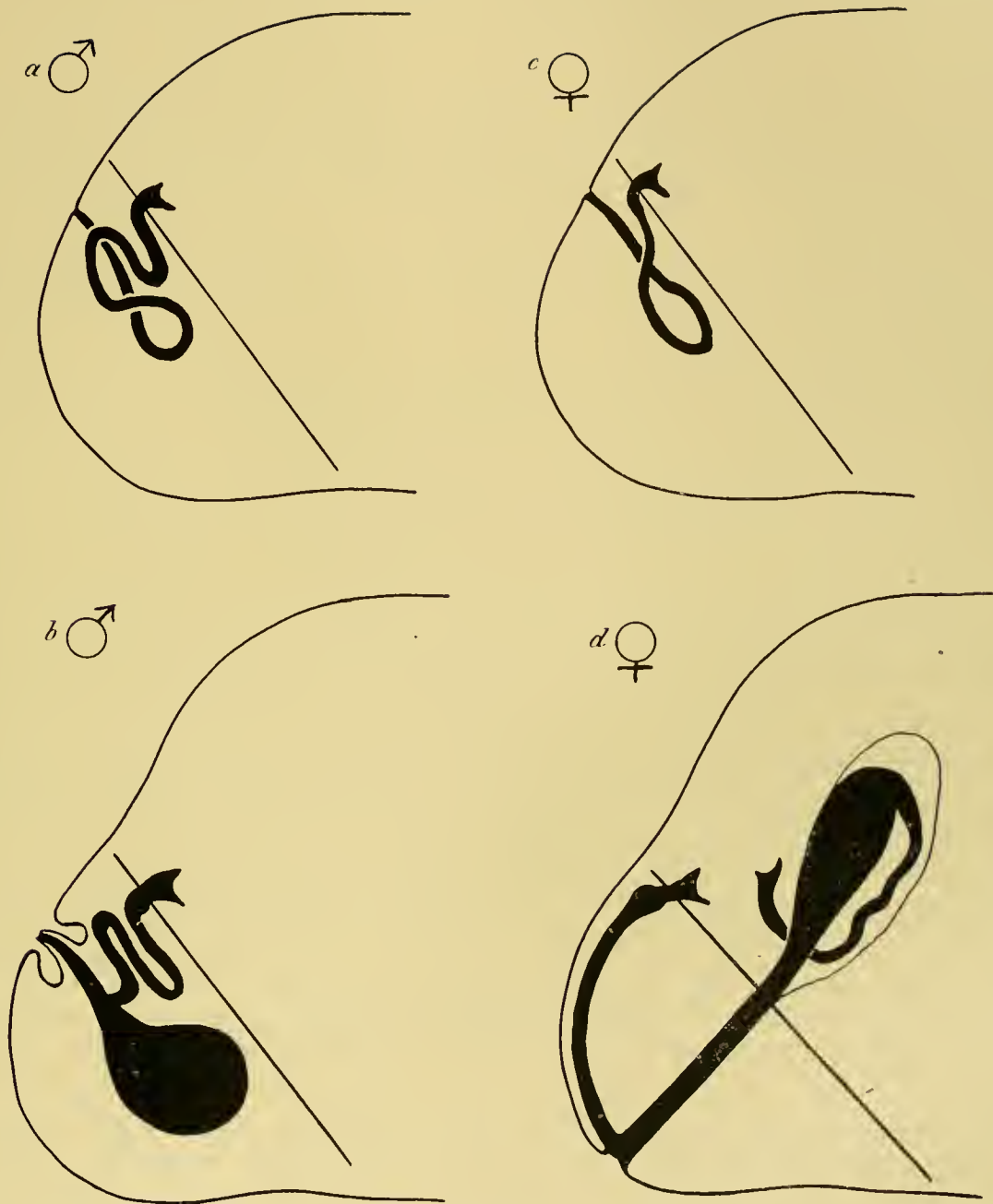


Fig. 7.

Schema der Exkretionsorgane und Geschlechtsausführgänge von *Sacc. major*.

a u. c in den vorderen geschlechtslosen Segmenten.

b u. d in den Geschlechtssegmenten.

a u. b ♂.

c u. d ♀.

weiblichen Geschlechtsausführgänge, Platz greift, die wohl exkretorisch tätige Oberfläche vergrößert und vor allem durch das nunmehrige Hineinragen in die Lateralkammern des Cöloms auch eine Umspülung der Kanäle durch die Leibeshöhlenflüssigkeit, wenn auch nur in bescheidenem Maße, ermöglicht.

Goodrich hält alle ihm bekannten Kanäle bei seiner Art für Nephridien, die in den Geschlechtssegmenten wohl sekundär mit entsprechenden Endabschnitten in den Dienst der Geschlechtsorgane traten und nun zur Ausführung der Geschlechtsprodukte benutzt werden. Es läßt sich gegen diese Auffassung zunächst nichts einwenden, und die Verhältnisse bei *Sacc. major* scheinen sie im Gegenteil noch zu bestätigen. Die geschlungenen Kanäle in den vorderen geschlechtslosen Segmenten der beiden Geschlechter und die Spermadukte gleichen einander völlig und auch gleichzeitig vielen Exkretionsorganen anderer Anneliden.

Schwierigkeiten machen nur bei beiden Arten der Bau und die Lage der Ovidukte, die nun in einer gewissen Beziehung zu dem sich zum Receptaculum erweiternden Kanal zu stehen scheinen.

Rein morphologisch kann man sich eine Entwicklungsreihe denken von dem einfachen Exkretionskanal der vorderen Segmente des Männchen von *Sacc. papillocercus* (Textfig. 6 a) bis zu dem Spermadukt mit seinen Differenzierungen bei *Sacc. major* (Textfig. 7 b). Einmal sind von jenem Exkretionskanal abzuleiten der Spermadukt von *Sacc. papillocercus* (Textfig. 6 b), sodann die Exkretionsorgane von *Sacc. major* in den geschlechtslosen Segmenten beider Geschlechter (Textfig. 7 a und c), und endlich der Spermadukt der großen Art (Textfig. 7 b), zu dem das bereits in Schlingen gelegte Organ in den vorderen Segmenten (Textfig. 7 a) einen Übergang darstellt.

Andererseits aber läßt sich von unserer Ausgangsform (Textfig. 6 a) ebenso leicht die in den vorderen Segmenten der Weibchen von *Sacc. papillocercus* vorhandene Art der Exkretionsorgane herleiten. Letztere unterscheiden sich ja nur durch ihren Endabschnitt von jenen, indem der horizontale Kanal an seinem hinteren Ende nicht direkt nach außen mündet, sondern zunächst zwischen Ring- und Längsmuskulatur nach der Ventralseite verläuft (Textfig. 6 c). Genau das gleiche Verhalten zeigen dann die Ovidukte beider *Saccocirrus*-Arten (Textfig. 6 d und 7 d).

Diese Lage der Endabschnitte erinnert an ähnliche Verhältnisse, die manchmal bei Regenwürmern zu konstatieren sind. So fand Hubrecht (1893), daß die Endkanäle derjenigen Nephridien, deren Porus, wie es bei den *Lumbriciden* häufig der Fall ist, nicht an der normalen Stelle liegt, sich wie normale an die Körperwand begeben und dort zwischen Längs- und Ringmuskelschicht die betreffende Körperstelle aufsuchen, während die Nephridien selbst in Bau und Lage ganz den normalen gleichen.

Auf Grund solcher Erwägungen könnte man also tatsächlich alle diese Kanäle von dem einfachen Exkretionskanal in den vorderen Segmenten von *Sacc. papillocercus* herleiten, so daß nur noch die ontogenetische Entstehung der einzelnen Teile derselben geklärt zu werden brauchte, um, wie schon Goodrich bemerkte (s. obiges Zitat), den morphologischen Wert dieser Organe klarstellen zu können.

* * *

Nun kommt aber als etwas ganz Neues der sich zum Receptaculum erweiternde Kanal in den Geschlechtssegmenten der Weibchen beider Arten hinzu, der, wie wir sahen, bei *Sacc. major* wie ein Nephridium mit einer inneren Öffnung in das Cölom des jeweilig vorhergehenden Segmentes mündet. Zwar ließ sich bei *Sacc. papillocercus* diese innere Mündung nicht mehr feststellen, doch

kann man wohl der ganzen Art dieses Organes nach behaupten, daß es, wenn vielleicht auch jetzt nicht mehr, so doch wahrscheinlich entweder in der Jugend der einzelnen Individuen oder zum mindesten bei deren Vorfahren, genau so wie bei *Sacc. major* eine innere Mündung besessen haben wird.

G o o d r i e h möchte das Receptaculum mit seinem zuführenden Gang einfach für einen Blind-sack am Endabschnitt des Oviduktes halten, so daß es dann tatsächlich der Vesicula seminalis der Männchen homolog wäre. Nachdem wir nun aber nachgewiesen haben, daß hier nicht einfach eine blind endende Ausstülpung des Eileiters vorliegt, sondern daß die Samentasche nur der erweiterte Teil eines wie ein Nephridium gebauten, mit innerer Mündung versehenen Kanales ist, muß sich diese Anschauung beträchtlich ändern.

Der sich zum Receptaculum erweiternde Kanal gleicht in allen seinen wesentlichen Teilen den Exkretionsorganen von *Sacc. major*, nur daß er eben in einem Teil seines Verlaufes speziell für die Aufspeicherung von Sperma umgebildet ist und daß er vor allem zum größten Teile frei durch die Leibeshöhle zieht, was jene nicht tun. Kann man ihn darum ohne weiteres den übrigen Exkretionsorganen von *Sacc. major* homologisieren?

Zu dieser Frage veranlaßt uns die von der normalen Nephridien erheblich abweichende Lage dieses Kanals: Mit seinem weitaus größten Teile verläuft der Kanal in der Darmkammer des Cöloms, und sein Ausführungsgang durchsetzt das ventrale Längsmuskefeld in dessen Mitte. Beides weicht von der sonst meist bei Anneliden üblichen Regel ab.

Schließlich mündet dieser Kanal mit dem Ovidukt zusammen nach außen. Will man nun den in Frage stehenden Kanal den Nephridien von *Sacc. major* homologisieren, was hat dann der Ovidukt für eine morphologische Bedeutung? Wie wir sahen, läßt auch er sich von dem einfachen Nephridium mühelos ableiten. Haben wir somit etwa ursprünglich zwei Paar von Nephridien in jedem Geschlechtssegment der Weibchen von *Saccocirrus*? Oder hat sich ein ehemals nur einfaches Exkretionsorgan gespalten und die Funktionen unter seine Abkömmlinge derart verteilt, daß der innere Kanal vor allem den Dienst als Receptaculum übernahm, während der äußere die Eier ausführte, wobei vielleicht beide wenigstens in der Jugend noch exkretorisch tätig sind?

Hier ist eben der Bau der Exkretionsorgane in den geschlechtslosen vorderen Segmenten von *Sacc. papillocercus* von Bedeutung, worauf bereits früher hingewiesen wurde. Wenn nämlich dieses Organ nicht, wie G o o d r i e h es angibt, wie wir es aber nicht entscheiden konnten, den Ovidukten gleicht, sondern ebenso wie das Nephridium des Männchens seitlich direkt nach außen mündet, könnte man wohl ohne großen Zwang die Exkretionsorgane in den vorderen Segmenten, die Spermadukte und die sich zu den Receptacula erweiternden Kanäle einander homolog setzen. Neu hinzugetreten wären dann nur die Ovidukte der Weibchen, deren Auftreten man gleichzeitig als Grund dafür anführen könnte, daß in den entsprechenden Segmenten die ehemaligen Exkretionskanäle aus ihrer normalen Lage verdrängt würden und in die Darmkammer des Cöloms gerieten, wo sie dann auch für ihre neue Funktion der Samenaufspeicherung mehr Platz fänden. Auch bei einer solchen Auffassung lassen sich dann vielleicht die Ovidukte als durch Abspaltung von dem ursprünglichen einfachen Exkretionskanal entstanden denken.

Es verlaufen also in jedem Segment zwei Paar von Kanälen, ein Vorkommen, das keineswegs vereinzelt dasteht, sondern sich bei manchen Anneliden findet. Es sei hier auf die Oligochaeten hingewiesen, von denen V e j d o v s k y (1884) folgendes schreibt:

„ — nichtsdestoweniger findet man, daß nicht selten auch die gewöhnlichen Exkretionsorgane in dem Ovarialsegmente neben den Samenleitern fungieren, eine Erscheinung, die bei den

Chaetogastriden sehr oft vorkommt. Die Exkretionsorgane des ersten Paares von *Phreatothrix* erstrecken sich auch während der Geschlechtsreife durch die Geschlechtssegmente. Schließlich existieren die Exkretionsorgane neben den Geschlechtsgängen bei *Lumbriciden*.“

Nach den Untersuchungen von Benham (1888) besitzt *Brachydrilus* (*Glossoscolecidae*) zwei Paar Nephridien in jedem Segment, und die von Bédard (1889) aufgestellte Gattung *Trinephrus* (*Megascolecidae*) weist sogar je drei Paar pro Segment auf.

Unter den *Polychaeten* sind es vor allem die *Capitelliden*, bei denen mehr als ein Paar Nephridien in einem Segment angetroffen werden.

Wie früher erörtert (S. 272) müssen wir vorläufig Goody's Angabe als zu Recht bestehend ansehen, daß der Endabschnitt der Exkretionsorgane in den vorderen Segmenten von *Sacc. papillocercus* wie bei den Ovidukten zwischen Ring- und Längsmuskulatur nach der Ventralseite verläuft (Textfig. 6 c). Damit aber erschwert sich die von uns eben erörterte Auffassung, wenn sie auch immerhin als die wahrscheinlichste anzusehen ist.

Wir können unter diesen Umständen annehmen, daß ursprünglich bei den *Saccocirriden* einfache Exkretionsorgane vorhanden waren wie in den vorderen Segmenten der Männchen von *Sacc. papillocercus* (Textfig. 6 a) und in den gleichen Segmenten von *Sacc. major* bei beiden Geschlechtern (Textfig. 7 a und c). Ob die geradlinig verlaufende Form (Textfig. 6 a) oder die in Schleifen gewundene (Textfig. 7 a und c) die ursprüngliche war, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls waren diese Organe wohl in beiden Geschlechtern gleich. Auch in den Geschlechtssegmenten der Männchen beider Arten fanden sich derartige Exkretionskanäle, die dann in den Dienst der Geschlechtsorgane traten und in Verbindung mit besonderen Endapparaten, Penes und Vesiculae seminales, die Sperma massen ausleiteten (Textfig. 6 b und 7 b). In den Geschlechtssegmenten der Weibchen dagegen mögen sich die ursprünglichen Exkretionsorgane entweder in je zwei Kanäle mit gemeinsamer äußerer Mündung gespalten und sich als Ovidukte einerseits und als Receptacula andererseits differenziert haben, oder es könnten auch die Ovidukte als neue Gebilde für sich aufgetreten sein, und könnten, wie vorher erörtert, die Exkretionskanäle in die Leibeshöhle gedrängt haben. In letzterem Falle kann man die Ovidukte als Cölomöffnungen ins Freie ansehen, die bei den Annelidenvorfahren unabhängig von den Exkretionsorganen neben diesen in jedem Geschlechtssegment vorhanden gewesen sein mögen (Textfig. 6 d und 7 d).

