

ZUR KENNTNIS DER SPERMIIEN DER EVERTEBRATEN, I.

Taf. I—XIII.

Im Begriffe, bei verschiedenen Evertibraten eine Reihe von Untersuchungen über den Befruchtungsprozess und die ersten Phasen der Eientwicklung auszuführen, erkannte ich bald, dass für ein möglichst tiefes Eindringen und eine richtige Beurtheilung der Verhältnisse eine umfassendere und genauere Kenntniss der hierbei betheiligten Gewebstheile, der *Spermien* und der *Eier*, als wir bis jetzt besitzen, eine unerlässliche Vorbedingung ist. Zwar sind sowohl hinsichtlich der Spermien als der Eier in der letzteren Zeit, manche schöne Untersuchungen gemacht und wichtige Ergebnisse verzeichnet worden. Gerade bei den gewaltigen Stämmen der Wirbellosen, bei welchen das Studium des Befruchtungsprozesses v. A. auszuführen ist, sind unsere betreffenden Kenntnisse sowohl in extensiver als in intensiver Beziehung offenbar noch gar zu lückenhaft, um ein möglichst tiefes Eindringen in die fraglichen, überaus bedeutungsvollen, aber schwer greifbaren Vorgänge zu erlauben.

Im letzt verflossenen Sommer fing ich aus diesen Gründen zuerst mit der Erforschung der Gestalt- und Bauverhältnisse der Geschlechtszellen und besonders der *Spermien* an. Schon bei meinen Spermienstudien im J. 1881 ersah ich ja, dass auf diesem Gebiete ein in hohem Grade reiches und viel versprechendes Forschungsfeld zu bearbeiten vorlag, worauf ich auch in meiner Mittheilung im genannten Jahre hinwies (Biol. Studien, 1881, VI, Zur Kenntniss der Spermatozoen). Da ich aber damals mit anderen Arbeiten sehr beschäftigt war, und da bald danach andere sehr bewährte Histologen, — ich nenne hier nur JENSEN, FÜRST, PICTET und v. A. die Gebrüder BALLOWITZ, — sich gerade der vergleichenden Morphologie der Spermien mit grossem Erfolge widmeten, wurden meine Studien von diesem Forschungsgebiete auf lange Zeit abgelenkt.

EMIL BALLOWITZ sowie sein Bruder KARL hatten ja durch eine Reihe vorzüglicher Arbeiten sowohl bei den Arthropoden, als bei den Tunicaten, Mollusken, Würmern, Echinodermen und Coelenteraten an vielen verschiedenen Vertretern der betreffenden Abtheilungen der Evertibraten mit guten Hilfsmitteln die Gestalt und den Bau der ausgebildeten Spermien untersucht, beschrieben und abgebildet. Und ich glaubte lange, dass es kaum möglich sei, selbst mit der neueren Technik, viel weiter ordringen zu können. Die Studien über die Spermien vom Menschen und Haie, die ich im J. 1902 ausführte, und deren Ergebnisse im X. Bande dieser meiner Biolog. Untersuchungen veröffentlicht worden sind, ermuthigten jedoch zur Fortsetzung auf diesem Gebiete. Ganz besonders hoffte ich, dass die Eisenalaun—Hämatoxylinmethode von M. HEIDENHAIN, die an den Spermien der Wirbellosen nur relativ wenig erprobt worden ist, gute Resultate geben könnte. Im letzten Juli fing ich nun an, auf die Spermien der Lumbricinen, der Hirudineen, der Helicinen und Limacinen diese Methode zu appliciren, aber ohne den erwarteten Erfolg. Ich entschloss mich deshalb, mich an die Meeresfauna zu wenden und begann Anfang 3 August in der schwed. zoologischen Station bei Kristineberg eine Reihe von Untersuchungen. Aber auch bei diesen versagte im Grossen und Ganzen die genannte Hämatoxylinmethode. Zwar färbte sich dadurch, nach dem Fixiren im Chromkalisublimat (n. ZENKER) oder nur Essigsäuresublimat (n. LENHOSSÉK) der Kerntheil, der Kopf, schwarz; es liessen sich aber nur ausnahmsweise wirkliche Centralkörper färben und differenziren. In einzelnen Fällen fand ich aber zu meiner Ueberraschung, statt der Schwarzfärbung des Kopfes, unter demselben, am Ansatz des Schwanzes, eine gewisse Anzahl distinkt schwarz gefärbter rundlicher Körner, welche an den meisten Präparaten, die in gleicher Weise behandelt waren, nicht gefärbt und deshalb kaum sichtbar waren. Es erwies sich in Folge dessen

als nothwendig, auch andere Methoden zu prüfen oder herauszufinden, wodurch konstantere Ergebnisse erzielt werden könnten. Nach einer Durchprüfung verschiedener Fixirungs- und Färbungsmethoden kam ich zu meiner alten Behandlungsweise v. J. 1881 mit Ueberosmiumsäure ($\frac{1}{2}$ —1%) und Rosanilin (Fuchsin) mit nachfolgendem Einlegen in essigsaures Kali als der sichersten und besten aller erprobten Methoden zurück; zur Controlluntersuchung wurde aber gewöhnlich auch zugleich die Fixirung in ZENKER's oder LENHOSSÉK's Mischung und die Färbung nach HEIDENHAIN gebraucht. Es erwies sich, dass ich hierdurch zu einer Reihe von Ergebnissen gelangt bin, die in mehr faden Hinsicht die Kenntnis der Spermien etwas weiter führen. Durch die Ueberosmiumsäure wird, wie auch E. BALLOWITZ betont, die Gestalt der Spermien in schönster Weise fixirt, und zwar oft viel besser als in den verschiedenen Sublimatmischungen; das Rosanilin färbt protoplasmatische Theile, die in anderer Weise nur ausnahmsweise gut sichtbar werden, und das essigsaure Kali fixirt in diesen Theilen die rothe Farbe des Rosanilins, obwohl nach längerer Zeit (nach Monaten) ein Erblässen der Farbe nicht selten eintritt. Beim Aufbewahren im essigsauren Kali schrumpfen auch die Gewebstheile nicht, wie beim Ueberführen der Präparate durch Alkohol und Xylol in Kanadabalsam; sie zeigen sich ferner im essigsauren Kali viel distinkter und schärfer konturirt als im Balsam.

Von Macerationsmethoden versuchte ich sowohl die von mir früher (1881) benutzte, in etwas erwärmtem süßem Wasser mit nachfolgendem Eintrocknen, als auch die von E. BALLOWITZ empfohlene Behandlung mit 3—10 % Salzwasser. Für das Studium der Zusammensetzung des Achsenfadens des Schwanzes ist, wie dieser Forscher nachgewiesen hat, offenbar die letztere Behandlungsweise gut geeignet. Für andere Zwecke ist aber, wie ich unten zeigen werde, die Maceration in süßem oder sehr schwach salzigem Wasser von Nutzen.

In allen Fällen ist die vorsichtige Ausbreitung des frisch gewonnenen Spermas an der Fläche des Deckglases, sei es in einem kleinen Tropfen Wasser oder Fixirflüssigkeit (Ueberosmiumsäure, Zenker'sche oder Lenhossék'sche oder Carnoy'sche oder Hermann'sche Mischung u. s. w.) mit nachfolgender Eintrocknung die entschieden geeignetste Methode, um das Studium der Präparate bei starker Vergrößerung mit Vortheil vornehmen zu können. Ich habe hierzu ein grosses neues Mikroskop von Zeiss mit Kreutztisch und apochromat. Objectiv von 2.2 mm., (Apert. 1.30 und 1.40, Homog. Imm., v. A. zusammen mit dem Compensationsocular 12), benutzt und bin mit der Schärfe der Bilder sehr zufrieden.

Da aber die auch beim Ocular 12 zu zeichnenden Figuren in der betreffenden Grösse zu klein ausfallen würden, um eine genaue Wiedergabe aller sichtbaren Strukturverhältnisse zu erlauben, wurden sämtliche Bilder noch dreimal linear vergrößert, was zu berücksichtigen ist, wenn man sie mit den bisherigen Abbildungen anderer Forscher vergleichen will.

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Thiere war ich natürlicherweise in erster Linie auf die Untersuchung der an unserer Westküste, also im Kattegat, lebenden Thiere hingewiesen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass bei den verschiedenen Thieren — auch unter den Wirbellosen — das Sperma zu verschiedenen Jahreszeiten reif wird. In dieser Hinsicht lagen bei uns bis jetzt nur sehr wenige Untersuchungen und Angaben vor, so dass ich von Anfang an ein unsicheres Suchen und Prüfen bei den einzelnen Thieren vornehmen musste. Es zeigte sich hierbei, nicht nur dass bei nahe verwandten Thieren die Zeit der Brutreife differiren, sondern auch dass dieselbe Thierart an verschiedenen Localitäten derselben Meeresbucht, ja, obwohl ausnahmsweise, auch an derselben Localität eine etwas wechselnde Reife darbieten kann. Da nun meine Untersuchungen vom Anfang August bis zum 10. September vorgenommen wurden, so wurde hierdurch mein betreffendes Forschungsgebiet in mehr facher Hinsicht beschränkt. So z. B. hatten die meisten Gastropoden schon vor dieser Zeit ihr Sperma abgeliefert. Es war mir deshalb von grossem Interesse, doch aus so vielen der wichtigeren Ordnungen der verschiedenen Stämme Vertreter zu finden, die reifes Sperma darboten.