Gleichen nun die Nephridien in den vorderen Segmenten von *Sacc. papillocercus* in dem Verlauf ihres Endabschnittes den Ovidukten (Textfig. 6 c), so müßte man annehmen, daß sie sekundär von dem in den Geschlechtssegmenten zutage tretenden Bau dieser Kanäle beeinflußt worden sind und so die Gestalt der Ovidukte angenommen haben. Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß dies bei den Nephridien der Weibchen von *Sacc. major* (Textfig. 7 c) nicht der Fall ist, daß diese vielmehr die hier supponierte ursprüngliche Form beibehalten haben.

Wie dem auch sei, eine Klarstellung könnte sich vielleicht aus einer genauen Untersuchung der Ontogenese aller dieser in Frage stehenden Kanäle erhoffen lassen.

II. Die Geschlechtszellen.

Die Bildung der Geschlechtszellen, auf die es hier in der Hauptsache ankommt, ist bei beiden *Saccocirrus*-arten die gleiche, so daß hier in der Hauptsache nur die bei *Saccocirrus major* zu findenden Verhältnisse beschrieben werden. Doch wurde auf die wenigen kleinen Abweichungen von denselben, die sich bei *Sacc. papillocercus* finden, an den entsprechenden Stellen hingewiesen.

C. Die Spermatozoen und ihre Bildung.

Die Spermatogonien.

Die in den Hoden entstehenden Spermato gon i e n sind meist nicht ganz kugelig, sondern ein wenig in die Länge gestreckt, und platten sich da, wo sich die einzelnen von ihnen berühren, etwas gegeneinander ab. Der helle bläschenförmige Kern schließt sich in seiner Form derjenigen der Zelle an. Der Durchmesser der Spermatogonien in dieser Keimzone des Hodens beträgt durchschnittlich 6—8 μ . Wie schon früher erwähnt, umgibt den Hoden eine Membran aus dünnen Plattenzellen, deren bedeutend kleinere, ovale Kerne etwas dunkler sind als die der Spermatogonien. Teilungsfiguren, die dann dicke, dicht zusammengedrückte Chromosomen aufweisen, trifft man nur selten unter diesem Teil der männlichen Geschlechtszellen.

An dem in die Leibeshöhle ragenden Ende des Hodens, wo dieser also am breitesten ist, da sich hier die ältesten und größten Spermatogonien vorfinden, lockert sich der Verband der Zellen. Regelmäßig, soweit dies verfolgt werden konnte, lösen sich Gruppen von je vier solchen Spermato gon i e n v o n d e m s e l b e n a b (Fig. 2 Taf. XXV), um von nun an frei in der Leibeshöhle zu flottieren.

Ob gelegentlich auch einzelne Zellen oder größere Zellpartien von dem Zellverbände des Hodens frei werden, ließ sich nicht mit Sicherheit entscheiden, doch fanden sich selten in der Leibeshöhle flottierende Gruppen von zwei oder auch drei Zellen, die in ihrem Aussehen ganz den normalen Spermatogonien glichen, so daß anzunehmen ist, sie stammten von einer Zellablösung, die aus weniger als vier Spermatogonien bestand.

Die vier normalerweise im Zusammenhang in die Leibeshöhle gelangenden Spermatogonien liegen zunächst meist annähernd in einer Ebene. Ihre Kerne befinden sich gewöhnlich im Ruhestadium, d. h. sie sind bläschenförmig. Gelegentlich aber wurden auch solche Vierergruppen angetroffen, bei denen zwei Zellen, mitunter auch nur eine, noch die Telophasen der letzten Teilung zeigten.

Unter langsamem Wachstum, durch welches sich der Durchmesser der Zellen bei *Sacc. major* wohl kaum auf mehr als 10 μ , bei *Sacc. papillocercus* dagegen manchmal bis auf 15 μ vergrößert, verändern die jetzt kugelig gewordenen Zellen ihre Lage zueinander, indem sich je zwei von ihnen in die Furche zwischen den beiden andern drängen, so daß also alle zusammen den kleinstmöglichen Raum einnehmen (Fig. 22). Sobald diese Lage erreicht ist, beginnen die Zellen sich zu teilen, und man trifft infolgedessen in ihnen die verschiedensten Teilungsphasen, am häufigsten die Chromosomen in Äquatorialplatte angeordnet.

Es sind, soweit man sie bei der Kleinheit des Objektes überhaupt zählen kann, j e a c h t solcher Chromosomen vorhanden, die als sehr kurze und dicke Stäbchen auftreten (Fig. 22). Aus dieser Teilung der Spermatogonien-Vierergruppen gehen die S p e r m a t o c y t e n hervor, die sich alsbald zu den beiden Reifungsteilungen anschicken. Die Chromosomenzahl 8 bei dieser letzten Spermatogonienteilung ist somit die **Normalzahl**, was auch damit übereinstimmt, daß sowohl bei den Reifungsteilungen der männlichen als auch bei denen der weiblichen Geschlechtszellen die Hälfte, nämlich je vier Chromatinpartien auftreten. Es wurde besondere Mühe darauf verwandt, diese Zahlen einwandfrei festzustellen, da ein paar Angaben von P i e r a n t o n i in seiner Arbeit über die Embryonalentwicklung von *Saccocirrus* existieren, die besagen, daß bei der Furchung des Eies in den Blastomeren je sechs Chromatinschleifen vorhanden seien, wie es jener Autor auch in seiner Fig. 5 und 6 auf Taf. III abbildet:

„In buone sezioni di uova durante la prima segmentazione è possibile distinguere alla fase di diaster due gruppi di sei cromosomi ciascuno; i cromosomi hanno forma di ansa con decorso lievemente ondulato, e le sei anse si trovano con la curvatura rivolta verso il centro dell'aster. La Fig. 5 rappresenta uno di questi tagli, o, meglio, la combinazione di due o tre tagli consecutivi¹⁾.“ — Auch bei dem zweiten Teilungsschnitt sollen je sechs Chromosomen zu sehen sein: „Anche qui ho potuto contare nella piastra equatoriale di ciascuna delle due figure di mitosi il numero di sei cromosomi (Fig. 6) simili a quelli del diaster della fase antecedente.“ Da P i e r a n t o n i die Chromatinbestandteile der Äquatorialplatten nicht auf einem Schnitt, sondern auf deren zweien bis dreien verteilt gesehen hat, so ist es leicht möglich, besonders weil die langen geschlängelten Schenkel der einzelnen Schleifen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung auf einen seiner Schnitte zu liegen kamen, daß ein Irrtum über die Anzahl dieser Schleifen sich einstellen konnte.

Nach unseren sehr sorgfältig und unter Vergleichung von äußerst zahlreichen Teilungsbildern angestellten Untersuchungen ist es ganz sicher, daß die Normalzahl der Chromosomen bei beiden *Saccocirrus*-Arten acht ist.

Unsere Figur 23 zeigt zwei Spermatogonien einer Vierergruppe, in denen sich bereits die aus der Teilung hervorgegangenen je acht Tochterchromosomen in der Vakuole der sich bildenden Tochterkerne zu verteilen beginnen, während die Zellen selbst noch keinerlei Durchschnürung aufweisen.

Zwischen den beiden Zellen sieht man eine schmale Plasmabrücke, durch die dieselben zusammenhängen, sowohl unter sich, als auch mit den übrigen zwei Zellen der Vierergruppe. Dieser „C Y T O P H O R“, wie wir die gemeinsame, relativ geringe Plasmamenge nennen können, an der die Spermatogonien und später auch die Spermatocyten mit kurzen Stielen hängen, läßt sich mit ähnlichen Gebilden vergleichen, wie sie bei **Turbellarien** und **Anneliden**, unter den letzteren besonders bei **Oligochaeten** und **Hirudineen**, weit verbreitet sind.

Da diese zentrale Plasmamasse nur die Verbindung der vier, später acht und sechzehn Zellen darstellt, so besitzt sie natürlich keinen eigenen Kern, wie er sich bei manchen Cytophoren anderer Tiergruppen findet. Sie stellt lediglich eine Vereinigung der Zellstiele dar. Im Innern dieses Cytophorens zeigt sich bei *Saccocirrus* nach entsprechend intensiver Färbung durch Eisenhämatoxylin nach Heidenhain ein dunkles Band, das in jede der anhängenden Zellen eine sich dort allmählich auflösende Verzweigung abgibt. Wir haben es hier wohl mit Resten der Spindel- und Verbindungsfasern aus den vorhergehenden Teilungen zu tun, mit sogenannten **Mitosomen** nach P l a t n e r.

¹⁾ Von mir hervorgehoben.

Calkins beobachtete Ähnliches bei *Lumbricus*, und auch sonst sind derartige Gebilde noch mehrfach bei den verschiedensten Tierformen nachgewiesen worden.

Die Kerne der acht Spermatocyten I. Ordnung machen nun zunächst ein bläschenförmiges Ruhestadium durch. Die Spermatocyten selbst nehmen eine rundliche Form an und bilden gewissermaßen zwei Quartette, die gegeneinander um die gemeinschaftliche Achse um etwa 45 Grad gedreht sind, so daß die Zellen des unteren in die Furchen zwischen den oberen zu liegen kommen (Fig. 24).

Es beginnen alsbald die Vorbereitungen für die I. Reifungsteilung. Es muß hier vorausgeschickt werden, daß es sowohl hier bei den männlichen, wie auch bei den nachher zu besprechenden Reifungsvorgängen der weiblichen Geschlechtszellen nicht möglich war, bei der Kleinheit des Objektes und den ungünstigen Chromatinverhältnissen (sehr kurze, gedrungene Chromatinelemente, die äußerst dicht zusammengeballt zu sein pflegen, so daß eine Unterscheidung der einzelnen nur in wenigen Fällen möglich ist) die einzelnen Phasen dieser Vorgänge näher zu verfolgen. Es muß deshalb unentschieden bleiben, da das ja auch nicht in der Absicht dieser Arbeit lag, nach welchem der vielumstrittenen Modi die Reduktion des Chromatins vor sich geht. Wir haben nur so weit auf die Einzelheiten dieser Vorgänge einzugehen, als es für die Erkenntnis der Qualität des jeweilig vorliegenden Zellhaufens nötig ist. Denn es soll hier das Hauptgewicht auf die Art und Weise gelegt werden, wie die von den Spermatogonien-Vierergruppen abzuleitenden Spermatocytengruppen und die endlich resultierenden Spermatiden und Spermien sich gruppieren.

Es mag deshalb hier bereits darauf hingedeutet werden, daß wir Haufen (Spermatosphären hat man derartige Zellkonglomerate genannt) von je acht Spermatocyten I. Ordnung, solche von je sechzehn Spermatocyten II. Ordnung und endlich solche von je zweiunddreißig Spermatiden konstatieren können, während die Spermatozoen regelmäßig in Bündeln von je sechzehn auftreten, indem sich jede 32-zellige Spermatidengruppe vor der Umwandlung ihrer Elemente halbiert.

Der Durchmesser der Spermatocyten I. Ordnung, die bis auf den hier schon mehr als bei den Vierergruppen birnförmig ausgezogenen Stiel immer noch ziemlich kugelförmig sind, beträgt zirka 15 μ , der ihrer ruhenden Kerne 5—8 μ . Die ganze Achter-Gruppe erscheint äußerlich selbst als kugelförmige Zellanhäufung mit einem Durchmesser von 30—35 μ .

Die erste Reifungsteilung.

Als bald beginnt in den Kernen der Spermatocyten sich der Vorgang der SYNAPSIS zu zeigen. Das Chromatin tritt zu einem Spiremknäuel zusammen, der einseitig im Kernbläschen gelagert ist, und zwar so, daß etwa von einer Stelle aus schlingenförmig gebogene Fäden ausgehen (sogenannte Bukettfigur) (Fig. 25). In der Nähe dieser Stelle pflegt auch der bis dahin in den ruhenden Kernen immer sichtbare und durch Eisenhämatoxylin dunkel geschwärzte Nucleolus zu liegen.

In ein paar vereinzelt Fällen fanden sich die acht Spermatocyten I. Ordnung nicht in einem kugeligen Haufen, sondern genau alle in einer Ebene um einen elliptischen kleinen Cytophor herum gelagert. Sie enthielten alle das einseitig angeordnete Spiremknäuel, und zwar mit nach dem Zentrum der Zellplatte gerichteten Spitzen der Bukettfiguren, wo auch die Nucleolen zu sehen waren. Die Bedeutung dieser vereinzelt Erscheinung konnte nicht näher ermittelt werden.

Der Spiremfaden zerfällt dann in acht Chromatinelemente, die zunächst längere Zeit in dem immer noch deutlich sichtbaren Kernbläschen zu verweilen scheinen (Fig. 26), denn man trifft die Spermatocyten I. Ordnung sehr häufig auf diesem Stadium in den Schnitten.

Diese acht Chromatinelemente gehen nun paarweise untereinander die von Haecker (1907) sogenannte SYNDESIS ein, wobei teilweise bei ihnen eine Verdoppelung zu erkennen ist (Fig. 28, von *Sacc. papillocercus*). Es treten die bekannten Kreuz- und Ringfiguren auf (Fig. 27) und schließlich resultieren in jeder Zelle je **vier Chromatintetraden** (Fig. 29 und 30), deren Elemente hier nicht ganz kugelig verkürzt zu werden pflegen, sondern noch ein wenig längsgestreckt bleiben.

Diese Tetraden rücken nun in die Mitte der Spermatocyten und bilden dort eine Äquatorialplatte, während sich gleichzeitig das Faserwerk der zugehörigen Spindeln zu zeigen beginnt. Darauf folgt dann die Teilung der Tetraden in je zwei Dyaden, die zu den Tochterkernen der resultierenden 16 Spermatocyten II. Ordnung zusammentreten (Fig. 31 und 32).

Diese ersten Reifungsteilungen erfolgen in einer solchen Richtung innerhalb der acht Spermatocyten, daß nachher ein Haufen von vier Quartetten von Zellen entsteht, die jeweilig um ungefähr 45 Grad gegeneinander gedreht sind. Alle diese Spermatocyten II. Ordnung sind birnförmig gestaltet und hängen durch den Cytophor, den die Verbindungsfasern durchziehen, miteinander zusammen. Es ist bemerkenswert, daß die Kerne, die aus dieser ersten Reifungsteilung hervorgehen, bei den Spermatocyten von *Saccocirrus* ein wirkliches Ruhestadium durchmachen. Zunächst sind noch je vier Chromatineinheiten in den hell und durchscheinend werdenden Kernbläschen vorhanden (Fig. 33 und 34), dann aber lösen sich dieselben mehr oder weniger auf.

Der Durchmesser einer solchen Spermatocyte II. Ordnung beträgt bei beiden Arten etwa 10 μ , der eines ihrer Kerne 4—5 μ und der des ganzen Zellhaufens 25—30 μ .

Die zweite Reifungsteilung.

In den 16 in vier Quartetten angeordneten Spermatocyten II. Ordnung tritt nach Auflösung des Kernbläschens das Chromatin in je **vier Dyaden** zur Äquatorialplatte für die zweite Reifungsteilung zusammen, die dann sehr rasch vor sich geht, so daß man die Teilungsphasen selbst nur ziemlich selten zu Gesicht bekommt (Fig. 35).

Dabei müssen sich die einzelnen Zellen des bis dahin immer noch kugeligen Haufens gegeneinander verschieben und auch die Richtung der Spindeln eine besondere sein, denn es resultieren aus dieser zweiten Reifungsteilung je 32 **Spermatiden**, die **in zwei ebenen, aufeinanderliegenden ovalen Platten** angeordnet sind.

Nach der Teilung gehen die Kerne unter Durchlaufen eines Spiremstadiums (Fig. 36) in die Ruheform über, bei der sich auch wieder ein kleiner Nucleolus findet (Fig. 37).

Die einzelnen Spermatiden, die in dem Zentrum der Platten immer noch durch die Verbindungsfasern zusammengehalten werden, sind eigentlich langgestreckt birnförmig, sie müssen sich aber in der Richtung der Ebene der Platte, zu der sie gehören, seitlich stark aneinander zusammenpressen, da sie sonst nicht alle 16 nebeneinander Platz hätten (Fig. 38). Ihre Durchmesser an der jeweilig breitesten Stelle parallel der Platte gemessen beträgt daher nur etwa 8 μ , der senkrecht zur Platte gemessene dagegen 16 μ (Fig. 39). Die ruhenden Kerne besitzen einen Durchmesser von 5—6 μ . Der längste Halbmesser einer solchen ovalen 16-Zellenplatte beträgt 40 μ .

Die Spermatiden und ihre Umbildung.

Die beiden Platten jeder Gruppe von 32 Spermatiden lösen sich scheinbar **sehr leicht voneinander los**, denn meist findet man sie getrennt, oft die beiden Teile eines solchen Paares

noch dicht nebeneinander liegend (Fig. 38). Während dabei anfangs die Reste des als Cytophor dienenden Plasmateiles mit den dunkel gefärbten Verbindungsfasern noch zu sehen waren, beginnen diese nun zu schwinden, indem sie wohl unter die ehemals von ihnen verbundenen Zellen aufgeteilt und in dieselben einbezogen werden.

Die Spermatiden strecken sich nun in der zur Plattenebene senkrechten Richtung und bilden sich allmählich zu den Spermatozoen um. Es ist wahrscheinlich, wenn es sich auch nicht sicher dartin ließ, daß dabei die Kopfstücke in der der vorher frei nach außen gekehrten Seite der Zellplatte entsprechenden Partie jeder Zelle gebildet werden, die Schwanzfäden dagegen in den während des 32-Zellenstadiums einander zugekehrten Teilen der Zellen der beiden Platten. Vorausgesetzt, daß dies sich so verhält, und daß die beiden 16-Zellenplatten beieinander liegen blieben, so würden die Spermien, die aus der einen hervorgehen, gerade umgekehrt orientiert sein als die aus der anderen gebildeten.

Die Spermatidenteile, in denen sich die Kopfstücke formen, werden auf dem Querschnitt rundlicher, so daß im Zentrum der ehemaligen Platte eine Öffnung entsteht, weil die Zellen nicht mehr alle hier zusammenstoßen können (Fig. 40 und 41). Immer resultieren schließlich Bündel von je 16 gleichgerichteten, scheinbar locker miteinander verklebten Spermatozoen (Fig. 42), die man bei reifen Männchen in der Leibeshöhle findet.

Die Umbildung der Spermatiden in die Spermatozoen geht nun in der Weise vor sich, daß sich die Zelle in der vorher angegebenen Richtung streckt. Das Chromatin sammelt sich etwas hinter dem Äquator des Kernbläschens, das selbst sehr hell und durchsichtig erscheint (Fig. 43 von der Seite, Fig. 44 in der Aufsicht). Dabei fallen immer drei große, in der Mitte zusammenstoßende kugelige Gebilde auf, die sich ebenso intensiv färben, wie das am Rande verteilte Chromatin. Hinter dem Kernteil bildet sich eine nicht ganz so dunkel zu färbende Masse, das Mittelstück, von dem nach hinten der Schwanzfaden ausgeht. Das Ganze streckt sich mehr und mehr (Fig. 45). Es wird auch eine Art Spitzenstück vor dem Kern gebildet (Fig. 46).

Die dunkle Masse des Mittelstückes zieht sich bei der Streckung immer dünner werdend weit nach hinten. Figur 47 zeigt die vorderen Enden der ziemlich weit umgebildeten Spermatiden eines Bündels, wie man sie häufig in der Leibeshöhle antreffen kann. Teilweise lassen diese Spermatiden auch jetzt noch einen dreiteiligen Querschnitt des Kopfstückes erkennen (Fig. 40), der wohl von dem erwähnten, aus drei Kugeln zusammengesetzt erscheinenden Körper herrührt.

Die Spermatozoen endlich besitzen in der Leibeshöhle meistens einen kurzen gedrungenen, sich dunkel färbenden Kopfteil, der wohl auch das Mittelstück mit enthält, und einen äußerst langen Schwanzfaden, der auf dem Querschnitt, und auch da, wo er gerade in der Fläche des Sehfeldes liegend angetroffen wird, deutlich doppelte dicke Randkonturen besitzt, als wenn er aus zwei miteinander verklebten Fäden bestünde. Die Länge des dunkel gefärbten Teiles eines solchen Spermatozoons beträgt etwa 3 μ . Mitunter erscheint dieser Teil auch durch eine quere Einschnürung deutlich verdoppelt, wobei vielleicht die beiden Teile dem eigentlichen Kern resp. dem Mittelstück entsprechen (Fig. 48 unten).

Seltener finden sich in der Leibeshöhle Spermatozoen mit längerem, gestreckterem Kopf (Fig. 48 oben), die dann den ganz fertig ausgebildeten gleichen, die wir bereits aus dem Receptaculum der Weibchen in deren Ovarien einwandern sahen. Der dunkel gefärbte Kopfteil ist hier zirka 8 μ lang.

Der Zusammenhang der einzelnen Elemente der Spermatozoenbündel bleibt in der Leibeshöhle

des Männchens nicht immer erhalten, wenn das auch bei den weitaus meisten von ihnen der Fall ist. Hier und da trifft man die Spermatozoen mehr oder weniger gelockert von dem Verbande der ehemaligen Bündel oder sogar gänzlich isoliert. Wenn das auch in der Leibeshöhle nicht allzu häufig vorkommt, so ist es doch schon eher der Fall in den Vesiculae seminales, wo durch das Passieren des Zuführungskanals wohl leicht eine Trennung der Glieder eines solchen Bündels eintreten kann. Wir sahen auch schon, daß in dem Receptaculum der Weibchen die Spermatozoen fast alle vereinzelt angetroffen werden.

An den aus den Receptacula der Weibchen entnommenen lebenden Spermatozoen konnte die Gesamtlänge eines solchen Gebildes annähernd genau gemessen werden. Sie bleibt nur ganz wenig unter einem Millimeter. Solche lebende Spermatozoen erscheinen unter dem Mikroskop als gleichförmig durchsichtige, doppelt konturierte Bänder und lassen keinen Unterschied zwischen dem Kopf- und Schwanzteil erkennen.

D. Die Eizellen und ihre Entstehung.

Die Oogonien.

Die Oogonien in der Keimzone des Eierstockes ähneln den entsprechenden Spermato gonien. Ihre Kerne befinden sich meist im Ruhestadium (Fig. 21a). Der Durchmesser einer solchen Zelle beträgt etwa 8 μ . Nur selten trifft man auf Teilungsfiguren, bei denen das Chromatin so eng zusammengedrängt erscheint, daß es nicht möglich ist, die einzelnen Chromosomen zu unterscheiden, viel weniger, sie zu zählen (Fig. 49).

Nach der letzten Teilung der Oogonien tritt in ähnlicher Weise wie in den Spermatocyten auch in den Oocyten ein S Y N A P S I S - Stadium auf (Fig. 50), und zwar solange sich diese noch innerhalb der Keimzone befinden. Auch die bukettförmigen Spiremknäuel (Fig. 51), welche als Hauptvertreter dieses Stadiums bei den männlichen Geschlechtszellen figurierten, fehlen hier bei den weiblichen keineswegs.

Die mittlerweile an den Rand der Keimzone des Ovariums vorgerückten Oocyten lösen sich nun von dem Verbande, in dem sie sich bis dahin befanden, los und werden jede einzeln für sich von einem Epithel aus kleinen, flachen Follikelzellen umgeben, die wir bereits früher (S. 261) kennen gelernt hatten.

Vorher aber werden diese jungen Oocyten besamt.

Der Eintritt eines Spermiums in eine solche Zelle konnte nicht beobachtet werden. Der Zug der in das Ovarium einwandernden Samenfäden aber läßt sich stets nur bis in die unmittelbare Nähe der Keimzone verfolgen (Fig. 11 u. 21b). Andererseits jedoch erscheinen alle diejenigen jungen Oocyten, die sich nicht mehr in der Keimzone selbst befinden, mit je einem Spermium besamt (Fig. 52). Hier an dieser Stelle also, d. h. da, wo die jungen Oocyten aus der Keimzone austreten, muß auf alle Fälle die Besamung derselben stattfinden.

Eine solche kleine Oocyte hat einen Durchmesser von etwa 16 μ bei *Sacc. major*. Ihr Plasma ist dicht und dunkel granuliert. Neben dem hellen, kugeligen, einen großen, dunklen Nucleolus

führenden Keimbläschen pflegt immer etwas gebogen der dunkle Kopfteil des Spermatozoons zu liegen. Von dessen ehemaligem Schwanzfaden war nie etwas zu erkennen. Er scheint also gar nicht mit in die Oocyte einzudringen. Die Oocyten selbst sind kugelig und liegen, wie bereits erwähnt, jede für sich in einem besonderen Follikel. Die Kerne befinden sich wieder im Ruhezustand und weisen fein verteiltes Chromatin auf. Die äußere Zellmembran erscheint von diesem Stadium an, d. h. also seit der Besamung, verstärkt, wohl um in analoger Weise wie bei anderen reifen Eiern die Dotterhaut nach der Besamung das Eindringen weiterer Spermatozoen zu verhindern.

Die so besamten Oocyten treten nun in die **Wachstumszone** des Ovariums ein. Sie vergrößern sich langsam um ein Bedeutendes, wobei gleichzeitig eine lebhaftere Bildung von Dotter in ihnen stattfindet. Immer bleibt dabei das Spermium in unveränderter Form wie seit dem Eindringen neben dem Kern liegen (Fig. 53).

Am Anfang und am Ende des Dotterbildungsstadiums erscheint das Plasma der Oocyten nach Behandlung der betreffenden Schnitte mit Farbstoffen wie z. B. Haemalaun ziemlich dunkel gefärbt. Dazwischen aber, also gerade während der eigentlichen Dotterbildungsvorgänge, sehen die Oocyten relativ hell und durchsichtig aus, so daß sie schon allein hierdurch bei der Betrachtung von Schnitten durch die Ovarien sofort auffallen (Fig. 21a und b).

Außerdem aber unterscheiden sich diese Dotter bildenden Oocyten auch dadurch von den vorhergehenden und nachfolgenden Stadien, daß ihr Kern von einem Kranze von hellen Vakuolen mit grob gekörneltem oder auch fein granuliertem Inhalt umgeben wird. Schon in meiner früheren Mitteilung habe ich diese Erscheinungen als Phasen der Dotterbildung aufgefaßt und darauf hingewiesen, daß der Kern in einem engen Zusammenhang mit der Dotterbildung zu stehen scheint.

Auch der Nucleolus beteiligt sich wohl mehr oder weniger an dieser Dotterbildung, denn gelegentlich zeigt er sich umgeben von kleinen, sich ebenso wie er selbst mit den gebräuchlichen Kernfarbstoffen intensiv färbenden Kügelchen, die wohl aus ihm hervorgegangen sind, und die an den Rand des Keimbläschens rücken, um wahrscheinlich aus diesem in das umgebende Plasma auszutreten. Ich wies bereits in meiner früheren Mitteilung darauf hin, daß es vielleicht diese kleinen Kügelchen sind, die, sobald sie in das Plasma gelangt sind, mit diesem in Wechselwirkung treten und sich zu den erwähnten Vakuolen erweitern.

Van der Stricht (1898) und Schockaert (1901) beobachteten eine ähnliche Dotterbildung bei Turbellarieneiern, wo sie ebenfalls Chromatinkörner aus dem Keimbläschen auswandern sahen.

Auf jeden Fall erscheinen die Kernbläschen der aus der Keimzone austretenden Oocyten rings umgeben von kugeligen Tröpfchen, die zuerst nur einen sehr geringen Durchmesser aufweisen, bald aber sich vergrößern und noch in den unterdessen ebenfalls herangewachsenen, bereits heller gewordenen Oocyten (s. Fig. 21 a und b) vorhanden sind. In den Oocyten der nächsten Größenstufe erscheinen dann plötzlich statt der durch das Eisenhaematoxylin nach Heidenhain tief dunkel gefärbten Tröpfchen hellere und größere Vakuolen, welche genau so wie jene das Keimbläschen umgeben und daher wohl sicher aus ihnen hervorgegangen sind. Zunächst lassen sich in ihnen noch gerüstartige, dunkler gefärbte Partien erkennen, bald aber werden die Vakuolen immer umfangreicher und heller (Fig. 21 a und 54), bis sie schließlich unter dem allmählich das Ei erfüllenden Dotter verschwinden.

Da gerade genau während des Vorhandenseins der dunklen Tröpfchen und der hellen Vakuolen der Dotter gebildet wird, so scheint es mir kaum zweifelhaft, daß diese Zellbestandteile mit der Dotter-

bildung in Beziehung gebracht werden müssen. Aus der Tatsache, daß sie den Kern allseitig und gleichmäßig umlagern, geht dann wohl hervor, daß dieser sich aktiv an der Dotterbildung beteiligt, wenn er nicht sogar, wie vorher vermutungsweise angedeutet wurde, die Dotterbildungssubstanz in Gestalt jener Tröpfchen selbst erst lieferte. Es ließe sich denken, daß jene Dotterbildungssubstanz, die wohl irgendwelche dafür wichtigen Fermente enthält, die von der Oocyte aufgenommene Nahrung, oder wenigstens einen Teil derselben, in den Dotter umwandelt. Die Bildung der Vakuolen und das allmähliche Verschwinden derselben würde dann der allmählichen Auflösung, Verteilung und Verarbeitung der Dotterbildungssubstanz entsprechen.

* * *

Wie bereits in der Einleitung zu dieser Arbeit (S. 249—251) hervorgehoben wurde, waren Van Gaver und Stephan (1906) in ihrer ersten Mitteilung, die sie ohne Kenntnis meiner bereits im Zoologischen Anzeiger erschienenen Arbeit bekannt gaben, zu dem Schlusse gekommen, daß eine polysperme Befruchtung der Oocyten stattfände. Sie haben dabei, wie aus ihrer Schilderung, der keinerlei Abbildungen beigelegt sind, deutlich hervorgeht, die das Keimbläschen umgebenden Vakuolen und deren Inhalt für eingedrungene Spermatozoen angesehen, die von dem Plasma der Oocyte resorbiert werden sollten.

Da die beiden genannten Forscher alsbald nach Kenntnismahme meiner Arbeit von 1906 die dort von mir vertretene Ansicht, daß jene Vakuolen um den Kern der Oocyten lediglich in Beziehung zur Dotterbildung stehen, in einer zweiten Mitteilung (1907), auch wieder ohne Abbildungen, ohne weiteres als die richtigere anerkennen, so bedarf es jetzt keiner weiteren Auseinandersetzung mit ihrer ersten Behauptung. Es hat übrigens auch Franz (1907) bei der Dotterbildung des Scholleneies etwas Ähnliches gefunden, und die Vorgänge daselbst mit denen von *Saccocirrus* verglichen (s. a. Franz 1909).

Nicht einzusehen jedoch vermag ich, weshalb Van Gaver und Stephan an der von ihnen zuerst angenommenen Polyspermie auch noch weiter festhalten. Als einzigen Beleg dafür führen sie an, daß sie einmal zwei Spermien in einem Ei gefunden hätten, und daß in allen jungen Oocyten nur der Kopf des Spermiums, in den am Ende der Dotterbildung stehenden aber ein ganzes Spermatozoon mit seinem riesigen, in der Nähe der Peripherie der Zelle aufgerollten Schwanzfaden zu erkennen sei.