Mich interessirten von vornherein v. A. die *Würmer*, und ganz besonders die *Chätopoden*. Unter den Würmern sind von den verschiedenen Forschern fast nur die Lumbricinen und die Hirudineen genauer studirt worden. So hat z. B. E. BALLOWITZ in seiner vorzüglichen Abhandlung v. J. 1894 nur den *Lumbricus terrester* untersucht. »Leider konnte ich«, sagt er, »aus dieser Tierklasse nur *Lumbricus terrester* L. untersuchen«. In der übersichtlichen neuen Darstellung, die in KORSCHULT und HEIDER's grossem Lehrbuch der vergleich. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere (Allg. Theil, 1. Lief., 1902) von den Spermien dieser Thiere gegeben ist, findet man auch

von keinen anderen Repräsentanten des Stammes der Würmer die Spermien berücksichtigt. Zwar hat EISEN vom *Notomastus* und PICTET von *Eteone* mit Abbildungen versehene Darstellungen gegeben; diese sind aber wenig erschöpfend.

In der sonstigen einschlägigen weit umfassenden monographischen Litteratur sind auch von einzelnen Thieren, z. B. von gewissen Nematoden und Bryozoen u. s. w., Spermien gelegentlich beschrieben und abgebildet worden. Obwohl ich eine grössere Anzahl solcher Werke und Abhandlungen durchgemustert habe, traf ich doch keine Angaben und Figuren, welche die Spermien so genau berücksichtigen, dass ich sie für meine Zwecke benutzen konnte. Die fraglichen Untersuchungen sind nicht mit Hülfe der neuesten, hoch entwickelten Technik ausgeführt worden und im ganzen auch nur ziemlich spärlich. Hier eröffnete sich also augenscheinlich ein recht wenig angebautes Feld.

In der That hatte ich schon im Sommer 1902 gelegentlich die Spermien eines Polychäten studirt, die wegen ihrer primitiven Gestalt zu fortgesetzter Erforschung der Spermien der Würmer der Meeresfauna aufforderten. Da gerade die am meisten untersuchten Würmer, die Lumbricinen und Hirüdineen sowie die Bryozoen, eigenthümlich differenzierte Spermienformen darbieten, so würde es besonders werthvoll sein, ursprünglichere Formen zu finden.

Von den übrigen Stämmen der Wirbellosen interessirten mich am meisten die *Mollusken*. Auch von diesen hat man bis jetzt fast nur gewisse Pulmonaten (die Heliciden und Limaciden), sowie die *Littorina* und v. A. die *Paludina* und ausserdem noch die Cephalopoden mehr oder weniger genau untersucht. Diese Vertreter des Molluskenstammes zeigen ebenfalls sehr eigenthümlich differenzierte Spermienformen. Die *Amphineuren* und *Lamellibranchier* waren hinsichtlich der Spermien noch sehr wenig bekannt. E. BALLOWITZ hat zwar die *Anodonta* und die *Patella* untersucht; seine Angaben und Figuren von den Spermien dieser Thiere wiesen auf einfachere, primitivere Formen hin und ermuthigten zu fortgesetzter Nachforschung.

Ferner wünschte ich auch im Stamme der *Echinodermen* die Spermien einiger Vertreter zu untersuchen. Die der Echiniden, die auch mir durch eigene Studien schon längst näher bekannt waren, sind von mehreren Forschern besonders gelegentlich des Befruchtungsprocesses erwähnt und geschildert worden, und PICTET hat sogar in neuerer Zeit eine eingehendere Darstellung derselben gegeben; E. BALLOWITZ hat bei einigen Asteriden interessante Formen von Spermien beschrieben.

Dagegen war es diesmal nicht meine Absicht, die *Arthropoden* zu behandeln. Von den *Insecten* haben die Gebrüder BALLOWITZ schon in dieser Hinsicht eine ganze Reihe von Formen geschildert. Gewiss wäre eine noch tiefer eindringende Untersuchung wünschenswerth; meine Zeit reichte aber nicht hin, diesmal dieses grosse Gebiet zu betreten. Die *Crustaceen* lockten mich nicht besonders, weil die Spermien dieser Thiere so eigenthümlich differenzirt sind, dass man ihre Zusammensetzung kaum ohne umfassende und zeitraubende spermatogenetische Studien zu eruiren vermag. In Folge dessen habe ich unter ihnen nur die Spermien der Cirrhipeden, die schon von v. KÖLLIKER, NUSSBAUM und BALLOWITZ untersucht worden sind, zum Studium gewählt.

Nicht nur hinsichtlich der am meisten differenzirten, vom Grundtypus am meisten abweichenden Formen der Spermien, gilt es dass man ihre *Spermatogenese* eingehend studiren muss, um die Homologien verstehen zu können. Es trifft dies auch, obwohl weniger, hinsichtlich der primitiveren, einfacher gebauten Spermien zu. Deshalb ist es von vornherein meine Absicht gewesen, der Spermatogenese der fraglichen Thiere eingehend Studien zu widmen. Ich fand es aber angemessen, zuerst die fertigen Stadien zu erforschen, um dann unter ihnen die für die Eruirung der Spermatogenese geeignetsten Formen auszuwählen. Dies ist auch hinsichtlich des Studiums der *Befruchtung* meine Absicht gewesen. Erst nachdem man die verschiedenen reifen Spermienformen kennt, lassen sich mit Vortheil unter ihnen solche auswählen, welche zur Erforschung der Vorgänge bei der Befruchtung am meisten geeignet sein dürften.

Was meine Wahl von Thieren angeht, die ich betreffs der Spermien zu untersuchen wünschte, so habe ich mich u. A. bemüht, eben solche zu erhalten, die von JENSEN, PICTET und E. BALLOWITZ untersucht worden sind. Ich wünschte nämlich feztustellen, ob auch bei diesen einige von mir gefundene interessante Strukturverhältnisse darzulegen seien.

Die von JENSEN in seiner übersichtlichen Arbeit vom J. 1883 über die Spermatogenese der Wirbellosen¹⁾ beschriebenen Spermien stammten von folgenden Thieren her: *Plagiostomum vittatum*, *Clitellio arenarius*, *Triopa clavigera*, *Cucumaria frondosa*.

¹⁾ O. S. JENSEN, *Recherches sur la spermatogénèse*. Archives de Biologie, T. IV, 1883.

PICTET¹⁾ beschrieb die Spermien folgender Evertabraten:

1. *Echiniden*: v. A. vom *Strongylocentrotus lividus*.
2. *Siphonophoren*: v. A. vom *Halistemma rubrum*.
3. *Pteropoden*: *Cymbulia Peronii*.
4. *Cephalopoden*: *Sepia officinalis*.
5. *Anneliden*: *Eteone pterophora*.
6. *Tunicaten*: *Salpa virgula*.

Die von E. BALLOWITZ in seiner genannten Abhandlung v. J. 1894²⁾ beschriebenen und abgebildeten Spermienformen sind folgende:

1. *Tunicaten*: *Ciona intestinalis*, (Phallusia spec.).
2. *Mollusken*: *Sepia officinalis*, *Patella pellucida*, *Littorina rudis*, *Anodonta*. (*Helix pomatia*, *Aplysia depilans*, *Pleurobranchæa Meckelii*), *Doris tuberculata*.
3. *Würmer*: *Lumbricus terrester*.
4. *Echinodermen*: *Crossaster papposus*, *Ophiothrix fragilis*, *Cucumaria Planci*.
5. *Coelenteraten*: *Aurelia aurita*, *Cyanea spec.*, *Tealia crassicornis*.

Wie oben erwähnt, habe ich hinsichtlich der vorliegenden Frage eine grössere Anzahl verschiedener Tierformen untersucht. Bei Repräsentanten der folgenden Genera traf ich während des angegebenen Zeitraums reife Spermien:

1. Würmer:	3. Brachiopoden:	2. Lamellibranchien:	3. Gastropoden:
1. Polychäten:	<i>Terebratula</i> .	<i>Nucula</i> .	<i>Patella</i> .
<i>Nephtys</i> ,	4. Bryozoen:	<i>Anodonta</i> .	4. Cephalopoden:
<i>Glycera</i> ,	<i>Alcyonidium</i> .	<i>Lucina</i> .	(<i>Rossia</i>).
<i>Glycinde</i> ,	5. Nemertinen:	<i>Cyprina</i> .	3. Echinodermen.
<i>Lepidonotus</i> ,	<i>Malacobdella</i> .	<i>Syndosmya</i> .	1. Ophiuroideen:
<i>Brada</i> ,	6. Tunicaten:	<i>Venus</i> .	<i>Ophiura</i> ,
<i>Ophiodromus</i> ,	<i>Cione</i> ,	<i>Axinus</i> .	<i>Ophiothrix</i> .
<i>Sabellaria</i> ,	<i>Clavellina</i> .	<i>Leda</i> .	2. Echinoideen:
<i>Ammotrypane</i> ,	2. Mollusken.	<i>Corbula</i> .	<i>Echinus</i> .
<i>Arenicola</i> ,	1. Amphineuren:	<i>Pecten</i> .	4. Coelenteraten.
<i>Notomastus</i> .	<i>Chaetoderma</i> .	<i>Mytilus</i> .	1. Skyphozoen:
2. Gephyreen:	<i>Chiton</i> .	<i>Modiola</i> .	<i>Cyanea</i> .
<i>Phascolosoma</i> .			2. Anthozoen:
			<i>Tealia</i> .