Was das Vorkommen von zwei Spermien in einer Oocyte anbelangt, so möchte ich darauf hinweisen, daß ich unter den Tausenden von solchen Zellen, die mir zu Gesicht kamen, nie eine mit mehr als einem Spermatozoon besamt gefunden habe. Wenn schließlich ein Eindringen von zwei Samenfäden wirklich einmal vorkäme, so könnte das nur in ganz vereinzelt dastehenden Ausnahmefällen sein.

Auch die Beobachtung eines aufgerollten Schwanzfadens in einer Oocyte kann ich nicht bestätigen. Keine einzige der von mir durchgemusterten Zellen enthielt irgend etwas in ihrem Plasma, was sich als Schwanzfaden eines Spermiums hätte deuten lassen. Dagegen fanden sich einige Male Bilder wie Figur 54, nämlich Follikel im Ovarium, die außer der normalerweise vorhandenen Oocyte noch ein vollständiges Spermatozoon mit dunkel gefärbtem Kopfteil und langem aufgewundenen Schwanzfaden enthielten. In diesen Fällen befindet sich das Spermium aber stets ausnahmslos außerhalb der Oocyte, niemals innerhalb von deren Plasma. Vielleicht wurden ähnliche

Bilder von Van Gaver und Stephan fälschlich in der von ihnen angegebenen Weise gedeutet. Wir können es also als ganz sichere Tatsache annehmen, daß jede Oocyte nur mit einem einzigen Samenfaden besamt wird, aus dem sich später der männliche Vorkern entwickelt.

Die Reifungsteilungen.

Am Ende des Dotterbildungsstadiums enthalten die Oocyten I. Ordnung, wie wir sie jetzt nennen dürfen, in ihrem Plasma reichlich angehäuften Dotterschollen. Der Kern bleibt noch kurze Zeit in Ruhe. Der dunkel gefärbte Spermakopf, der bis dahin neben dem Keimbläschen als glattes, wenn auch ein wenig gebogenes Stäbchen lag, beginnt sich zu verändern. Mehrfache Kniekungen treten an ihm auf, während er sich selbst mit einem kleinen Hof fein granulierten Plasmas umgibt (Fig. 55).

Der Kern der Oocyte trifft nun seine Vorbereitungen zur Bildung des ersten Richtungkörpers. Vor allem wichtig erscheint es da, daß hier ebenso wie bei dem entsprechenden Vorgang zur Reifung der männlichen Geschlechtszellen, wieder **vier** Chromatintetraden auftreten. Das zunächst noch vorhandene helle Kernbläschen rückt mit diesen an die Peripherie des Eies (Fig. 56).

Fig. 57 zeigt eine Oocyte von *Sacc. major* mit der ersten Richtungsspindel. Die vier Chromatintetraden teilen sich in zweimal vier Dyaden, von denen die einen mit ein wenig Plasma als erster Richtungskörper aus dem Ei austreten. Der Spermakopf hat unterdessen eine kompakte Form angenommen. In Figur 58 sehen wir die Äquatorialplatte der ersten Reifungsteilung von *Sacc. papillocercus*, die hier in allen wesentlichen Zügen genau so verläuft wie dort.

An die erste Reifungsteilung schließt sich sofort die zweite an. Die in der Oocyte zurückgebliebenen vier Chromatintetraden werden jeweils halbiert, so daß vier Chromatinelemente im Ei verbleiben, vier in den zweiten Richtungskörper zu liegen kommen (Fig. 59).

Der Spermakern verändert sich unterdessen mehr und mehr. Der ihn umgebende Plasmahof wird größer und es wird in ihm das Centrosoma sichtbar, das von der männlichen Geschlechtszelle stammt und sich alsbald teilt, wie Figur 59 an einem Ei von *Sacc. papillocercus* zeigt.

Der erste Richtungskörper kann sich mitunter noch einmal unvollkommen teilen, doch scheint das nicht die Regel zu sein. Man trifft nämlich bei reifen Eiern meist nur zwei kompakte Chromatinmassen an der Stelle, wo die Richtungskörper liegen (Fig. 60), selten nur deren drei. In letzterem Falle ist aber anzunehmen, daß sich wenigstens der Kern des ersten Richtungkörpers nochmals geteilt hat, wenn sich das von der ganzen Zelle, die den ersten Richtungskörper repräsentiert, auch nicht nachweisen ließ (Fig. 61).

Der Durchmesser eines Richtungkörpers beträgt nur 3—4 μ . Die beiden Polkörperchen bleiben unter der inzwischen ziemlich dick gewordenen Dotterhaut liegen und drücken, da diese wegen ihrer Konsistenz wohl nicht allzuviel nachgibt, an der betreffenden Stelle das Plasma des Eies etwas ein.

Es mag hier noch in bezug auf die Häufigkeit des Vorkommens von Reifungsteilungen in den Ovarien bemerkt sein, daß sich in einem Eierstock gewöhnlich höchstens eine Oocyte, ganz selten nur deren zwei finden, in denen das Vorhandensein von Richtungsspindeln zu konstatieren ist.

Das fernere Schicksal der reifen Eier.

Bis zur Vollendung der Richtungskörperbildung bleiben die Eier in dem Verbande des Ovariums. Erst nachdem die Reifungsvorgänge abgelaufen sind, beginnen sie, indem die sie um-

gebende Follikelhülle reißt, dieses zu verlassen und in die Leibeshöhle zu fallen, wo sie von nun an frei flottieren.

Der vorher sich intensiv färbende und eine kompakte Masse darstellende (Fig. 59) Spermakern lockert sich mehr und mehr, und nimmt allmählich die Bläschenform eines ruhenden Kernes an, wird also zum männlichen Vorkern, während der nach der zweiten Reifungsteilung im Ei verbleibende Rest des Eikernes sich ebenfalls zu einem Bläschen, dem weiblichen Vorkern, umformt, das etwas kleiner und zuerst auch etwas dunkler als der männliche Vorkern erscheint (Fig. 62).

Meist befinden sich die Eier noch im Ovar, wenn die beiden Vorkerne schon fertig ausgebildet sind. Gelegentlich aber trifft man Eier bereits in der Leibeshöhle, in denen die Geschlechtskerne noch im Stadium der Bildung begriffen sind (Fig. 63).

* * *

Der Durchmesser der reifen befruchteten Eier in der Leibeshöhle von *Sacc. major* beträgt 75—80 μ , derjenige ebensolcher Eier in dem Cölom der kleineren Art dagegen etwa 90 μ . Allmählich füllen die reifen Eier die ganzen Hohlräume des Körpers der weiblichen Tiere beider Arten aus. Dabei ist es dann natürlich, daß in einem Segment der größeren Art weit zahlreichere Eier vorhanden sind, als in einem solchen der kleineren Art. Dieses Verhältnis zeigt sich schon in dem Bau der Ovarien beider Arten, wie bereits früher bemerkt wurde, denn die Eierstöcke von *Sacc. major* enthalten sehr zahlreiche Oocyten, also auch viele große Exemplare derselben, die am Ende der Wachstumsperiode angelangt sind, — die Ovarien von *Sacc. papillocercus* dagegen beherbergen meist nicht allzu viele große Oocyten.

Die beiden Vorkerne bleiben, wie es scheint, lange Zeit hindurch in ihrem bläschenförmigen Ruhestadium nebeneinander liegen. Nur selten wurden in der Leibeshöhle von *Sacc. major* reife Eier mit je zwei Richtungskörpern gefunden, die nur ein einziges, sehr großes Kernbläschen enthielten. Wahrscheinlich haben wir in diesem Falle das Verschmelzungsprodukt der beiden Vorkerne, d. h. den ersten Furchungskern des Eies, vor uns. In meiner früheren Arbeit (1906) ist in Fig. 19 (S. 783) ein derartiges Ei dargestellt.

* * *

Um sich weiter zu entwickeln, zu furchen, müssen die Eier in das Seewasser gelangen. Normalerweise geschieht das wohl so, daß von den reifen Weibchen auf einmal der ganze Inhalt ihrer Leibeshöhlenabschnitte durch die Ovidukte entleert wird.

Man kann die Eier auch durch einen künstlichen Eingriff zur Entwicklung bringen, indem man nämlich einfach den Körper eines reifen Weibchens öffnet. Einige Zeit, d. h. etwa 20—30 Minuten, nachdem dann die aus der Leibeshöhle herausfallenden Eier mit dem Seewasser in Berührung gestanden haben, läßt sich an ihnen das Auftreten der ersten Furche beobachten. Die Furchung geht darauf in normaler Weise weiter.

Niemals wurden in der Leibeshöhle der weiblichen Würmer selbst gefurchte Eier gefunden. Die Berührung mit dem Seewasser stellt also einen für das Einsetzen der Furchung unbedingt nötigen Faktor dar.

Pierantoni (1906) bemüht sich zu zeigen, wie er die aus der Leibeshöhle reifer Weibchen von *Sacc. papillocercus* entnommenen Eier künstlich befruchtet habe. Auch das Ausstoßen der

Richtungskörper will er an solchen der Leibeshöhle entnommenen lebenden Eiern gesehen haben. Es ist zu vermuten, daß dieser Autor sich getäuscht hat, denn die Eier sind ja schon befruchtet, wenn sie die Leibeshöhle verlassen, und ebenso haben sie ihre Richtungskörper schon ausgestoßen.

Wenn *Pierantoni* wirklich die Bildung der Richtungskörper am lebenden Ei unter dem Mikroskop gesehen hat, so hat er dabei keines der in der Leibeshöhle flottierenden Eier, sondern wohl Oocyten vor sich gehabt, die noch in den Ovarien gelegen hatten, aber durch den mechanischen Eingriff aus dem Verbande der Eierstöcke gelöst wurden und nun ihre dort begonnene Reifung eventuell vollendeten.

Nach meinen Beobachtungen furchen sich aber die der Leibeshöhle der Weibchen von *Sacc. major* und *Sacc. papillocercus* entnommenen Eier ausnahmslos, auch dann, wenn jeglicher Zutritt von Spermien, die bei den weiblichen Tieren etwa durch eine Verletzung von deren Receptacula zwischen die Eier gelangen könnten, völlig ausgeschlossen war.

Es zeigte sich auch, daß absichtlich den Receptacula der Weibchen entnommene Spermien, die in Seewasser gebracht wurden, dort keine günstigen Bedingungen für ein Weiterleben fanden. Sie führten höchstens fünf Minuten lang einige zitternde Bewegungen aus, drehten sich schraubenförmig zusammen und gingen zugrunde. Sie erweckten durchaus nicht den Eindruck, als wenn sie in diesem Medium geeignet seien, in kräftiger Weise die Eier aufzusuchen und in dieselben einzudringen.

Schließlich muß hier noch darauf hingewiesen werden, daß die Eier in der Leibeshöhle auf meinen Schnitten stets schon mit Richtungskörpern versehen waren. Es muß die Reifung der Eier also durchaus regelmäßigerweise in dem Körper der Weibchen stattfinden, und nicht erst in dem Seewasser nach der Ablage.

Aus alledem geht wohl ganz deutlich hervor, daß auf alle Fälle die Reifung und die Besamung aller Eier, die sich überhaupt, wenn in Seewasser gelangt, weiterentwickeln und furchen, normalerweise bereits in dem Körper der weiblichen Würmer stattfindet.

Der weitere Verlauf der Furchung, die Bildung einer Trochophora und darauf einer Larve, welche außer dem Kopfabschnitt noch zwei weitere mit je einem Borstenbündelpaar versehene, wohl larvale Segmente besitzt, ist von *Pierantoni* (1906) beschrieben worden.

III. Vergleichende Betrachtungen.

Die beiden Autoren, von denen in neuerer Zeit die Morphologie von *Saccocirrus* studiert wurde, *Goodrich* und *Pierantoni*, beschäftigen sich auch mit der Frage, welches die nächsten Verwandten dieses Wurmes seien, und wo wir ihn im System unterzubringen hätten. Sie kommen beide darin überein, daß der Bau von *Saccocirrus* in vielen Punkten mit dem von *Protodrilus* übereinstimmt, und daß daher eine engere Verwandtschaft zwischen diesen beiden Würmern bestehen muß als zwischen *Protodrilus* und *Polygordius*, die beide bisher zur Gruppe der *Archiannelida* *Hatscheks* (*Haplodrili* *Lankesters*) vereinigt wurden.

Man hat als *Archiannelida* zusammengefaßt die Familien der *Polygordiidae*, der *Protodrilidae*, sodann die den beiden fernerstehenden *Dinophilidae* und endlich noch die Gattung *Histriobdella* (*Histiodrilus*). Alle zeichnen sich durch die Abwesenheit von Parapodien und Borsten aus. Während von manchen Autoren, z. B. Benham, schon die ursprüngliche Natur der *Polygordiidae* angezweifelt wird, die sie vielmehr nur als durch Rückbildung vereinfachte früher komplizierter gebaute *Annelida* ansehen möchten, wird dies bei den *Dinophilidae* in noch stärkerem Maße angenommen, und *Histriobdella* vollends, durch parasitische Lebensweise einseitig angepaßt, ist in ihrer systematischen Zugehörigkeit zu den *Archiannelida* ganz zweifelhaft. Benham allerdings hält den einfachen Bau von *Dinophilus* für ursprünglicher als den von *Polygordius*.

Während diese *Archiannelida* gewissermaßen den Urtypus der Ringelwürmer überhaupt repräsentieren sollten, sah man in der einzigen Gattung *Saccocirrus* einen Vorläufer einer Unterabteilung der *Annelida*, nämlich der *Chaetopoden*, und schuf für ihn eine besondere Gruppe, die der *Protochaeta* (*Archichaetopoda* von Parker und Haswell).

Leider wissen wir über die Entwicklung von allen diesen verschiedenartigen Formen nur sehr wenig, mit Ausnahme der von *Polygordius*, mit der wir durch die bis ins Einzelne gehenden Arbeiten von Woltereck recht genau bekannt gemacht worden sind. Gerade über die Ontogenese von *Protodrilus* und *Saccocirrus*, die beiden in bezug auf ihre verwandtschaftlichen Verhältnisse interessantesten Gattungen sind wir noch fast ganz im unklaren.

Allerdings kennen wir wenigstens die Grundzüge von deren Entwicklung durch die Arbeiten von Pierantoni (1906 und 1907), der auch feststellen konnte, daß sich in der Entwicklung beider Formen einige Unterschiede finden. Die genauere Erforschung der Entwicklung und Organanlage von *Protodrilus* und *Saccocirrus* ist vor allem notwendig, denn erst die Kenntnis hiervon wird zusammen mit der von dem Bau der erwachsenen Tiere die Stellung beider Gattungen im System und den Grad ihrer Verwandtschaft untereinander, mit *Polygordius* und anderen Gruppen der *Annelida* sowie der Würmer überhaupt entscheiden können.

Es soll deshalb im folgenden nur ganz kurz gezeigt werden, daß der Bau der in der vorliegenden Arbeit behandelten Exkretions- und Geschlechtsorgane, und ebenso die Art der Bildung der Geschlechtsprodukte, besonders der männlichen Würmer, eine gewisse Ähnlichkeit einmal mit denen der *Oligochaeten*, letztere aber auch mit denen von *Protodrilus* aufweisen, so daß hierdurch wohl auf verwandtschaftliche Beziehungen hingedeutet wird.

Die Geschlechtsausführgänge der *Saccocirriden* sind verhältnismäßig einfach gebaut. Die drüsigen Teile dieser Gänge im männlichen Geschlecht lassen einen Vergleich mit ähnlichen, nur noch weiter getriebenen Modifikationen der Samengänge bei den *Oligochaeten* zu. Diese pflegen nämlich an ihrem Ende mit einem drüsigen Atrium (Prostata der *Lumbricidae*, „spermiducal glands“ Beddards) in Verbindung zu stehen; bei *Stylaria lacustris*, *Nais barbata* und *Chaetogaster diaphanus* erweitern sie sich direkt zu einem solchen (s. Vejdosky, 1884, Taf. IV, Fig. 10, Taf. V, Fig. 7). Es ist aber zu bemerken, daß zwischen der Funktion dieser Abschnitte bei den *Saccocirriden* und den *Oligochaeten* insofern nicht direkte Übereinstimmung herrscht, als in den Atrien der letzteren Sperminmassen angestaut werden können, während für diesen Zweck bei den *Saccocirriden* besondere, nicht drüsige Vesiculae seminales vorhanden sind.

Auch die Umwandlung des letzten Abschnittes der männlichen Geschlechtsausführgänge in ein Kopulationsorgan haben nicht wenige *Oligochaeten* mit den *Saccocirriden* gemein. Nach *Vejdovsky* (1884) sind diese Organe bei den *Tubificidae* und bei *Branchiobdella* sehr kompliziert gebaut, bei den *Enchytraeidae* und einigen *Lumbriculidae* aber nur als kurze, wenig starre Penisröhren ausgebildet.

Die *Oligochaeten* besitzen gewöhnlich nur eine sehr beschränkte Anzahl von Samentaschen-(*Receptacula*)-Paaren, während die *Saccocirriden* in jedem der überaus zahlreichen Geschlechtssegmente je zwei *Receptacula* aufweisen. Es deuten aber gewisse Umstände bei den *Oligochaeten* darauf hin, daß die Vorfahren dieser Anneliden ursprünglich auch einen größeren Reichtum an solchen Samentaschen besessen haben mögen. So finden sich bei *Lumbriculus variegatus*, *Allolobophora chlorotica*, *Perichaeta houletti* und *Urochaeta* je drei Paar, bei *Perichaeta cingulata*, *posthuma* und *affinis* je vier Paar, bei *Lumbricus gigas* endlich, wie *Vejdovsky* angibt, nach *Dujès* bald vier, bald sieben Paar derartiger Organe. Die Samentaschen der *Oligochaeten* treten im allgemeinen lediglich als von außen in die Körperwand eingestülpte Blindsäcke auf. Wir sahen, daß jedes *Receptaculum* von *Sacc. major* im Gegensatz hierzu nur einen Teil eines umfassenderen Organes, wohl eines ursprünglichen Nephridiums repräsentiert. Bei *Saccocirrus papillocercus* scheint der vorderste Teil dieses Exkretionsorganes, das Nephrostom, bereits rückgebildet zu sein. Es ließe sich nun denken, daß bei fortschreitender Reduzierung des ganzen Organs schließlich nur noch der blasenförmig erweiterte Teil mit seiner Funktion als Samentasche übrig bleibt. Tatsächlich nimmt man ja für die phylogenetische Entstehung der *Oligochaeten-Receptacula* eine solche allmähliche Rückbildung eines früher vorhanden gewesenen Kanalsystems (Exkretions- resp. Geschlechtsausführkanales) an.

Daß die Geschlechtsausführgänge von *Saccocirrus* wahrscheinlich als ehemalige Exkretionsorgane anzusehen sind, wurde bereits früher (S. 274 ff.) erörtert.

Schon *Williams* (1858) und *Claparède* (1861) stellten eine Theorie auf, nach der die jugendlichen Nephridien der *Oligochaeten* beim Nahen von deren Geschlechtsreife in die Form der Geschlechtsausführgänge verwandelt würden. *Lankester* (1864—66) erweiterte dann diese Theorie dahin, daß er ursprünglich wenigstens bei den terricolen *Oligochaeten* in jedem Geschlechtssegment zwei Paare von Exkretionsorganen vorhanden sein läßt, von denen nur das eine seine exkretorische Funktion beibehalten, das andere aber zum Ausführungsorgan der Geschlechtsprodukte werden sollte. Wir haben gesehen, daß sich tatsächlich *Oligochaeten* finden, deren Segmente mehr als ein Paar von Exkretionsorganen beherbergen.

Beddard behandelt in seiner *Oligochaeten-Monographie* (1895) das gleiche Problem wieder in etwas anderer Weise und beschreibt z. B. von *Octochaetus multiporus* die Bildung der betreffenden Organe folgendermaßen: „The only positive evidence as to a connexion between the nephridia and the genital-duets has been brought forward by myself. In *Octochaetus multiporus* the genital-duets appear to be formed out of a part of the pronephridia, thus confirming the suggestion of *Balfour* (Comp. Embryol. Vol. II, p. 617) that, in the generative segments of the *Oligochaeta* the excretory organs had at first both an excretory and a generative function, and that as a secondary result of this double function each of them has become split into two parts a generative and an excretory‘. The actual facts which I brought forward upon the development of the genital-duets are the following: at a comparatively late stage in the development of this worm, after the pronephridia have lost their distinctive character and have acquired numerous openings on to the exterior, the proximal part of

the nephridium which consists of the remains of the funnel (the cilia have disappeared) and a straight tube leading to the body wall separates off from the rest of the nephridium; the funnel grows and re-acquires cilia; the tube grows into the body wall and becomes the genital-duct; the genital-ducts have precisely the same structure at the first whether they are to become oviducts or sperm-ducts; they are, moreover, only to be distinguished from the corresponding remains of the funnel and the first part of the nephridium in the preceding and succeeding segments by their larger size; it should be mentioned also that there are at first traces of four genital ducts in correspondence with the four gonads.“ Beddard vergleicht dann die Entwicklung der Geschlechtsausführgänge mit der von *Lumbricus*, dessen Ausführgänge erst erscheinen, wenn die Nephridien bereits ihre definitive Form angenommen haben. Er schließt diese Betrachtung mit den Worten:

„It is possible therefore to regard the existence of both in the same segment in *Lumbricus* as the last remnant of an ancestral condition where the nephridia were numerous in each segment.“

Da bei den Saccocirriden wenigstens im weiblichen Geschlecht neben dem Ovidukt noch der sich zum Receptaculum erweiternde Nephridialkanal vorhanden ist, so finden wir hier also abermals Anklänge an die Verhältnisse bei den Oligochaeten.

Auch in der Art, wie die Geschlechtsprodukte, vornehmlich die männlichen, entstehen, herrscht eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung zwischen den *Saccocirriden* und den *Oligochaeten*.

Zunächst mag hier daran erinnert werden, daß die Form der Spermatozoen in beiden Fällen die gleiche ist. Die fertig ausgebildeten Spermien der Oligochaeten pflegen ebenso wie die von *Saccocirrus* ein langes fadenförmiges Kopfstück zu besitzen. Eine Ausnahme hiervon machen nach Vejdovsky nur diejenigen der *Lumbriculidae*. Bemerkenswert ist, daß sich dagegen bei den Polychaeten meist Samenfäden mit mehr oder weniger kugeligen, also verdickten Köpfen finden. Diejenigen der Saccocirriden und der Oligochaeten ähneln in gewisser Hinsicht sehr den Spermien der Turbellarien.

Charakteristisch für die Saccocirriden ist das Auftreten von Spermato-sphaeren in der Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen, und die daraus resultierende Bildung von Spermatozoenbündeln. Spermato-sphaeren finden sich nun wieder gerade bei den Oligochaeten häufig, meist in Verbindung mit einem die Spermatogonien und Spermatoeyten zusammenhaltenden Cytophor. So ähnelt z. B. die Spermatogenese von *Lumbricus agricola*, wie sie Bugnion und Popoff (1905) beschreiben, und auch die von *Lumbricus terrestris* nach Depdolla (1906) in weitgehendem Maße der von *Saccocirrus*. Es werden nach den beiden erstgenannten Autoren bei *L. agricola* Follikel mit 128 und mehr Zellen gebildet, die wie die Spermatoeyten von *Saccocirrus* durch kurze Stiele zusammenhängen. Hier ist der Vorgang nur noch dadurch kompliziert, daß diese Spermatogonienbündel wieder in kleinere Gruppen zerlegt werden, aus denen dann durch die Reifungsteilungen Spermato-sphaeren hervorgehen, die aus 128 um einen kernlosen Cytophor gruppierten Spermatiden bestehen.

Die von Depdolla beschriebene Umbildung der Spermatiden von *L. terrestris* ist derjenigen, die wir bei *Saccocirrus* feststellen konnten, äußerst ähnlich.

Allerdings findet sich eine Cytophorbildung außer bei den Oligochaeten und den von ihnen abzuleitenden Hirudineen auch bei einzelnen Polychaeten. Nach Du Plessis (1908) z. B. werden

bei *Grubea protandrica* um einen bläschenförmigen, kernlosen Cytophor Spermato-sphaeren mit je 64 Spermatiden gebildet. Andererseits ist bei den Turbellarien häufig das Auftreten von Spermatozoenbündeln in ganz der gleichen Weise wie bei *Saccocirrus* beschrieben und abgebildet worden (Böhmig 1890, 1907; Schleip 1907).

Von Interesse mag es auch sein, daß da, wo bei den Anneliden, vor allem wieder bei den Oligochaeten die Spermatozoen zu Bündeln vereinigt aufzutreten pflegen, meistens je 32 Elemente ein solches Bündel zusammensetzen. Die Fälle, wo wie bei *Lumbricus* mehr als 32 Spermatiden vereinigt erscheinen, stellen wohl eine Weiterentwicklung dar, zu der folgender von Hesse (1909) beschriebener Fall einen Übergang bilden mag. Dieser Autor gibt an, daß von dem Hoden von *Pheretima rodericensis* Keimzellen in der Zahl von 1—16 in die Vesiculae seminales fallen, die sich in Gruppen von je 8, nach einer weiteren Teilung in solchen von je 16 Spermatogonien anordnen. Durch die beiden Reifungsteilungen entstehen dann Bündel von je 64 Spermatiden.

Du Plessis (1908) fand bei *Grubea protandrica*, wie oben erwähnt, ebenfalls je 64 Spermatiden an jedem Cytophor. Nach Shipley treten dagegen bei *Sipunculus* Spermatozoenbündel von je 8—16 Elementen auf.

Wir sahen, daß bei *Saccocirrus* aus den letzten Reifungsteilungen je 32 miteinander vereinigte Spermatiden hervorgehen, die sich allerdings vor der Umbildung in zwei Platten trennen, so daß Bündel von nur je 16 Spermatozoen resultieren. Immerhin entspricht aber die Zahl von 32 Spermatiden derjenigen, die bei den Oligochaeten am häufigsten in die Erscheinung zu treten pflegt.

Der Modus, daß sich die Spermatogonien vom Hoden ablösen und ihre Entwicklung in der Leibeshöhle durchmachen, kommt auch bei Oligochaeten vor, so bei *Chaetogaster* nach Vědovský (1884). Nach demselben Autor findet die Reifung der Eier von *Enchytraeus* und *Fridericia*, allerdings im Gegensatz zu der der meisten Oligochaeten ebenfalls nach Ablösung vom Ovarium in der Leibeshöhle statt. Vielleicht erinnert das an das Verhalten der *Saccocirrus*-Eier, die ja auch, allerdings erst nach der vollendeten Reifung, längere Zeit in der Leibeshöhle flottieren.

* * *

Endlich seien hier noch einige andere Momente ganz kurz erwähnt, die auf eine gewisse verwandtschaftliche Nähe zwischen *Saccocirrus* und den Oligochaeten deuten, und die bei den vorliegenden Untersuchungen auffielen.

Das Darmepithel von *Saccocirrus* wird von unregelmäßigen großen Zellen bedeckt, auf die schon Goodrich (1900) aufmerksam macht, und die durch ihre im Leben gelblich aussehenden Einschlüsse an die *Chloragogenzellen* der Oligochaeten und der Bothryoidalgewebe der Hirudineen erinnern.

Die sogenannten „Parapodien“ von *Saccocirrus* sind nicht ohne weiteres denen der *Polychaeten* homolog. Vor allem ist bei ihnen die Gliederung in einen oberen und einen unteren Ast nicht ausgebildet. Sodann fehlt die bei den Polychaeten so charakteristische Parapodienmuskulatur. Die einfach angeordneten Muskelgruppen der Borstenbündel von *Saccocirrus* erinnern vielmehr an die Borstenmuskeln der Oligochaeten.

Schließlich zeigt die Längsmuskulatur des Hautmuskelschlaches von *Saccocirrus* vor allem in den ventralen Feldern eine Anordnung der einzelnen Muskelfasern, die der einfachen fiederigen Faserverteilung der niederen Oligochaeten in weitgehendem Maße ähnelt.

* * *

Alle die angeführten Übereinstimmungen zusammen mit denen, welche von Goodrich und anderen Autoren bereits in Erwägung gezogen wurden, veranlassen mich, in den *Saccocirriden* Würmer zu sehen, die den *Oligochaeten* näher verwandt sind als den *Polychaeten*. Ob sie direkt ursprüngliche Formen repräsentieren, aus denen die *Oligochaeten* hervorgegangen sind, kann ohne Kenntnis der Ontogenese dieser Tiere nicht sicher entschieden werden. Jedenfalls weisen sie in vielen Punkten, so vor allem in der regelmäßigen segmentalen Wiederkehr der Geschlechtsorgane mit ihren Ausführungsgängen einfachere Verhältnisse auf als die meisten der *Oligochaeten*.

Andererseits muß aber hier auch darauf hingewiesen werden, daß die *Saccocirriden* in manchen Eigenheiten ihres Baues, besonders wieder in den Geschlechtsorganen und Geschlechtsprodukten, sowie in dem Vorhandensein einer inneren Befruchtung an die Turbellarien erinnern, so daß man beide Gruppen vielleicht auf gleiche oder sehr nahe verwandte Vorfahren zurückführen kann.

Es muß der Lage der Sache nach bei den *Saccocirriden* eine *Kopulation* stattfinden, da wir einmal eine streng durchgeführte Trennung der Geschlechter konstatieren können, andererseits aber die Receptacula der reifen Weibchen mit Sperma gefüllt erscheinen. — Eine Begattung mit Benutzung von Kopulationsorganen findet sich bei Anneliden nicht allzu häufig. Wirén (1907) vermutet eine solche bei der Polynoide *Macellicephala violacea*. Fauvel (1903) versucht nachzuweisen, daß die von Béraneck als Otocysten beschriebenen Anhänge der beiden ersten Rumpfsegmente der Alciopiden Receptacula seminis seien, so daß also auch hier eine Begattung stattfinden müßte. Nach Racovitz (1893) besitzt das Männchen von *Micronereis variegata* Kopulationshaken, mit denen es sich für längere Zeit auf dem Weibchen festheftet, doch ist die Befruchtung der Eier in diesem Falle eine äußere.

* * *

Mehrmals wurde schon darauf hingewiesen, daß die Vertreter der Gattung *Protodrilus* eine große Ähnlichkeit mit *Saccocirrus* besitzen, die auch von den früheren Autoren zur Genüge hervorgehoben wurde. Es soll hier nur im Hinblick auf unsere Untersuchungen an *Saccocirrus* das angeführt werden, was Pierantoni (1908) in seiner Monographie über *Protodrilus* von der Reifung der Eier dieses Wurmes sagt. Die Reifungsteilungen finden bei *Protodrilus purpureus*, an welcher Art dieser Autor sie am genauesten studierte, noch innerhalb des Ovariums, also wie bei *Saccocirrus* statt.