I. Die Spermien der Würmer:

Unter den Würmern sind, wie erwähnt, von den verschiedenen Forschern hauptsächlich die *Nematoden* (*Ascaris* etc.), die *Oligochäten* (*Lumbricus* etc.), die *Hirudineen*, die *Bryozoen* und die *Tunicaten* (*Cione*) zum Gegenstand der Studien über die Spermatogenese gewählt worden, und dabei sind zuweilen auch die reifen *Spermien* etwas eingehender berücksichtigt worden. Nur ausnahmsweise sind auch Polychäten hierfür gewählt, z. B. von EISEN gewisse Capitelliden (*Notomastus*) und von PICTET *Eteone*. BALLOWITZ scheint keine Polychäten für seine Untersuchung zur Verfügung gehabt zu haben.

Bei meinen Studien fand ich nun, dass gerade die *Polychäten* ein besonderes Interesse darbieten, indem sie sehr ursprüngliche Formen der Spermien haben, während die genannten Oligochäten, die Hirudineen und Bryozoen in

¹⁾ C. PICTET, *Recherches sur la spermatogénèse chez quelques Invertébrés de la Méditerranée*. Mittheilungen aus der Zoolog. Station zu Neapel, 10. Band 1891—93.

²⁾ E. BALLOWITZ, *Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. Karl Ballowitz über die Samenkörper der Arthropoden nebst weiteren spermatologischen Beiträgen, betreffend die Tunicaten, Mollusken, Würmer, Echinodermen und Coelenteraten*. Internat. Monatschrift f. Anat. u. Phys. 1894, Bd XI, H. 5. Die oben mit Klammern umgebenen Namen sind im Texte nur gelegentlich erwähnt, und die betreff. Spermien sind auf den Tafeln nicht abgebildet.

der Regel sehr differenzierte und theilweise schwer zu analysirende, schwer deutbare Formen aufweisen. Ich entschloss mich deshalb, eine Reihe von Vertretern aus möglichst verschiedenen Familien und Genera der Polychäten für diese Untersuchung auszuwählen. Es gelang mir in der That, bei 10 verschiedenen, mehr oder weniger getrennten Typen reife Spermien zu bekommen; bei manchen anderen waren die Spermien am Ende meiner Untersuchungsperiode noch nicht reif.

Schon im Anfang August des vorigen Jahres (1902) gelang es mir, ein Exemplar von *Nereis diversicolor* zu finden, bei welchem die Spermien ganz reif waren. In diesem Sommer habe ich eine grosse Anzahl derselben Nereisart untersucht, und zwar vom Anfang August an, ohne ein einziges Exemplar zu bekommen, bei dem die Spermien nur annäherungsweise reif waren. Ich habe seitdem während des ganzen Monats August und während September bis Dezember sowie von Januar bis April hin und wieder eine grössere Anzahl derselben Thierart untersucht. Die Spermienballen, die Spermatophoren mit ihren anhängenden Zellen boten während dieser ganzen Zeit ungefähr dasselbe Entwicklungsstadium dar, wie am Anfang August. Durch fortgesetzte Studien hoffe ich wohl die Jahreszeit zu finden, in welcher die Spermien dieses Thieres reifen, und dann noch ihren Bau eruiren zu können; sie scheinen nämlich ein besonderes Interesse darzubieten. Es mag jetzt nur hinzugefügt werden, dass auch die übrigen von mir untersuchten Nereisarten im August und September keine reifen Spermien hatten.

Ich gehe jetzt zur Darstellung der Spermien derjenigen Polychäten über, bei denen ich reife derartige Gebilde gefunden habe. Die Spermien dieser verschiedenen Thiere ähneln einander im wesentlichen; sie sind nach demselben ursprünglichen Typus gebaut und im allgemeinen nur wenig differenziert. Aber gerade dieser Typus ist von grundlegender Bedeutung, weil man eben von ihm die specialisirten, differenzierten Formen herzuleiten hat. Gerade die grosse Uebereinstimmung der verschiedenen Polychätenfamilien ist von Interesse, und die bei ihnen vorhandenen geringeren Differenzen sind um so mehr zu beachten.

1. Spermien von Polychäten.

Tafel I—IV.

1. *Nephthys spec.* (Tafel I, Fig. 1—7.)

Da die *Nephthys*arten oft sehr schwer, genau zu bestimmen sind, will ich hier nicht versuchen, die betreffende Art ganz sicher anzugeben, bei welcher ich die reifen Spermien Ende August antraf, jedoch glaube ich nicht zu irren, wenn ich sie als *Nephthys incisa* bezeichne.

Die reifen Spermien (Taf. I, Fig. 1) bestehen aus einem kugligen *Kopf* und einem langen, schmalen, fadenförmigen *Schwanz*. Nach der oben erwähnten Behandlung mit Ueberosmiumsäure — Rosanilin — essigsaurem Kali zeigt der kuglige Kopf am vorderen Ende eine röthlich gefärbte, flach-hügelartig hervorragende rundliche Scheibe, welche dem Spiess von mir, dem *Acrosoma* von v. LENHOSSÉK, dem *Perforatorium* von WALDEYER, bei den Vertebraten-Spermien entspricht. Von der Seite gesehen (Fig. 1, 2, 6 der Taf. I), ragt dieses Gebilde nur wenig hervor; es zeigt aber natürlicherweise einen geringeren Radius als der eigentliche Kopf; es bietet ein glänzendes Aussehen dar, ohne sichtbare feinere Struktur; die Fig. 3 zeigt seine Form perspectivisch als ein Oval, dies rührt aber von der schiefen Lage her, indem es, gerade von oben oder unten betrachtet, eine runde Form darbietet.

Der eigentliche *Kopf* zeigt auch ein glänzendes, stark lichtbrechendes Aussehen und zwar schon im lebenden Zustande. Er färbt sich, nach der Osmiumbehandlung, durch das Rosanilin nur schwach oder gar nicht und zeigt, wie Spermienköpfe im allgemeinen, keine feinere Struktur. Durch Delafield's Hämatoxylin nimmt er je nach der Einwirkungsdauer und der Stärke der Färbungsflüssigkeit eine bläuliche bis schwarzblaue Farbe an. Nach dem Fixiren in Sublimatlösungen (n. ZENKER, v. LENHOSSÉK) und Färben nach HEIDENHAIN (Eisenalaun-Hämatoxylin) färbt sich der Kopf mehr oder weniger schwarz (Taf. I, Fig. 6); nach kurzem Differenziren tritt das Perforatorium als heller Hügel hervor, während der eigentliche Kopf gewöhnlich noch nach stärkerem Differenziren die schwärzliche Farbe behält.

Am hinteren Ende des Kopfes, wo der Schwanz sich ansetzt, bemerkt man nach der Behandlung mit Osmium-Rosanilin, in der Seitenlage der Spermien 2 scharf markirte oder 3 etwas undeutlicher hervortretende runde Körner, welche die rothe Farbe intensiv aufgenommen haben und sie, besonders nach Behandlung mit essigsaurem Kali, gut festhalten. An den Spermienköpfen, die man vom hinteren Ende, entweder gerade oder schief, betrachten kann, erkennt man, dass *diese Körner in der Vierzahl vorhanden sind* und in einem regelrechten Viereck liegen

(Taf. I, Fig. 3). Sie sind stets sehr scharf umgrenzt und in der Regel von ungefähr gleicher Grösse; hin und wieder ist eins von ihnen grösser als das andere, oder sind zwei oder drei etwas grösser, so dass die relative Grösse der Körner zuweilen Variationen darbietet. Die Körner hängen sowohl mit dem vorderen Schwanzende als mit dem Kopf innig zusammen, so dass man sie nur äusserst selten abgelöst findet. Die dem Kopfe anliegende Fläche der Körner erscheint oft ein wenig abgeplattet.