Pierantoni beschreibt die Einzelheiten des Vorganges folgendermaßen: „Quando le cellule ovariche hanno raggiunto un certo volume, sul punto di giungere nella zona da cui poi si distaccano, sono già notevolmente ricche di vitello; il nucleo allora si porta verso la periferia della cellula, scompare la membrana nucleare e sic ostituisce il 1° fuso di maturazione (Tav. 9 fig. 8 fm'), la rete cromatica ed il nucleolo framentandosi per formare quattro¹⁾ cromosomi, in forma di quattro doppie sferule; la metà distale di ciascuna di queste migra verso la superficie dell'uovo lungo il fuso, e passa in una piccola gemma (che si è andata formando alla periferia) la quale si rende indipendente dalla parete e presto si trova ripiena di otto sferule cromatiche essendosi le prime quattro a loro volta divise ciascuna in due (Tav. 9 fig. 3 cop'). I quattro cromosomi rimasti dentro l'uovo riprendono la forma bisferulata, e tosto altre quattro metà' attraverso un nuovo fuso acromatico, migrano verso una nuova gemmetta, nella quale si trovano, in fine quattro sferule cromatiche

¹⁾ Von mir hervorgehoben.

(cop"). I primi otto cromosomi restano da prima fusi in un sol corpuscolo (Tav. 9 fig. 3), poi si scindono in due. Il processo nel suo insieme non differisce da quanto è stato osservato in altri animali. Nel *Protodrilus flavocapitatus* il materiale cromatico pervenuto dal 1° fuso (fig. 9 e 10 cop') non sembra dividersi, ma forma subito un' unica massa."

Die Zahl der Chromosomen ist also bei *Protodrilus* die gleiche wie bei *Saccocirrus*, nämlich **acht**. Es mag hier daran erinnert werden, daß sie gerade bei vielen Oligochaeten ein mehrfaches von 8, meist 32 beträgt. Die Normalzahl ist bei *Enchytraeus humiculator* und *Mesenchytraeus* nach Vejdovsky (1907) 32, ebenso bei *Lumbricus* nach Calkins (1905) und *Ilyodrilus coccineus* nach Vejdovsky und Mrazek (1903); nach den beiden letzten Autoren beträgt sie für *Rhynchelmis* und nach Vejdovsky (1907) auch für *Fridericia hegemon* 64. Auch bei vielen daraufhin untersuchten Turbellarien ist die Normalzahl der Chromosomen, wie sie sich bei Gelegenheit der Reifungsteilungen ergibt, ein Mehrfaches von 8, nämlich meist das Doppelte davon, d. h. 16; so bei *Prosthiostomum sipunculus*, *Leptoplana tremellaris*, *Oligoclades auritus*, *Cycloporus papillosus* nach Francotte (1897/98) unter den Polycladen und bei verschiedenen „Freshwater Forms“ nach Mattiesen (1903) und *Planaria simplicissima* nach Stevens (1904) unter den Tricladen.

Wenn die Zahl der Chromosomen nun auch nach unseren seitherigen Erfahrungen schwerlich als ausschlaggebender Faktor für die größere oder geringere Nähe der Verwandtschaft zweier Tiergruppen gelten kann, so sollte dieser immerhin auffallenden Übereinstimmung hier doch wenigstens Erwähnung getan werden.

Doch kehren wir zu *Protodrilus* zurück. Pierantoni stellte fest, daß in den hermaphroditen Individuen eine **innere** Befruchtung und zwar eine Selbstbefruchtung, durch die „Cystospermien“ mit kurzem Kopf stattfindet. Solche Spermien trifft man aber erst in denjenigen Oocyten an, welche gerade im Begriff stehen, ihre Reifung durchzumachen, also keineswegs in so jungen Keimzellen wie bei *Saccocirrus*. Immerhin bieten die dabei auftretenden Bilder wieder eine gewisse Ähnlichkeit mit denen, die wir bei *Saccocirrus* fanden. Pierantoni schreibt hierüber:

„Tutte, o quasi tutte, le cellule ovariche che si trovano in via di compiere il processo di maturazione sono provviste nella porzione opposta a quello ove è il pronucleo femminile, di una testa di spermio. Questa, durante il primo periodo di permanenza acquista una forma quasi sferica (fig. 8, 9, 10 tsp), si circonda poi di una jalosfera (fig. 11 prn ♂) acquistando l' aspetto di un nucleo in riposo (pronucleo maschile), mentre il pronucleo femminile (prn ♀), che è pervenuto anch'esso allo stato di riposo, giace dall'altra parte.“

* * *

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß sich das wahre Verhältnis des *Protodrilus* zu *Saccocirrus* erst dann wird feststellen lassen, wenn von beiden Formen genauere Einzelheiten über ihre Ontogenese bekannt sein werden.

Soviel aber läßt sich schon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß die Protodriliden den Saccocirriden verwandtschaftlich äußerst nahe stehen, und daß die bisherige Gemeinschaft: *Protodrilus* - *Polygordius* durchaus getrennt werden muß. Beide haben eigentlich von wesentlichen Merkmalen nur das gemein, daß sie borstenlos sind.

Die Borstenlosigkeit der Protodriliden ist wohl kein Merkmal, das diese Familie allzuweit von

Saccocirrus entfernt, wenn man bedenkt, daß die Borsten und die „Parapodien“ bei diesem letzteren auch noch sehr einfache und primitive sind.

Wegen der regelmäßigen Metamerie seiner Geschlechtsorgane und wegen des Mangels der bei *Protodrilus* vorhandenen Speicheldrüsen darf man vielleicht *Saccocirrus* für ursprünglicher als jenen halten, wohingegen der Erwerb von Borsten bei *Saccocirrus* schon auf den Beginn einer späteren Weiterdifferenzierung hindeutet.

Wenn wir bei der vorläufigen Unmöglichkeit, den Verwandtschaftsgrad von *Saccocirrus* und *Protodrilus* festzustellen, beide Familien in einer Gruppe vereinigen, für die etwa der Name „AULOCIRRATA“ passend wäre, so müßte folgerichtig diese Gruppe im System an den Anfang der Oligochaeten gestellt werden.

Ihr würde wohl als Pendant vor den Polychaeten eine andere Gruppe entsprechen, die im wesentlichen nur die Polygordiidae enthält, da die übrigen bis jetzt mit bei den Archianneliden genannten Ringelwürmer, *Dinophilus* und *Histriobdella*, in ihrer Stellung zu unsicher sind. Als Name für diese Gruppe sei „STERROCIRRATA“ vorgeschlagen. — *Polygordius* deutet seinem ganzen Bau nach vielmehr auf die Polychaeten hin, so daß man in ihm einen ähnlichen borstenlosen Vorläufer dieser großen Annelidenabteilung erblicken kann, wie in dem borstenlosen *Protodrilus* für die Oligochaeten.

Die beiden Gruppen der Aulocirrata und der Sterrocirrata mögen dann in ihrer Eigenschaft als Vorläufer der eigentlichen ANNELIDA unter dem Namen der ARCHIANNELIDA zusammengefaßt werden.

Das folgende Schema soll diese Beziehungen noch deutlicher veranschaulichen:



Literaturverzeichnis.

ARCHIANNELIDA.

- Fraipont, J. Recherches sur le système nerveux central et périphérique des Archiannelides et du Saccocirrus papillocereus. Arch. Biol. 1884. T. 5. S. 243—304.
- Le système nerveux central et périphérique des Archiannelides et des Archichaetopodes. Bull. Acad. Belg. 1884. T. 8.
- Goodrich, E. S. Notes on the Nephridia of Dinophilus and of the Larvae of Polygordius, Echiurus and Phoronis. Quart. Journal of Microscop. Science. 1909 (2). Vol. 54. S. 111—118. Taf. 13.
- Hatschek, B. Protodrilus Leuckartii, eine neue Gattung der Archianneliden. Arb. Zool. Inst. Wien. 1880 Bd. 3.
- Langerhans, P. Die Wurmfauna von Madeira. III. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1880, Bd. 34.
- Meyer, Ed. Die Abstammung der Anneliden. Ursprung der Metamerie und die Bedeutung des Mesoderms. Biol. Zentrbl. 1890, Vol. 10.
- Perrier, Edm. Sur un nouveau type intermédiaire du sous-embranchement des vers. Contes rendues. 1875.
- Pierantoni, U. Sullo sviluppo del Protodrilus e del Saccocirrus. Mitt. Zool. Stat. Neapel. 1906, Bd. 17, S. 515.
- Repiachoff. Zur Entwicklungsgeschichte des Polygordius flavocapitatus Ulj. und Saccocirrus papillocereus Bobr. Zool. Anz. 1881, Jahrg. 4. S. 518.
- Salensky, W. Über den Vorderdarm des Polygordius und des Saccocirrus. Biol. Zentralbl. 1906, Bd. 26, S. 199.
- Morphogenetische Studien an Würmern. II. Über die Archianneliden nebst Bemerkungen über den Bau einiger Organe des Saccocirrus papillocereus. III. Über die Metamorphose des Polygordius ponticus n. sp. mihi. IV. Schlußbetrachtungen. Mém. Acad. Impér. Sc. St. Pétersbourg. 1907 ser. 8, Vol. 19.
- Schimkewitsch, W. Über die Beziehungen zwischen den Bilateria und den Radiata. Biol. Zentralbl. 1908, Bd. 28, S. 129.

POLYGORDIUS.

- Andrews, E. On the eyes of polychaetous Annelids. Journ. Morph. Boston 1892, Vol. 7, S. 169—222.
- Cori, C. Über das Vorkommen des Polygordius und Balanoglossus im Triester Golf. Zool. Anz. 1902, Bd. 25, S. 361—365.
- Cowles, R. P. Notes on the rearing of the larvae of Polygordius appendiculatus and on the occurrence of the adult on the Atlantic coast of America. John Hopkins Univ. Circ. 1903, Vol. 22, S. 21—22 und Biol. Bull. Woods Holl. 1903, Vol. 4, S. 125.
- Davydoff, K. Wissenschaftliche Resultate einer Reise nach Java und anderen Inseln des Malayischen Archipels. III. Zur Morphologie der Archianneliden. Biologische Beobachtungen über eine epitoke Form von Polygordius. Trav. Lab. Zool. et de la Stat. Biol. de Sébastopol. 1905, No. 9, S. 1—6.
- Fewkes, Walt. On the development of certain Worm Larvae. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College. 1883, Vol. X, S. 167. Taf. 1—8.
- Fraipont, J. Le rein céphalique du Polygordius. Arch. Biol. 1884. T. 5.
- Le genre Polygordius. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel. 1887. Monogr. 14.

- Giard, A. Sur les affinités du genre *Polygordius* avec les Annélides de la famille des Ophéliidae. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris 1880, T. 6, S. 341.
- On the Affinities of the Genus *Polygordius* with the Annelids of the family Opheliidae. Ann. Mag. Nat. Hist. 1880, Vol. 6.
- Goodrich, E. S. On the nephridia of the Polychaeta. Part. III. Quart. Journ. Microsc. Science. 1900, Vol. 43, S. 699.
- Hatschek, B. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arb. Zool. Inst. Wien. 1878. Bd. 3, Taf. 23—30.
- Zur Entwicklung des Kopfes von *Polygordius*. Arb. Zool. Inst. Wien. 1885, Bd. 6, S. 109.
- Hempelmann, F. Zur Morphologie von *Polygordius lacteus* Schn. und *P. triestinus* Woltereck n. sp. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1906, Bd. 84, S. 527.
- Neuere Arbeiten über *Polygordius* und einige an diesen Anneliden anknüpfende theoretische Erörterungen aus der Literatur der letzten Jahre. Zool. Zentralbl. 1908, Bd. 15.
- Izuka, Akira. On a new *Polygordius* from Misaki. Annotat. Zool. Japon. Tokyo. 1903, Vol. 4, Part. 5, S. 137.
- Janowsky, Rob. Über die *Polygordius*larve des Hafens von Triest. Arb. Zool. Inst. Wien. 1904, Bd. 15, S. 197.
- Lillie, R. S. On the affects of various solutions on ciliary and muscular movement in the larvae of *Arenicola* and *Polygordius*. Amer. Journ. Phys. 1902, Vol. 7, S. 25.
- Lovén, S. Jakttagelse öfver metamorphos hos en Annelid. K. Vetenskaps. Akademiens Handlingar, Stockholm 1840, S. 93.
- Beobachtungen über die Metamorphose einer Annelide. Wiegrams Archiv 1842, S. 302 und Annales des Sc. Nat. Zool. 2. Serie, 1842, T. 18, S. 288.
- Metschnikoff, E. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger niederer Tiere. Bull. Ac. St. Pétersbourg 1871, Vol. 15, S. 502.
- Moore, I. P. A new generic type of Polygordiidae. Amer. Natural. 1904. Vol. 38, S. 519.
- Perrier, E. Sur un nouveau type intermédiaire du sous-embranchement des Vers. Compt. Rend. 1875. T. 80, S. 1101 u. Ann. Mag. Nat. Hist. 1875. Sér. 4. Vol. 16, S. 295.
- Rajevsky. Bemerkungen über die Entwicklung des *Polygordius* und seiner Lovénschen Larve. Sitz. Ber. Ges. Fr. d. Nat. Forsch. Moskau 1873, Bd. 10.
- Ritter, W. C. Note on a abnormal *Polygordius*-Larve. Amer. Natur. 1892, Vol. 26, S. 1047.
- Schneider, Anton. Über Bau und Entwicklung von *Polygordius lacteus*. Arch. f. Anat. 1868.
- Shearer, Cr. Studies on the development of larval nephridia. Part. II. *Polygordius*. Phil. Trans. B. Vol. 199. 1907, S. 199, Taf. 25—28.
- Steuer, A. Über zwei interessante Larvenformen aus dem Plankton des Triester Golfes. Zool. Anz. 1904, Bd. 28, S. 228.
- Stiasny, G. Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1907. Zool. Anz. 1908, Bd. 32, S. 748.
- Woltereck, R. Über den feineren Bau der *Polygordius*larve der Nordsee und die Entstehung des Annelids in derselben. Leipzig 1901.
- Über zwei Entwicklungstypen der *Polygordius*-Larve. Verh. d. V. Intern. Zool. Kongreß 1901, S. 728.
- Trochophora-Studien I. Zoologica 1902, Heft 34, Bd. 13.
- Beiträge zur praktischen Analyse der *Polygordius*-Entwicklung nach dem Nordsee- und dem Mittelmeertypus. Arch. Entw. Mech. 1904, Bd. 18, S. 377.
- Wurmkopf, Wurmrumpf und Trochophora. Zool. Anz. 1904, Bd. 28.
- Zur Kopffrage der Anneliden. Verh. d. D. Zool. Ges. 1905, S. 154.

DINOPHILUS.

- Beauchamp, P. de. Sur la présence d'un hémocoele chez *Dinophilus*. Bull. Soc. Zool. France. 1910, Vol. 35, S. 18.