Durch kurze Maceration mit destillirtem Wasser oder mit 0,7 % Kochsalzlösung gelingt es, eine starke Anschwellung des Kopfes hervorzurufen, so dass er fast unkenntlich oder ganz aufgelöst wird; wenn man nun mit Rosanilin (mit oder ohne vorhergeh. Osmiumbehandlung) färbt, bekommt man im Präparate ein schönes und interessantes Bild, nämlich eine Menge von Rosetten, die gewissermassen wie vierblättrige Blümchen aussehen und aus je vier rothen runden Körnern bestehen, welche an einem Stiel sitzen. Die Fig. 4 und 5 der Taf. I stellen zwei solche Gebilde dar. Es sind dies die oben beschriebenen Vierkörnergruppen, an denen der jeder angehörige Kopf unsichtbar gemacht worden ist. In der Mitte jeder Gruppe bemerkt man ein sehr feines rothes Körnchen, welches dem vorderen Ende des Schwanzes entspricht.

An den frischen sowohl wie an den fixirten, aber nicht gefärbten, Spermien bemerkt man diese Körner nicht oder nur andeutungsweise; sie sind nämlich äusserst hell und durchsichtig; nach der oben angegebenen Färbung mit Rosanilin erscheinen sie scharf und stark lichtbrechend.

Nach Fixirung in Sublimatmischungen und Färbung nach HEIDENHAIN bleiben sie auch in der Regel ungefärbt; in einzelnen Fällen aber färben sie sich intensiv schwarz und behalten diese Farbe noch, nachdem die schwarze Farbe des Kopfes durch Differenziren verblasst ist. Die Fig. 6 der Taf. I. gibt einen derartig behandelten Kopf wieder, an dem man in der Seitenansicht zwei schwarze Körner des Körnervierecks sieht. In anderen Fällen erkennt man auch an solchen Spermien perspectivisch noch das dritte Korn und in der Ansicht von hinten alle vier Körner. In diesen Präparaten bemerkt man ferner oft eine die Körner eng umschliessende helle Substanz, welche sie offenbar zusammenhält und sie zugleich in ihrer Lage am Kopf- und Schwanzende befestigt. Das Vorhandensein dieser äusserst geringen Substanz, die wohl auch als ein Rest des Zellenprotoplasmas (des Cytoplasmas) der Spermienzelle aufzufassen ist, erklärt, dass die Körner so fest anhaften und so sehr selten abgelöst werden.

Was nun die Deutung dieser interessanten Körner betrifft, so war ich, als ich sie zuerst fand, nicht sogleich ganz im Reinen damit. Das erste Mal, als ich sie antraf, war eben an Zenker-Heidenhainschen Präparaten, in welchen sie intensiv schwarz gefärbt waren, während die Köpfe selbst fast ungefärbt erschienen. Ich dachte dann sofort an Centrankörper. Nach fortgesetztem Studium kam ich aber immer mehr von dieser Deutung ab und bin nunmehr der Ueberzeugung, dass die Körner dem sog. *Nebenkern* v. LA VALETTE ST. GEORGES' entsprechen oder als *Mitochondrienkornkörper* im BENDA'schen Sinne vorhanden sind. Hierfür sprechen die meisten Verhältnisse, v. A. ihr Verhalten bei der Entwicklung der Spermien. Merkwürdig ist indessen ihr so *konstantes, regelrechtes* Vorkommen in derselben Gestalt, Anordnung und Lage. Es scheint dieses auf eine bestimmte Function, eine tief angelegte Bestimmung hinzudeuten, worauf ich später kurz zurückkommen werde. Ich werde sie hier, im Anschluss an die Benennung LA VALETTE ST. GEORGES', als *Nebenkernorgan* bezeichnen. Da sie mit dem Kern selbst keine eigentliche Verwandtschaft haben, scheint mir dieser Name angemessener als »Nebenkern« allein zu sein.

Der *Schwanz* stellt einen langen Faden dar, an dem man keine Trennung in Verbindungs- und Hauptstück wahrnimmt, wohl aber ein deutlich markirtes Endstück. Offenbar gibt es hier kein wirkliches Verbindungsstück, sondern nur *Hauptstück* und *Endstück*. Der Schwanz fängt, wie oben erwähnt, am hinteren Pole des Kopfes, in dem Zwischenraume der vier beschriebenen Körner, mit einem hier sichtbaren, sehr feinen Körnchen an, welches wohl als der eigentliche *Centrankörper* zu betrachten ist, obwohl er sehr unscheinbar und minimal ist. Der Schwanz setzt sich als ein dünner, etwa cylindrischer Faden von ungefähr gleicher Dicke bis zur Nähe des hinteren Endes fort; ungefähr so weit vom Hinterende wie der Kopf lang ist, verändert sich plötzlich die Dicke des Schwanzfadens, indem dieser in das *Endstück* übergeht, welches als äusserst feiner Faden ausläuft. Dass das Hauptstück, wie im allgemeinen bei den Spermien, von einer sehr dünnen Hülle umgeben ist, welche am Endstück zu fehlen scheint, wird auch bei diesen Spermien durch die Färbungstechnik verdeutlicht, indem der Schwanz durch die betreffenden Färbemittel bis zum Endstück auffallend stärker gefärbt wird als im letzteren.

Meine Versuche, durch Maceration in Kochsalzlösung nach BALLOWITZ, die Zusammensetzung des Schwanzfadens aus feineren Fäden nachzuweisen, gelangen nicht; da aber meine Zeit nicht hinreichte, um diese Versuche länger fortzusetzen und in geeigneter Weise zu modificiren, so sind diese negativen Ergebnisse gegen die von

BALLOWITZ bei so vielen anderen Thieren erzielten positiven nicht beweisend, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach gilt auch für diese Spermien der betreffende interessante Befund dieses Forschers.

Unter den reifen Spermien aus der Leibeshöhle von *Nephthys* fanden sich auch hin und wieder kleine Gruppen oder Haufen von solchen Gebilden, die zwar auch Spermien waren, deren Köpfe aber einen grösseren Umfang besaßen. An einem Theil dieser grösseren Köpfe sah man Körneransammlungen wechselnder Gestalt und Anordnung. Es lagen hier offenbar Entwicklungsformen, jüngere Stadien, vor. Unter diesen Spermienköpfen gab es auch solche, wo man Körner von ungefähr derselben Gestalt sah, wie die der oben bei den reifen Spermien beschriebenen Vierkörner-Rosetten, die aber in etwas grösserer Anzahl vorhanden waren. Ich sah solche Köpfe mit 6—8 Körnern, die in einem Ringe um den Schwanzansatz lagen (Fig. 7). Ich kam durch das Studium dieser Formen zu der Ueberzeugung, dass man auch bei diesen grossen, mehrkörnigen Spermien jüngere Stadien vor sich hatte, wo die Körner sich noch nicht in das reife Stadium umgewandelt hatten. Ich werde hier unten auf diese interessante Frage zurückkommen, und zwar bei einigen anderen Würmern, wo ich sie etwas eingehender studirt habe und von denen ich mehr Abbildungen dieser Stadien ausführen liess.

2. *Glycera alba*.

Taf. I, Fig. 8—12.

Da die hier oben gegebene Beschreibung der Spermien von *Nephthys* in ihren Hauptzügen sowohl auf diejenigen von *Glycera* als von manchen der übrigen Polychäten passt, so kann ich auf dieselbe hinweisen; ich werde die anderen nur kurz besprechen und dabei v. A. die Verschiedenheiten des Baues betonen.

Die Spermien von *Glycera* zeigen ebenfalls einen kugligen Kopf, der ein wenig kleiner als bei *Nephthys* ist, und einen Schwanz, der etwas länger zu sein pflegt.

Das *Perforatorium* des Kopfes besteht aus einem kleineren, aber mehr hervorragenden, an der Kante erhabenen und scharf abgesetzten Hügel von glänzendem Aussehen. Der eigentliche Kopf ist oft in der Längenrichtung etwas kürzer als der Quere nach. Die hinteren Körner sind konstant in der Anzahl von vier vorhanden, sie sind kugelig, etwas grösser als bei *Nephthys*, und zwar nicht nur relativ zum Kopfe, sondern auch absolut, und entweder alle von gleicher Grösse unter einander oder auch, obwohl seltener, etwas verschieden gross.

Am hinteren Schwanzende findet sich ein deutlich abgesetztes *Endstück*, ungefähr von der Länge des Kopfes.

Die Fig. 8 stellt ein Spermium in seiner ganzen Länge dar, von der Seite gesehen; die Fig. 9 das vordere Stück eines zweiten Spermium, ebenfalls gerade von der Seite gesehen; die Fig. 10 das Vorderstück eines dritten mit dem Kopfe schief von vorne, wodurch das *Perforatorium* perspectivisch vorliegt; die Fig. 11 bietet einen Kopf von hinten und Fig. 12 einen eben solchen beinahe von vorne betrachtet dar.

3. *Glycine*.

Taf. I, Fig. 13—18.