- Beauchamp, P. de. Sur l'existence et les conditions de la parthénogénèse chez *Dinophilus*. Comptes Rend. Acad. Sc. Paris 1910. T. 150.
- Conklin, E. G. Sex Differentiation in *Dinophilus*. Science 1906, Vol. 24.
- Harmer, S. F. Notes on the anatomy of *Dinophilus*. Journ. of Marine Biol. Ass. N. S. 1889, Vol. 1, S. 119.
- On a new species of *Dinophilus*. Proc. Cambridge Phil. Soc. 1889, Vol. 6.
- Korschelt, E. Über Bau und Entwicklung des *Dinophilus apatris*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1882, Bd. 37.
- Die Gattung *Dinophilus* und der bei ihr auftretende Geschlechtsdimorphismus. Zool. Jahrb. 1887, Bd. 2, S. 955.
- Malsen, H. v. Geschlechtsbestimmende Einflüsse und Eibildung von *Dinophilus apatris*. Arch. micr. Anat. 1906, Bd. 69, S. 63.
- Moore, Anne. *Dinophilus gardineri* n. sp. Biol. Bull. 1899, S. 15.
- Nelson, J. A. The early development of *Dinophilus*. Proc. Acad. Nat. Sc. Philad. 1904, S. 687.
- The early development of *Dinophilus* as compared with that of the Annelids. Amer. Natur. 1904, Vol. 38, S. 500.
- The nervous system and nephridia of *Dinophilus*. Science 1906, Vol. 24, S. 298.
- The morphology of *Dinophilus conklini* n. sp. Proc. Acad. Nat. Sc. Philad. 1907, Vol. 59, S. 89.
- Repiachoff. Über Anatomie und Geschichte der Entwicklung von *Dinophilus gyrocilatus*. Odessa 1886.
- Schimkewitsch, W. Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung des *Dinophilus* vom Weißen Meer. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1895, Bd. 59.
- Schultz, E. *Dinophilus rostratus* n. sp. Wiss. Unters. d. Meeres bei Helgoland 1902, Bd. 5, S. 3.
- Shearer, Cr. On the structure of the nephridia of *Dinophilus*. Quart. Journ. Microsc. Sc. 1906, Vol. 50, S. 517.
- The Problem of Sex Determination in *Dinophilus gyrocilatus*. Journ. Marine Biolog. Ass. 1911, T. 9, S. 156.
- Stiasny, G. *Dinophilus apatris* forma *tergestina*. Zool. Anz. 1910, Bd. 35.
- Verrill, A. E. *Dinophilidae* of New England. Trans. Connecticut Acad. New Haven 1892, Vol. 8, S. 457.
- Vejdovsky, F. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen H. 3 u. 4. Prag 1892.
- Weldon, W. On *Dinophilus gigas*. Quart. Journ. Micr. Sc. 1886, T. 27, S. 109.

HISTRIOBELLA.

- Foettinger, A. Recherches sur l'organisation de *Histriobdella homari*. Arch. de Biol. 1884, T. 5, S. 435.
- Haswell, W. A. On a new *Histriobdellid*. Quart. Journ. Micr. Sc. 1900, Vol. 43.
- Shearer, Cr. On the anatomy of *Histriobdella homari*. Quart. Journ. Micr. Sc. 1910, Vol. 55, S. 287.

PROTODRILUS.

- Armenante. *Protodrilus hypoleucus* n. sp. Monitore Zool. Ital. 1905, Anno 14 n. 9, S. 221.
- Osservazioni sul *Protodrilus hypoleucus* Arm. Arch. Zool. Napoli 1905, Vol. 2, T. 9, S. 137.
- Giard, A. Sur une faunule caractéristique des sables à diatomées d'Ambleteuse (Pas-de-Calais). Comptes Rend. Paris 1904, T. 56.
- Hatschek, B. *Protodrilus Leuckarti*, eine neue Gattung der Archianneliden. Arb. Zool. Inst. Wien, 1880, Bd. 3, S. 79.
- Pierantoni, U. Sopra un nuovo *Protodrilus* d'acqua dolce. Monit. Zool. Ital. 1904, Vol. 14.
- Organi genitali e glandole salivari nei *Protodrili*. Boll. di Soc. di Naturalisti in Napoli 1906, Anno 20, Vol. 20.
- Sullo sviluppo del *Protodrilus* e del *Saccocirrus*. Mitt. Zool. Stat. Neapel. 1906, Bd. 17, S. 515.
- Sulla sessualità dei *Protodrili*. Mitt. Zool. Stat. Neapel. 1907, Bd. 18, S. 437.
- *Protodrilus*. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel. 1908, Bd. 31.
- Repiachoff, W. Zur Entwicklungsgeschichte des *Polygordius flavocapitatus* Ulj. und *Saccocirrus papilloceus* Bobr. Zool. Anz. 1881, Bd. 4, S. 518.
- Über die Larve von *Polygordius flavocapitatus*. Schrift. neuruss. Nat. Ges. 1882.

Uljanin, B. Beobachtungen über die Polygordien, welche im Busen von Sebastopol leben. Bull. Nat. Moskau. 1877. T. 1.

SACCOCIRRUS.

- Bobretzky, N. Saccocirrus papillocereus. Mém. Soc. Nat. Kiev. 1871. S. 211.
- Fraipont. Le système nerveux des Archiannelides et du Saccocirrus papillocereus. Arch. Biol. 1884, T. 5. S. 244.
- Gaver, van und Stephan. Intervention des spermatozoides dans l'ovogénèse chez Saccocirrus papillocereus Bobr. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 1905. Bd. 61. S. 751.
- A propos de l'ovogénèse de Saccocirrus papillocereus Bobr. Compt. Rend. Soc. Biol. 1907. Bd. 62. S. 321.
- Goodrich, E. On the structure and affinities of Saccocirrus. Quart. Journ. Micr. Sc. 1901, Vol. 44. S. 413.
- Hempelmann, F. Eibildung, Eireifung und Befruchtung bei Saccocirrus. Zool. Anz. 1906. Bd. 30. S. 775.
- Lepeschkin, W. Über die Struktur des Bauchnervensystems von Saccocirrus. Moskau 1907. Vol. 3. No. 7—8.
- Michel, A. Sur le bourgeonnement expérimental et spécialement la formation d'une tête supplémentaire chez Saccocirrus. Comptes Rend. 1908. T. 147. S. 1005.
- Pierantoni, U. Osservazioni sullo sviluppo embrionale e larvale del Saccocirrus papillocereus Bobr. Mitt. Zool. Stat. Neapel 1906. Bd. 18. S. 46.
- Sullo sviluppo del Protodrilus e del Saccocirrus. Mitt. Zool. Stat. Neapel 1906. Bd. 17. S. 515.
- Forme larvali anomale nello sviluppo del Saccocirrus. Soc. Ital. di Scienze Naturali Milano 1906.
- Il genere Saccocirrus Bobretzky e le sue specie. Annuario del Mus. Zool. Univ. Napoli 1907. Vol. 2. No. 18.
- Repiachoff. Zur Entwicklungsgeschichte des Polygordius flavocapitatus Ulj. und Saccocirrus papillocereus Bobr. Zool. Anz. 1881.
- Saint-Joseph, de. Annelides Polychètes des Côtes de France. Ann. Sc. Nat. Zool. Paris 1898. T. 5.
- Salensky, W. Über den Vorderdarm des Polygordius und des Saccocirrus. Biol. Zentralbl. 1906. Bd. 26. S. 199.

Sonst in dem Text erwähnte Literatur.

- Beddard, F. E. On certain points in the structure of Urochaeta E. P. and Dichogaster n. g. with further remarks on the nephridia of Earthworms. Quart. Journ. Micr. Sc. 1889. Vol. 29.
- A Monograph of the order of Oligochaeta. Oxford 1895.
- Benham, W. B. Note on a new Earthworm. Zool. Anz. 1888. Bd. 11. S. 72.
- Böhmig, L. Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1890. Bd. 51.
- Zur Spermiogenese der Triclade Procerodes gerlachei n. sp. Arch. Biol. 1907. T. 23. S. 1.
- Bonnevie, K. Untersuchungen über Keimzellen. II. Physiologische Polyspermie bei Bryozoen. Jen. Zeitschr. Natw. 1907. Bd. 42. S. 567.
- Bresslau, E. Über die Sichtbarkeit der Centrosomen in lebenden Zellen. Zool. Anz. 1909. Bd. 35. S. 141.
- Bugnion, E. et N. Popoff. La spermatogénèse du Lombric terrestre. Arch. Zool. exp. 1905. T. 111. S. 339.
- Depdolla, Ph. Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese beim Regenwurm. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1906. Bd. 81. S. 632.
- Calkins, G. W. The spermatogenesis of Lumbricus. Journ. Morph. 1895. T. 11.
- Du Plessis, G. Un cas de protandrie chez les Syllidiens. Rev. Suisse Zool. 1908. T. 16. S. 32.
- Franz, V. Über die Bedeutung des sog. „Dotterkerns“ im Schollenei. Verh. D. Zool. Ges. 1907. S. 99.
- Die Eiproduktion der Scholle. Arb. wiss. Komm. intern. Meeresforsch. 1909. Helgoland. Bd. 9. S. 59.

- Fauvel, P. Les prétendus Ootocytes des Alciopiens. Comptes Rend. Avanc. Sc. Congrès d'Angers 1903, S. 784.
- Haecker, V. Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Fortschr. u. Ergebn. d. Zool. 1907, Bd. 1, S. 1.
- Hesse, E. Quelques particularités de la spermatogénèse chez les Oligochètes. Arch. Zool. Expér. 1909, T. 10, S. 412.
- Hofsten, N. von. Studien über Turbellarien aus dem Berner Oberland. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1907, Bd. 85.
- Über frühzeitige Besamung der Eizellen bei *Otomesostoma auditivum*. Zool. Anz. 1909, Bd. 34, S. 431.
- Noch ein Wort über frühzeitige Besamung der Eizellen bei *Otomesostoma auditivum*. Zool. Anz. 1911, Bd. 37, S. 490.
- Hubrecht, The nephridiopores in the Earthworm. Tijdskr. Nederl. Dierk. Ver. 1893, T. 3, S. 226.
- Iwanzoff, N. Über die physiologische Bedeutung des Prozesses der Eireifung. Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 1897, T. 8, S. 355.
- Korschelt, E. und K. Heider. Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgem. Teil 1902.
- Martin, E. H. Notes on some Turbellaria from Scottish Lochs. Proc. Roy. Soc. Edinburgh 1907, Vol. 28, S. 33.
- Perrier, E. Organisation des Lombriciens terrestres. Arch. Zool. Expér. 1874, T. 3, S. 351.
- Platner, G. Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Teilungserscheinungen. Arch. mikr. Anat. 1889, Bd. 33.
- Racovitza, E. Sur la *Micronereis variegata* Clap. Comptes Rend. 1893, T. 116, S. 1390.
- Sur les amibocytes, l'ovogénèse et la ponte chez la *Micronereis variegata*. Comptes Rend. 1894, T. 118, S. 153.
- Schleip, W. Die Samenreifung bei den Planarien. Zool. Jahrb. 1907, Bd. 24, S. 129.
- Shipley, E. A. Gephyrea. Cambridge Natural History. Vol. 11, 1901.
- Van der Stricht. La formation des deux globules polaires etc. — dans l'oeuf de Thysanozoon. Arch. Biol. 1898, T. 15.
- Vejdovsky, F. System und Morphologie der Oligochaeten. Prag 1884.
- Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen. Prag 1888 und 92.
- Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Prag 1907.
- Vejdovsky, F. und Mrazek. Umbildung des Cytoplasma während der Befruchtung und Zellteilung. Arch. mikr. Anat. 1903, Bd. 62.
- Williams, G. Researches on the structure and homologues of the reproductif organs of the Annelids. Philos. Transact. Roy. Soc. London. 1858, T. 148.
- Wirén, A. *Macellicephala violacea* Lev. nebst Bemerkungen über deren Anatomie. Zool. Studier Tallberg Uppsala. 1907, S. 289.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	(1) 249
Material. Methoden	(8) 256
I. Die Geschlechtsorgane	(8) 256
A. Die Gonaden	(10) 258
Die Hoden	(12) 260
Die Ovarien	(12) 260
B. Die Geschlechtsausführgänge	(14) 262
Die Ovidukte.	(14) 262
Die Spermadukte und Vesiculae seminales	(16) 264
Die Receptacula seminis	(18) 266
Bemerkungen über die Exkretionsorgane und das Verhältnis der Geschlechtsausführgänge zu ihnen	(24) 272
II. Die Geschlechtszellen	(33) 281
C. Die Spermatozoen und ihre Bildung	(33) 281
Die Spermatogonien	(33) 281
Die I. Reifungsteilung	(35) 283
Die II. Reifungsteilung	(36) 284
Die Spermatiden und ihre Umbildung	(36) 284
D. Die Eizellen und ihre Entstehung	(38) 286
Die Oogonien.	(38) 286
Die Reifungsteilungen	(41) 289
Das fernere Schicksal der reifen Eier	(41) 289
III. Vergleichende Betrachtungen	(43) 291
Literaturverzeichnis	(51) 299

Tafel XXV.

F. Hempelmann, Die Geschlechtsorgane und -Zellen von *Saccocirrus*.

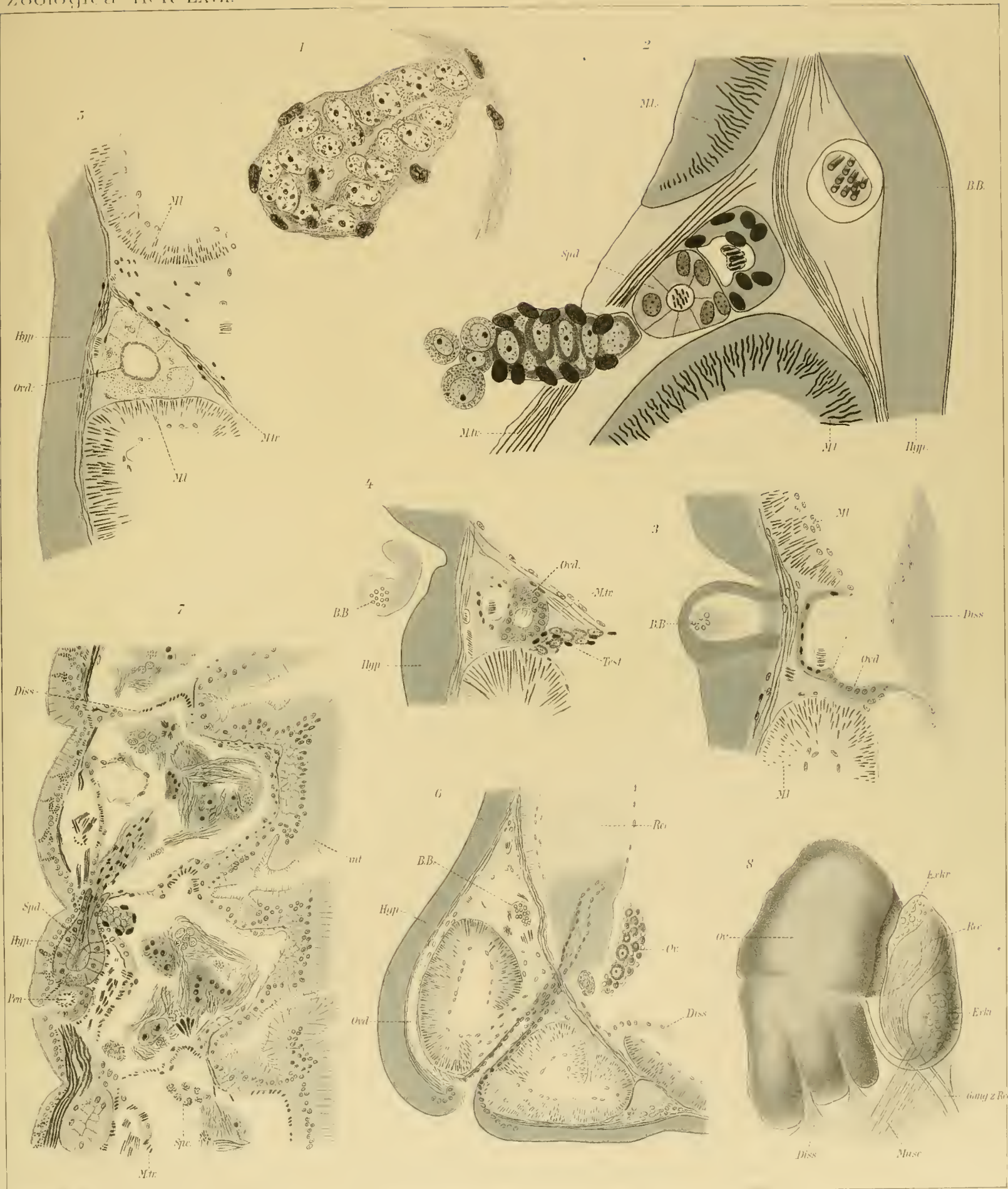
Tafelerklärung.