Die Spermien von *Glycine* sind denen von *Nephthys* und *Glycera* der Hauptsache nach sehr ähnlich. Am Vorderende des kugligen, von vorn nach hinten oft ein wenig abgeplatteten Kopfes findet sich aber ein *Perforatorium*, welches konisch ist und in eine feine Spitze ausläuft. Die *hinteren Körner* sind auch hier konstant vier; sie sind nicht so kugelig wie bei *Glycera*, sondern mehr abgeflacht, besonders an der dem Kopfe anliegenden Fläche. Die Fig. 13—15 zeigen dies deutlich in der Seitenansicht. Die Fig. 16 ist eine Ansicht schief von hinten, die Fig. 17 eine gerade von hinten her. Die Fig. 12 stellt ein Spermium in seiner ganzen Länge dar. Man sieht hier am Ende des *Schwanzes* das feine *Endstück* von ungefähr der Länge des Kopfes. Fig. 18 zeigt das Hinterende mit dem *Endstück* eines anderen Spermium.

Während dieser meiner Untersuchungen zeigte mir der damalige Assistent an der zoolog. Station Herr Licent. Phil. IVAR ARFWIDSSON alte Präparate von Spermien von *Glycine*, die er mit Ueberosmiumsäure und Delafield's Hämatoxylin behandelt hatte, und bei denen in der Seitenansicht hinter dem Kopfe je zwei hell blaugraue Körner sichtbar waren. Diese Körner waren offenbar eben derselben Natur wie die hier oben von mir näher beschriebenen und entsprachen den zwei von der Seite gewöhnlich sichtbaren Körnern der an den Spermien von *Glycine* konstant vorhandenen Vierkörnergruppe.

4. *Lepidonotus squamatus*.

Taf. II, Fig. 1—6.

Die Spermien von *Lepidonotus* sind von weit geringerer Grösse als die von *Nephtys*, *Glycera* und *Glycine*, und zwar sowohl in Bezug auf den Umfang des Kopfes als auf die Länge des Schwanzes. Der im ganzen kleine Kopf ist von ovaler Gestalt (Fig. 1—3); er zeigt vorn einen rundlichen, abgeplatteten, kleinen Hügel mit abgesetzter Kante, das *Perforatorium*, und hinten 4 runde *Körner* von gleicher Anordnung wie bei den oben beschriebenen Polychäten-Spermien (*Nephtys* etc.). Dies ist die Regel. Es kommen aber auch hier einzelne Spermien vor, an denen 5 solche Körner vorhanden sind; ja sogar 6 Körner sind ausnahmsweise wahrgenommen. Durch die oben erwähnte Macerationsmethode (dest. Wasser, Rosanilin) gelingt es isolierte Körnergruppen mit dem zugehörigen Schwanz massenhaft zur Ansicht zu bekommen, bei denen der betreffende Kopf entweder nur angeschwollen und ganz durchsichtig oder auch aufgelöst ist. Die Fig. 4, 5 und 6 der Taf. II gibt drei solche Körnergruppen mit resp. 4, 5 und 6 Körnern wieder. In der Mitte dieser Gruppen erkennt man das Körnchen, den *Centralkörper*, welcher dem vorderen Ende des Schwanzes ansitzt.

Der eigentliche *Schwanz* (Fig. 1) ist, wie oben erwähnt, relativ kurz und besteht, wie bei den anderen Polychäten, aus einem Hauptstücke und einem feinen Endstücke von ungefähr derselben Länge wie er des Kopfes.

5. *Brada villosa*.

Taf. II, Fig. 7—11.

Die Spermien von *Brada* ähneln in hohem Grade denen von *Nephtys*, obwohl sie im ganzen, sowohl in Bezug auf den Umfang des Kopfes als die Länge des Schwanzes, kleiner sind.

Das *Perforatorium* stellt auch hier eine niedrige, ja sogar noch niedrigere, nach vorn hin schwach convexe, rundliche Platte dar, die sich mit Rosanilin etwas stärker als die Kopfschubstanz färbt. Der *Kopf* ist kuglig und trägt am hinteren Umfang als Regel vier kuglige *Körner*, von denen in der geraden Seitenansicht nur zwei, in schiefer Lage aber 3—4 sichtbar sind (Fig. 8 und 9). Von hinten betrachtet, zeigt der Kopf alle vier Körner in dem üblichen Viereck (Fig. 10). Nach der Maceration erhält man (Fig. 11), wie bei den oben schon beschriebenen Polychäten-Spermien, die schönen Vierkörnergruppen mit dem kleinen Körnchen in der Mitte, von dem der Schwanzfaden ausgeht. In seltenen Fällen trifft man auch hier, statt 4, 5 Körner in einer Rosette angeordnet. Der *Schwanz* ist von verhältnismässig geringer Länge und zeigt am hinteren Ende ein feines Endstück von der ungefähren Länge des Kopfes.

6. *Ophiodromus vittatus*.

Taf. II, Fig. 12—17.

Auch bei *Ophiodromus* findet man den ähnlichen Typus der Spermien. Der im ganzen kuglige *Kopf* ist aber vorn etwas zugespitzt; er trägt hier ein sehr kleines und niedriges, rundliches *Perforatorium*; am hinteren Ende ist als Regel eine Gruppe von 4 kugligen Körnern vorhanden (Fig. 12, 13 und 14). Von hinten betrachtet, zeigt der Kopf sehr schön diese Vierkörnergruppe, die auch nach der Maceration (Fig. 16) scharf hervortritt; in der Mitte dieser Gruppen erkennt man das centrale Korn, von dem der Schwanz ausläuft. In selteneren Fällen trifft man unter den reifen Spermien einzelne, bei welchen statt der Vierkörnergruppe eine Rosette von 5 Körnern vorhanden ist (Fig. 17).

Der Schwanz ist verhältnismässig kurz und läuft am hinteren Ende in ein sehr kurzes feines *Endstück* aus.

7. *Sabellaria spinulosa*.

Taf. III, Fig. 1—5.

Die Spermien von *Sabellaria* sind im Ganzen von geringer Grösse. Besonders ist der *Kopf* ziemlich klein; er ist nicht ganz kuglich, sondern etwas in die Länge gestreckt, von etwas ovaler Form. Am vorderen Ende trägt er ein knopf- oder tutenförmig hervorragendes *Perforatorium*, das vorn entweder abgerundet oder mehr quer abgestutzt ist und am Ansatz am Kopfe eine ringförmige Verdickung zeigt, die sich stärker färbt und im optischen Durchschnitt als zwei Körner erscheint.

Am hinteren Umfang des Kopfes erkennt man, wie bei anderen Polychäten, die Gruppe von 4 kugligen Körnern, von denen in der Seitenansicht nur zwei, oder in perspectivischer Anordnung drei sichtbar sind. Bei der Ansicht der Köpfe von hinten her sieht man alle vier Körner in einem regelmässigen Viereck; ebenso in den erwähnten Macerationspräparaten (Fig. 3—5), mit dem fein gekörnten Vorderende des Schwanzes. Die Körner sind in der Regel von gleicher Grösse (Fig. 3), hin und wieder aber verschieden gross (Fig. 4 und 5).

Der schmale *Schwanz* endigt mit einem feinen *Endstück*, das gewöhnlich etwas länger ist als der Kopf.

Es war eben an den Spermien von *Sabellaria*, wo ich zuerst die Vierkörnergruppen am hinteren Umfang des Kopfes entdeckte und feststellen konnte, und zwar in Präparaten, die nach ZENKER und HEIDENHAIN behandelt waren, und in denen die vier Körner nach starker Differenzirung noch schwarz gefärbt waren, obschon der eigentliche Kopf entfärbt vorlag. In macerirten Präparaten erhielt ich auch eine schöne Schwarzfärbung der Vierkörnergruppen mit dem ansitzenden Schwanz; die Fig. 3—5 sind nach solchen Präparaten gezeichnet.

8. *Ammotrypane aulogaster*.

Taf. III, Fig. 6—10.

Diese Spermien sind, wenn sie reif sind, ebenfalls klein. Der *Kopf* ist beinahe kugelförmig, doch ist nach vorn hin eine sehr schwache Zuspitzung bemerkbar. Das *Perforatorium* stellt einen kleinen abgerundeten Hügel dar. Am hinteren Umfang des Kopfes trifft man die 4 Körner in regelmässiger Vierecksgruppe (Fig. 7, 8 und 9), was besonders in der Ansicht des Kopfes von hinten (Fig. 9) deutlich wird.

Der *Schwanz* (Fig. 6) ist verhältnissmässig kurz und schmal; er endigt hinten mit einem feinen *Endstück*, das vom Hauptstück weniger scharf abgesetzt ist als bei *Sabellaria* und den meisten anderen Polychäten-Spermien.

Im unreifen Zustande sind die Köpfe auffallend grösser. Es ist zwar nicht meine Absicht, diesmal auf die Entwicklung derselben näher einzugehen, sondern nur beiläufig zu erwähnen, dass man in den Präparaten hin und wieder Gruppen von unreifen Spermien antrifft, wo die Köpfe noch als grosse Kerne (Fig. 10) erscheinen, deren Kernstruktur zwar nicht mehr sichtbar ist, die aber noch von einem Mantel von Protoplasma umgeben sind, in welchem rundliche Körner liegen. Diese Körner sind in der Regel zahlreich und liegen ohne bestimmte Anordnung bald mehr seitlich, bald mehr rings um den Kern; in diesen Körnern hat man offenbar Vorstufen zu den Vierkörnergruppen zu erblicken, die dann durch eine starke Reduction und Concentration entstehen und im Stadium der Reife ihre constante Lage rings um den Schwanzansatz am hinteren Umfange des Kopfes einnehmen.

9. *Arenicola marina*.

Taf. III, Fig. 11—20.

Die Spermien von *Arenicola* sind die kürzesten von den von mir untersuchten Polychäten-Spermien, sogar nicht halb so lang wie die von *Nephtys*. Dies betrifft jedoch verhältnissmässig weniger den Kopf als den Schwanz. Der *Kopf* ist, wie bei *Sabellaria*, als Regel etwas in die Länge ausgezogen, von ovaler Form. (Fig. 11, 12, 13, 15 und 16),

nur selten mehr kugelig (Fig. 14). Er trägt vorn ein relativ kräftig entwickeltes *Perforatorium*, welches aus einer rundlichen, ziemlich stark hervorragenden, vorn aber in der Regel abgeplatteten Scheibe besteht, deren hintere-äussere Kante verdickt erscheint und die Farben kräftig aufnimmt; in den Präparaten nach ZENKER-HEIDENHAIN ist nach guter Differenzierung diese Kante des Perforatoriums schwarz, während die vordere Wölbung hell erscheint (Fig. 13); an manchen Spermien findet man in diesen Präparaten die vordere Wölbung blasenartig vorgetrieben (Fig. 15), ja sogar als eine grosse helle Blase (Fig. 16), wobei die hintere-äussere Kante noch als dicker schwarzer Ring geblieben ist; schief von der Seite gesehen (Fig. 18) zeigt dieser Ring eine Andeutung von Zusammensetzung aus Körnchen.

Am hinteren Ende des Kopfes findet sich eine in Rosanilin sich stark färbende Scheibe, welche oft nur eine unbestimmte körnige Zusammensetzung darbietet; bei näherem Studium erkennt man aber hier und da, dass auch bei diesen Spermien die hintere Scheibe die bei anderen Polychäten gewöhnlich vorhandenen 4 *Körner* beherbergt (Fig. 11, 12, 13), obwohl diese hier durch eine reichlichere umhüllende Substanz etwas masquiert sind. In den nach ZENKER-HEIDENHAIN behandelten Präparaten sieht man diese Körner bald als helle runde Flecken in dunkler Umhüllung (Fig. 15), bald als schwarze Körner (Fig. 13 und 16), die von der fraglichen Substanz mehr oder weniger umgeben sind. In den macerirten Präparaten trifft man auch Gruppen von Spermien, an denen, statt der beschriebenen Körnerscheibe, vier bis fünf feinkörnige Arme radiirend nach der Seite auslaufen (Fig. 19 und 20); es scheint, als ob in diesen Fällen durch die Maceration eine Umformung der Substanz eingetreten sei. Schliesslich kommen auch ausnahmsweise bei den Spermien von *Arenicola*, statt der vier hinteren runden Körner, fünf solche vor (Fig. 14, 17 und 18).

Der *Schwanz*, der im Centrum der Körnergruppe (Fig. 18) mit einem runden Körnchen anfängt, ist, wie oben erwähnt, ungewöhnlich kurz; er ist auch ganz schmal und geht am hinteren Ende in ein deutlich ausgeprägtes, sehr feines *Endstück* über, welches gewöhnlich ein wenig länger ist als der Kopf.

10. *Notomastus latericius*.

Taf. III, Fig. 21—23.

Als Vertreter der Capitelliden untersuchte ich den *Notomastus latericius*. Die Spermien dieses Thieres sind denen der oben behandelten Polychäten im Ganzen ähnlich, indem sie ebenfalls aus einem kugligen *Kopf* mit *Perforatorium* und hinteren Körnern und aus einem schmalen *Schwanz* mit *Endstück* bestehen. Das *Perforatorium* ist aber ganz eigenthümlich, indem es am Vorderende des Kopfes nicht hervorragt, sondern in dasselbe als ein verhältnissmässig grosses halbkugliges Gebilde eingesenkt ist (Fig. 21, 22 und 23); es ist von glänzendem, stark lichtbrechendem Aussehen, und scheint am Vorderende abgeplattet zu sein. Die am hinteren Ende des Kopfes befindlichen *Körner* sind in der Regel 4; nicht selten traf ich aber auch 5 oder zuweilen sogar 6, was besonders deutlich an macerirten Spermien zu sehen war, wo der Kopf selbst angeschwollen und ganz durchsichtig gemacht worden war; bei solchen macerirten Spermien war das *Perforatorium* noch in seiner Lage oder in der nächsten Umgebung vorhanden, und zwar als eine glänzende Halbkugel (Fig. 25, rechts.). Von der Mitte der Körnergruppen ging von je einem kleinen, gewöhnlich stark gefärbten Körnchen, dem *Centralkörper*, der *Schwanzfaden* aus; letzterer ist ziemlich kurz und geht in ein scharf abgesetztes *Endstück* über, das ungefähr die Länge des Kopfes hat.

In der grossen Monographie über die Capitelliden (Fauna, Flora Golf. Neapel 16, 1887), die H. EISEN veröffentlicht hat, kommen gelegentlich an einigen Stellen Besprechungen der Spermatogenese und einige, obwohl ganz kleine und im Ganzen nicht hinreichend deutliche, Abbildungen von Spermien vor. An einer dieser Stellen giebt der Verf. einige genauere Angaben über die Spermien des *Notomastus* (fertilis), welche von Interesse sind. S. 141 sagt er: Die Köpfe der Spermatozoen »enden spitz und zwar erscheint die Spitze wie durch eine Furche vom übrigen Körper abgeschnürt. Viele, mehr rundliche Spermatozoen schienen am Vorderende an Stelle der Spitze mit einem und am Hinterende mit zwei Kügelchen besetzt zu sein; ich vermag aber nicht anzugeben, ob letztere Form nur eine Entwicklungsstufe repräsentirt, oder ob bei unseren Thieren zweierlei reife Samenthierchen vorkommen«. In dieser Beschreibung findet sich wohl etwas Richtiges unter den unrichtigen Angaben. Bei dem von mir untersuchten *Notomastus* enden zwar die Spermienköpfe nie spitz und nie durch eine Furche vom übrigen Körper abgeschnürt; auch fanden sich am Vorderende nie zwei Kügelchen. Dagegen sind am Hinterende des Kopfes nicht nur zwei, sondern 4 (bis 5 oder sogar mehr) Kügelchen vorhanden. EISEN liess es auch unentschie-

den, ob die beiden Spermienarten nur als Entwicklungsstufen oder als besondere reife Spermien aufzufassen seien. Bei dem von mir untersuchten *Notomastus* giebt es nur eine Art reifer Spermien, die von mir hier oben beschrieben, und es ist wohl im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass bei dem von Eising untersuchten zwei besondere reife Spermienarten vorkommen.

2. Die Spermien der Gephyreen.

Phascolosoma strombi.

Taf. IV, Fig. 1—9.

Von Gephyreen habe ich nur *Phascolosoma strombi* untersucht. In Folge der Verwandtschaft der Gephyreen und Polychäten liess es sich von vornherein als wahrscheinlich annehmen, dass ihre Spermien nach demselben Typus gebaut sein dürften. Dies zeigte sich auch in auffallendem Grade bestätigt.

Die Spermien von *Phascolosoma strombi* bestehen aus einem kugligen *Kopfe*, an dem man nur hin und wieder am vorderen Ende eine schwache Zuspitzung erkennt, und einem relativ kurzen *Schwanz*. Der Kopf ist von verschiedener Grösse, oft recht klein (Fig. 4), besonders bei den vollständig reifen. Das *Perforatorium* ist klein und wenig ausgesprochen, von rundem Umfang und mitten spitz hervorragend. An der hinteren Partie des Kopfes sind runde Körner vorhanden, welche bei den reifen Spermien fast immer 4 sind (Fig. 1—5) und, wie bei den beschriebenen Polychäten-Spermien, ein regelmässiges Viereck bilden; in der Ansicht gerade oder schief von hinten (Fig. 5) ist dies sehr deutlich.

Der *Schwanz* ist schmal fadenförmig, ohne eigentliches Verbindungsstück, und endigt hinten mit einem oft gut abgesetzten, feinen *Endstück* (Fig. 1).

Unter den schon reifen Spermien traf ich aber auch einzelne, an denen 5 und sogar 6 Körner vorhanden waren (Fig. 6 und 7). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass solche Spermien noch nicht ganz reif waren. Bei den sicher unreifen traf ich nämlich eine noch grössere Anzahl von Körnern, die sich entweder um den hinteren Umfang des Kopfes, obwohl unregelmässig, angeordnet hatten (Fig. 8), oder auch hier und da am ganzen Umfang desselben angesammelt lagen (Fig. 9). Die Färbung dieser Körner zeigte, dass sie von derselben Natur waren wie, die vier Körner der reifen Spermien. Die Köpfe der unreifen Spermien sind, wie bei den Polychäten, in der Regel auffallend grösser als die der reifen.