Abkürzungen:

B.B. = Borstenbündel.	Nephst. = Nephrostom.
Diss. = Dissepiment.	Ov. = Ovarium.
Exkr. = Exkretorischer Teil des Receptaculum.	Ovd. = Ovidukt.
Hyp. = Hypodermis.	Pen. = Penis.
int. = Darmepithel.	Rec. = Receptaculum seminis.
K.L. = Keimlager.	Spc. = Spermatocyten.
M.l. = Längsmuskeln.	Spd. = Spermadukt.
M.tr. = Transversalmuskeln.	Sp. = Spermatozoen.
Neph. = Nephridium.	Test. = Hoden.
Neph. Can. = Nephridialkanal.	

Tafel XXV.

- Fig. 1. Längsschnitt durch einen Hoden von *Sacc. major*.
- Fig. 2. Teil eines Querschnittes durch ein Männchen von *Sacc. papillocercus* mit Spermadukt und Hoden, von dem sich eine Gruppe von vier Spermatocyten ablöst.
- Fig. 3—5. Querschnitte durch den Ovidukt von *Sacc. major*.
- Fig. 3. Innere Mündung.
- Fig. 4. Anfangsteil des Eileiters. Daneben das sich an diesen anlehende Keimlager des Ovariums.
- Fig. 5. Hauptabschnitt des Eileiters (Horizontalkanal).
- Fig. 6. Querschnitt durch eine Segmenthälfte von *Sacc. major*, auf dem die äußere Mündung des Oviduktes getroffen ist, und damit zugleich der Endabschnitt des Eileiters sowie der des Kanals zum Receptaculum.
- Fig. 7. Längsschnitt durch die Hälfte mehrerer Segmente eines Männchens von *Sacc. major*. Im mittleren Segment die innere Mündung des Spermaduktes, in den gerade eine Anzahl Spermien eindringen, längsgetroffen; der Penis quergeschnitten. Die Massen der in den einzelnen Segmenten vorhandenen Spermatocytengruppen und Spermien nur angedeutet.
- Fig. 8. Ovarium und Receptaculum mit dem verbindenden Kanal aus einem konservierten Weibchen von *Sacc. major* herauspräpariert.



Tafel XXVI.

F. Hempelmann, Die Geschlechtsorgane und -Zellen von Saccocirrus.

Tafelerklärung.

Tafel XXVI.

- Fig. 9. Receptaculum von *Sacc. major* und Verteilung der Spermien durch das das Keimlager des Ovariums umgebende Bindegewebe.
- Fig. 10. Receptaculum von *Sacc. major* mit dem zum Ovarium abgehenden Teil des Nephridialkanals.
- Fig. 11. Nephridialkanal eines Weibchens von *Sacc. major* vom Dissepiment durch das Ovarium zum Receptaculum ziehend. Aus den letzteren in das Ovarium überwandernde Spermatozoen im Kanal.
- Fig. 12. Innere Mündung des Nephridiums eines Weibchens von *Sacc. major* im Dissepiment.
- Fig. 13. Exkretanhäufungen in der Nähe des Austritts des Nephridialkanals aus dem Ovarium von *Sacc. major*.
- Fig. 14. Exkretanhäufungen in der Wand des Receptaculums eines Weibchens von *Sacc. major*.
- Fig. 15. Längsschnitt durch einige Segment-Hälften eines Weibchens von *Sacc. papillocercus* mit den Ovarien und Receptacula.
- Fig. 16. Schnitt durch die innere Mündung eines Exkretionsorganes in den vorderen geschlechtslosen Segmenten eines Männchens von *Sacc. major*.
- Fig. 17. Schnitt durch die Mitte des gleichen Exkretionsorgans.
- Fig. 18, 19 u. 20. Schnitte durch die innere Mündung, den mittleren Teil und den Endabschnitt eines Exkretionsorganes in den vorderen geschlechtslosen Segmenten eines Weibchens von *Sacc. major*.



Tafel XXVII.

F. Hempelmann, Die Geschlechtsorgane und -Zellen von *Saccocirrus*.

Tafelerklärung.

Tafel XXVII.

Fig. 21 a. Schnitt durch das Ovarium von *Sacc. major*. Der Ovidukt ist quer getroffen, das Keimlager nach mehreren Schnitten rekonstruiert.

Fig. 21 b. Schnitt durch das Ovarium und Receptaculum von *Sacc. major* mit verbindendem Kanal.



Tafel XXVIII.

F. Hempelmann, Die Geschlechtsorgane und -Zellen von Saccocirrus.

Tafelerklärung.

Tafel XXVIII.

Fig. 22—48. Spermatogenese. (Alle Figuren von *Sacc. major*, nur Fig. 28 und 29 von *Sacc. papillocercus*.)

Fig. 22. Gruppe von vier Spermatogonien in Teilung.

Fig. 23. Zwei Zellen einer solchen Vierergruppe, deren Kerne sich bereits geteilt haben und in ihrem bläschenförmigen Stadium je acht Chromatinelemente erkennen lassen. Die Zellen verbunden durch „Verbindungsfasern“.

Fig. 24. Gruppe von acht Spermatocyten 1. Ordnung im Stadium der Kernruhe.

Fig. 25. Kern einer Spermatocyte 1. Ordnung mit einseitig aufgeknäueltem Spirem (Bukettstadium, Synapsis).

Fig. 26. Gruppe von acht Spermatocyten 1. Ordnung, deren Kerne je 8 Chromatinelemente aufweisen. Stark durch E. H. gefärbte Verbindungsfasern.

Fig. 27. Gruppe von 8 Spermatocyten 1. Ordnung mit Chromosomenkonjugation.

Fig. 28. Kern einer Spermatocyte 1. Ordnung von *Sacc. papillocercus* mit 8 biskuitförmig eingeschnürten Chromatinelementen.

Fig. 29. Kern einer Spermatocyte 1. Ordnung von *Sacc. papillocercus* mit 4 in Bildung begriffenen Chromatintetraden.

Fig. 30. Kerne aus zwei Spermatocyten 1. Ordnung mit 4 in Bildung begriffenen Chromatintetraden.

Fig. 31. I. Reifungsteilung einer Spermatocyte 1. Ordnung; 4 Chromatintetraden in der Äquatorialplatte.

Fig. 32. Äquatorialplatte von der Seite aus einer eben solchen Zelle.

Fig. 33. Gruppe von 16 Spermatocyten II. Ordnung mit bläschenförmigen Kernen, die je 4 Chromatinelemente enthalten, und mit deutlich durch E. H. geschwärzten Verbindungsfasern. Die Zellen sind in 4 Quartetten angeordnet.

Fig. 34. Dito. 7 Zellen haben sich bereits in eine Ebene gedrängt.

Fig. 35. II. Reifungsteilung einer Spermatocyte II. Ordnung. 4 Chromatindyaden in der Äquatorialplatte.

Fig. 36. Gruppe von 32 unregelmäßig angeordneten Spermatiden mit sich auflösenden Spiremfäden.

Fig. 37. Querschnitt durch eine Gruppe von 32 Spermatiden, die in 2 Platten von je 16 Zellen angeordnet sind. Kerne in Ruhe, mit Nucleolen.

Fig. 38. Zwei plattenförmige Gruppen von je 16 Spermatiden, die sich eben voneinander getrennt haben: Kerne bläschenförmig, mit ziemlich fein verteiltem Chromatin. Verbindungsfasern noch im Zentrum der Platten erhalten.

Fig. 39. Querschnitt durch eine solche Gruppe von 16 Spermatiden; Nucleolen in den Kernen.

Fig. 40. Querschnitt durch eine 16 Zellenplatte mit in Bildung begriffenen Spermatozoen.

Fig. 41. Dito. Die Platte ist mehr nach der Kopfseite der künftigen Spermatozoen zu getroffen, so daß das Lumen im Zentrum das Auseinanderweichen der Zellen kennzeichnet.

Fig. 42. Typisches Bündel von 16 beinahe fertig ausgebildeten Spermatozoen.

Fig. 43—46. Spermatiden in Umbildung zu Spermatozoen.

Fig. 43. Beginn der Bildung des Mittelstückes und des Schwanzfadens von der Seite gesehen.

Fig. 44. Dito von oben gesehen.

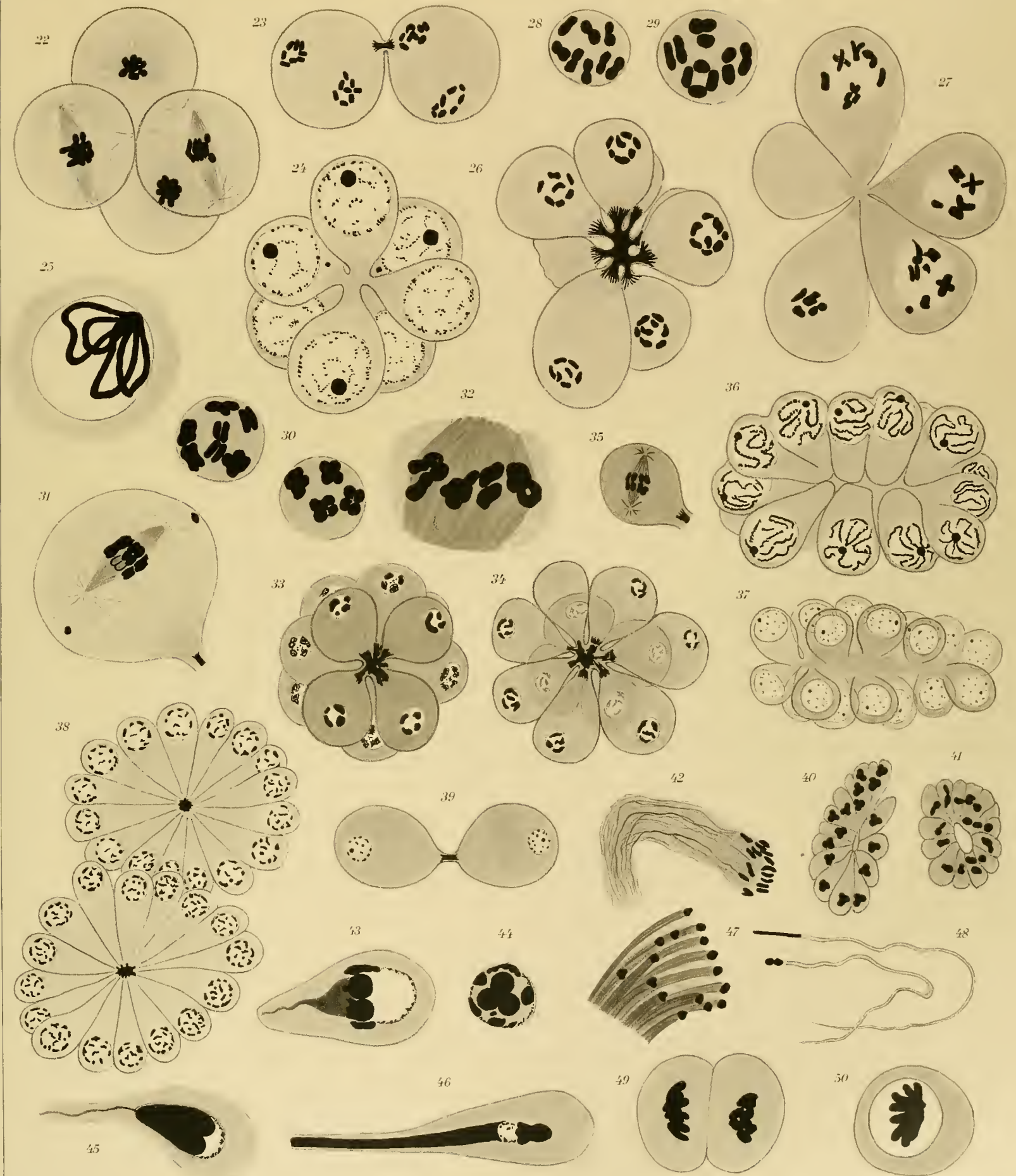
Fig. 45 u. 46. Weiter vorgeschrittene Stadien.

Fig. 47. Bündel von 16 in der Umbildung weit vorgeschrittenen Spermatiden.

Fig. 48. Zwei verschiedene Elemente aus einem in den Spermadukt eintretenden Zuge von Spermien eines und desselben Segmentes, das eine noch unfertig, mit kurzem, biskuitförmigem Kopf, das andere mit fadenförmigem fertig ausgebildetem Kopf.

Fig. 49. Zwei Oocyten, die eben aus der letzten Teilung der Oogonien hervorgegangen sind, aus der Keimzone des Ovariums eines *Sacc. papillocercus*.

Fig. 50. Oocyte der Keimzone mit Synapsis von *Sacc. major*.



Tafel XXIX.

F. Hempelmann, Die Geschlechtsorgane und -Zellen von Saccocirrus.

Tafelerklärung.

Tafel XXIX.

- Fig. 51—63. O o g e n e s e. (Besamung, Reifung der Eier; Fig. 58, 59 u. 61 von *Sacc. papillocercus*, alle übrigen von *Sacc. major*.)
- Fig. 51. Oocyte der Keimzone mit Spiremknäuel in Bukettform.
- Fig. 52. Besamte Oocyte am Anfang des Wachstumsstadiums.
- Fig. 53. Dito gegen Ende des Wachstumsstadiums.
- Fig. 54. Oocyte in Dotterbildung begriffen. Ein Spermatozoon liegt innerhalb der Follikelhülle.
- Fig. 55. Besamte Oocyte, am Ende des Wachstums. Der Kopf des eingedrungenen Spermatozoons beginnt seine bisher beibehaltene fadenförmige Gestalt aufzugeben.
- Fig. 56. Oocyte kurz vor der I. Reifungsteilung mit Chromatintetraden.
- Fig. 57. I. Reifungsteilung einer Oocyte I. Ordnung von *Sacc. major*. Der Kopf des eingedrungenen Spermiums zu einer dichten Masse zusammengeballt. I. Richtungsspindel mit 4 Chromatintetraden in Seitenansicht.
- Fig. 58. Dito von *Sacc. papillocercus*. I. Richtungsspindel in Aufsicht.
- Fig. 59. II. Reifungsteilung einer Oocyte II. Ordnung von *Sacc. papillocercus*. Das Centrosoma des männlichen Kernes teilt sich.
- Fig. 60. Die beiden Richtungskörper eines reifen Eies mit männlichem und weiblichem Vorkern aus dem Ovar von *Sacc. major*.
- Fig. 61. Dito aus einem Ei in der Leibeshöhle von *Sacc. papillocercus*. Der Kern des I. Richtungskörpers hat sich geteilt.
- Fig. 62. Reifes Ei aus dem Ovar von *Sacc. major* mit männlichem und weiblichem Vorkern.
- Fig. 63. Dito aus der Leibeshöhle von *Sacc. major*.