3. Die Spermien von Brachiopoden.

Terebratula caput serpentis.

Taf. IV, Fig. 10—19.

Die Spermien von *Terebratula* haben, wie die der Polychäten und Gephyreen, einen kugligen *Kopf* von etwas wechselnder, aber im Ganzen geringer Grösse; es scheint, als ob gerade die reifsten am kleinsten seien. Am vorderen Umfang des Kopfes nimmt man ein sehr kleines *Perforatorium* wahr, das als ein rundliches Plättchen erscheint; am hinteren Umfang findet sich ein in Rosanilin sich stark färbender, regelmässig rundlicher Kuchen, welcher ein mehr oder weniger körniges Aussehen hat, zuweilen stellt er eine Schale dar, welche den hinteren Umfang des Kopfes umfasst (Fig. 11); hier und da erkennt man aber in ihm grössere kuglige Körner, die von der Seite her als zwei oder drei erscheinen (Fig. 10, 12 und 13), ungefähr in derselben Anordnung wie bei den Polychäten. In einzelnen Fällen kann man auch Köpfe finden, die in der Ansicht von hinten in deutlichster Weise Gruppen von je 4 Körnern darbieten (Fig. 17). In vielen Fällen gelingt es zwar nicht, die fraglichen Vierkörnergruppen, sondern nur eine mehr undeutliche, körnige Zusammensetzung nachzuweisen; offenbar sind nämlich die Körner in der Regel von einer umgebenden feinkörnigen Substanz eingehüllt, welche sie decken, wie in Fig. 11, 15 und 16; aller Wahrscheinlichkeit nach ist jedoch der Vierkörnerbau wohl als der typische zu betrachten.

Der *Schwanz* (Fig. 10) fängt in der Regel in der Mitte der Körnergruppe an und läuft als sehr schmaler Faden aus, ohne ein abgesetztes Verbindungsstück darzubieten; am hinteren Ende zeigt er dagegen ein deutlich abgesetztes feines *Endstück*. In den Präparaten kamen viele Spermien vor, an welchen der Schwanz von der Seite des Körnerkuchens auszugehen schien (Fig. 14, 15 und 16), ohne dass es möglich war, seine Fortsetzung bis zum Centrum desselben zu verfolgen; ich kann jedoch diese Fälle kaum in anderer Weise erklären, als dass hier ein Trugbild vorlag, indem der dünne Schwanzfaden vom Centrum her der Kuchensubstanz entlang nach aussen hinlief; anderenfalls wäre hier eine Anordnung vorhanden, die an den Verhältnissen bei den Actinien und Tunicaten die Regel ist, dass nämlich die fragliche Substanz nicht rings um den Schwanzanfang, sondern seitlich davon, an dem Seitenumfang des Kopfes, liegt.

In den Präparaten von Terebratula-Spermien, welche Ende August aus dem Mantel genommen waren, fanden sich, zusammen mit offenbar reifen Spermien, zahlreiche Haufen von grösseren Kugeln, die aus einem grossen Zellenkern mit umhüllendem Protoplasma bestanden und offenbar unreifen Spermien entsprachen; bei manchen derselben war der Schwanzfaden sichtbar. In Fig. 18 und 19 sind zwei solche Zellen abgebildet; in der einen ist die Körnergruppe schon am Schwanzursprung angesammelt, in der anderen findet sie sich noch am seitlichen und vorderen Umfang des jungen Spermienkopfes.

4. Die Spermien der Nemertinen.

Malacobdella grossa.

Taf. IV, Fig. 20—27.

In der grossen in *Cyprina islandica* schmarotzenden Nemertine, *Malacobdella grossa*, traf ich Anfangs September in grosser Menge reife Spermien, an denen, besonders nach der Behandlung mit Ueberosmiumsäure, Rosanilin und essigsauerm Kali, der Bau ervirt werden konnte. Sie ähneln in ihrer Form nicht den Spermien der oben besprochenen Polychäten, Gephyreen und Brachiopoden, sondern sie zeigen einen lang ausgezogenen, fast cylindrischen *Kopf* (Fig. 20—24), an dem zwar vorne ein sich röthlich färbendes, kurz tutenförmiges *Perforatorium* bemerkbar ist, aber am hinteren Ende keine Gruppe von grösseren kugligen Körnern vorkommt. Dagegen färbt sich am hinteren Drittel oder an der hinteren Hälfte des Kopfes eine *dünne, feinkörnige Hülle*, die als Homologon der Körnergruppen der Polychätenspermien anzusehen ist; hier und da ist diese Hülle dicker (Fig. 24); bisweilen sieht man auch eine helle Membrane als von dem Kopfe abgelöste Hülle (Fig. 21 und 23).

Der *Schwanz* (Fig. 20) ist ziemlich lang, fein fadenförmig, ohne Verbindungsstück, aber mit deutlich abgesetztem *Endstück* von etwa der halben Länge des Kopfes.

In den Präparaten kamen unter den massenhaft vorhandenen reifen Spermien auch etwas frühere Entwicklungsstufen vor, an denen die Köpfe nicht ausgezogen cylindrisch, sondern mehr oder weniger oval oder kuglig waren. In den Fig. 25, 26 und 27 sind einige solche Typen abgebildet. Diese Formen sind offenbar unreife Spermien; bei ihnen ist der körnige Beleg des Kopfes stets vorhanden und oft ziemlich reichlich.

Am Ansatz des Schwanzes sah man bei sämtlichen Spermien einen dichteren körnigen Klumpen, in dem wohl der Centralkörper verborgen liegt; bald glaubte ich ihn sogar als glänzendes Korn wahrzunehmen; da es aber nicht überall hervortrat, kann ich seine Existenz nicht sicher angeben.

5. Die Spermien der Bryozoen.

Taf. V, Fig. 1—13.

Unter den Bryozoen sind, gelegentlich anderer, v. A. entwicklungs-geschichtlicher Untersuchungen, zuweilen auch die reifen Spermien bei einigen Familien beschrieben worden. In späterer Zeit hat besonders F. BRAEM (Die geschlechtliche Entwicklung von *Plumatella fungosa*, Zoologica, Heft 23, 1897) die Entwicklung der Spermien der *Plumatella* dargestellt und die Gestalt derselben abgebildet. Hier ist offenbar ein Gebiet vorhanden, wo

manche eigenthümliche Verhältnisse noch zu studiren sind. Nach dem, was bisher bekannt ist, scheint indessen die Differenzirung der Spermien weit gelangt zu sein.

In meiner vorliegenden Untersuchungsreihe beabsichtigte ich eben nicht, solche hoch differenzirte, sondern vielmehr die ursprünglicheren Formen zu studiren. Da ich aber gerne auch einen Repräsentanten der Bryozoenklasse genauer untersuchen wollte, wählte ich aus der Meeresfauna *Alcyonidium*, bei welchem noch Anfangs September Spermien, sowohl reife als unreife, anzutreffen waren.

Alcyonidium gelatinosum.

Taf. V, Fig. 1—13.

Die Spermien dieses interessanten Bryozoen sind verhältnissmässig lang. Man unterscheidet an ihnen den Kopf und den aus zwei Abtheilungen bestehenden Schwanz. Der *Kopf* ist schmal lanzettförmig, stark zugespitzt (Fig. 1, 2, 6, 7), im reifen Stadium ohne wahrnehmbare Structur und ohne äusseren Anhang. An der Spitze bemerkt man kein besonderes, abgesetztes Perforatorium.

Der *Schwanz* setzt sich, ohne einen besonderen Hals, direct vom hinteren Ende des Kopfes fort. Körnige Gebilde, die den Centralkörpern entsprechen können, waren im reifen Stadium am Vorderende des Schwanzes nicht zu entdecken. Die *vordere* Abtheilung des Schwanzes, die beinahe $\frac{4}{5}$ desselben ausmacht, besteht aus zwei einander parallel laufenden, etwa cylindrischen Fäden, die sich in Rosanilin stark färben und zwischen sich einen schmalen hellen Zwischenraum lassen (Fig. 1); am hinteren Ende dieser Schwanzabtheilung spitzen sich diese Fäden ein wenig zu und biegen sich mit den Spitzen etwas gegen einander, ohne jedoch den hellen Zwischenraum merkbar zu verengern. Dieser Theil des Schwanzes ist in Folge dieses Baues abgeplattet und in seiner ganzen Länge von ungefähr gleicher Breite. Durch die Präparation trennen sich aber zuweilen die beiden sonst parallelen Fäden stellenweise von einander (Fig. 1, in der Mitte), wodurch sie noch deutlicher hervortreten. Dies ist besonders oft am hinteren Ende der Fall (Fig. 3), und hierbei bemerkt man, dass der Zwischenraum zwischen den beschriebenen beiden Fäden noch einen Faden enthält, der sich in Rosanilin nur schwach färbt; dieser helle Faden läuft am Hinterende der vorderen Abtheilung des Schwanzes in die *hintere* Abtheilung desselben hinaus (Fig. 3); in einzelnen Präparaten sieht man in dieser letzteren Abtheilung einen etwas spiralig verlaufenden Faden, der in einer etwa cylindrischen Hülle bis zum Hinterende des Schwanzes zieht (Fig. 4); aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieser Faden die Fortsetzung des helleren mittleren Fadens der vorderen Schwanzabtheilung und stellt den eigentlichen Axenfaden des Schwanzes dar. Die hintere Abtheilung des Schwanzes ist übrigens im Anfang sehr schmal (Fig. 1, 4), erweitert sich aber bald und läuft dann von etwa gleicher, jedoch an den einzelnen Spermien etwas wechselnder Breite, um sich an dem hinteren Ende zu verengern, resp. zuzuspitzen; sie färbt sich in Rosanilin und Hämatoxylin nur schwach.

In den von mir untersuchten Präparaten, welche den Inhalt der Körperhöhle der Thierkolonien enthielt, traf ich noch Anfangs September eine Menge von unreifen Spermien. Es ist zwar diesmal nicht meine Absicht, die Entwicklung derselben zu behandeln; da sie aber eine Reihe interessanter Verhältnisse darboten, theile ich auf der Taf. V einige Abbildungen (Fig. 5—12) mit, welche solche Entwicklungsstufen wiedergeben. In den Stufen, die dem reifen am nächsten stehen, findet man rings um den schon lanzettförmigen Kopf einen grösseren oder kleineren hellen Tropfen oder Klumpen von offenbar cytoplasmatischer Natur, welcher in der Regel die Spitze des Kopfes mehr oder weniger frei lässt (Fig. 5, 7); in diesem Cytoplasmotropfen trifft man in der Regel ein oder zuweilen zwei glänzende und stark färbbare, kuglige Körner und am Anfang des Schwanzes, an dem sich der Cytoplasmotropfen allmählig verengert fortsetzt, mehr oder weniger dicht hinter dem Kopfe, eine stark glänzende, helle, in Rosanilin nicht färbbare Scheibe (Fig. 5), welche offenbar den Schwanz ringförmig umgiebt; hier und da, besonders in späteren Stufen der Entwicklung, ist dieser Ring etwas nach hinten hin vom Kopfe am Schwanz hinabgerückt (Fig. 7), und hinter demselben nimmt man noch einen hellen Raum wahr. Am hinteren Ende des Kopfes sieht man zuweilen eine stärker gefärbte Partie (Fig. 5), die jedoch, als nur seltener vorkommend, kaum als Centralkörpersubstanz zu deuten ist. In einem Falle, wo der Cytoplasmotropfen verschwunden war, sass ein dunkel gefärbter Ring gleich hinter dem Kopfe (Fig. 6):

In etwas jüngeren Stadien (Fig. 8, 9 und 10) zeigte sich der Kopf konisch, und an seinem hinteren Ende fand sich ein glänzender, bikonvex linsenförmiger, scharf begrenzter Körper von breiterem Durchmesser als der Kopf selbst. Der Schwanz reichte, als scheinbar einfacher Faden, bis zur hinteren Fläche dieses Körpers und war hier von einem ringförmigen hellen Raum umgeben, der nicht selten (Fig. 8 und 9) bedeutend grösser als der linsenförmige Körper war; im Cytoplasmatropfen waren wenigstens zwei bis drei glänzende, dunklere, stark färbbare kuglige Körner vorhanden; in diesen Stadien ragte die Spitze des Kopfes schon aus dem Cytoplasmatropfen etwas hervor. Die Substanz des letzteren setzte sich als eine mehr oder weniger cylindrische Hülle eine Strecke weit nach hinten am Schwanz fort (Fig. 9, 10); im Innern dieser Hülle lief der eigentliche Schwanz als scheinbar noch einfacher Faden, bald gerade, bald spiralig schlingend nach hinten, um nach dem Austritt aus der Hülle sich schmal fadenförmig fortzusetzen und zuletzt in die hintere Abtheilung überzugehen (Fig. 9).

In noch jüngeren Stadien trifft man interessante Vorstufen zu den eben beschriebenen Formen. In Fig. 11 ist ein solches Stadium wiedergegeben, in dem der Kopf noch beinahe kuglig ist, obschon er am hinteren Umfang abgeplattet ist und hier an eine hellere glänzende Platte stösst, die offenbar die Vorstufe des späteren linsenförmigen Körpers ist. Der Schwanzfaden reicht bis zur hinteren Fläche dieser Platte; er ist aber merkwürdiger Weise von einer besonderen, vorn sich erweiternden Hülle umgeben, die durch den Cytoplasmatropfen hindurch bis zu der Platte hindurchläuft und gegen ihn ziemlich scharf begrenzt ist; übrigens ist aber diese Hülle offenbar der Schwanzfadenhülle der späteren Stadien homolog. Im Cytoplasmatropfen finden sich zahlreiche kleinere färbbare Körner.

Schliesslich dürfen hier noch ein paar Abbildungen sehr junger Stadien kurz besprochen werden. In Fig. 12 sieht man eine kuglige Zelle mit grossem kugligem Kern und Kernkörper, mit spärlichem Protoplasma, in welchem runde Körner an einer Stelle angesammelt liegen, und mit einem von dieser Ansammlung auslaufenden kurzen feinen Schwanzfaden. In Fig. 13 findet man eine etwas grössere Zelle mit ebenfalls rundem Kern, in dem sich ein kleines Kernkörperchen findet, und mit reichlicherem Protoplasma, in welchem grössere, dunkle Körner liegen; ein Schwanzfaden war hier nicht vorhanden, wahrscheinlich war er aber durch die Präparation abgebrochen.

6. Die Spermien der Tunicaten.

Taf. V, Fig. 14—36.

Von den Spermien der Tunicaten liegen schon ein paar Mittheilungen mit Abbildungen vor. C. PICTET (Mittheil. aus der Zool. Station zu Neapel, Band 10, 1891—93) beschrieb diese Gebilde bei *Salpa virgula* als mit stabförmigem, spiralig umwickeltem Kopf und fadenförmigem feinem Schwanz versehen. E. BALLOWITZ hat auch in seiner oben citirten Abhandlung vom J. 1894 die Spermien eines Tunicaten, der *Ciona intestinalis*, geschildert und abgebildet. Sie sind, sagt er, »klein und bestehen aus Kopf und Geissel; ein Verbindungsstück habe ich nicht gesehen und fehlt dasselbe«, fügt er hinzu. »Der sehr kleine Kopf ist, von der Fläche gesehen, länglich elliptisch, bisweilen mehr rundlich und zeigt bei gewisser Einstellung einen hellen dellenartigen Fleck, der an die Delle der roten Blutkörperchen der Säugethiere erinnert (Fig. 7). Dass hier in der That ein Eindruck besteht, zeigt die Kantenansicht (Fig. 8), bei welcher der Kopf halbmondförmig oder kommaartig gebogen erscheint. Die eine Fläche des abgeplatteten Kopfes ist mithin convex, die andere concav. Der die Concavität begrenzende Rand scheint dünner zu sein als der Theil des Kopfes, welcher der convexen Fläche entspricht.« Am vorderen Ende des Kopfes bemerkt man ein kurzes, stiftartiges Spitzenstück. Die Geissel, an dem kein Verbindungsstück bemerkt werden konnte, ist sehr fein und besitzt ein sehr feines, kurzes, sehr deutlich abgesetztes Endstück. Durch Maceration in 3 % Kochsalzlösung zerfällt der Axenfaden in eine grosse Anzahl feinsten Fibrillen.

Die Kopfform der Samenkörper scheint bei den Ascidien, fügt BALLOWITZ noch hinzu, je nach der Gattung verschieden zu sein. Bei einer *Phallusia spec.* fand er längliche, stäbchenförmige Spermatozoonköpfe, meist noch umgeben von einem Protoplasmarest.

Weil es mich besonders interessirte, die Spermien desselben Tunicaten zu studiren, die BALLOWITZ näher beschrieben hat, untersuchte ich auch diejenigen von *Ciona intestinalis*. Zum Vergleich studirte ich die von *Clavelina*.

1. *Ciona intestinalis*.

Taf. V, Fig. 14—24.

Die Spermien von *Ciona* haben, wie E. BALLOWITZ gezeigt hat, einen in die Länge ausgezogenen Kopf und einen ziemlich kurzen fadenförmigen Schwanz. Der *Kopf* ist in der Regel sogar noch schmaler als dieser Forscher ihn wiedergegeben hat, schmal lanzettförmig, und zwar nicht nur von einer, sondern auch von den übrigen Seiten gesehen. Er ist bald gerade (Fig. 14, 19—22), bald nach einer Seite hin umgebogen, und zwar mehr oder weniger (Fig. 15, 16, 18), so dass die Spitze sogar bis in die Höhe des Hinterendes hinabgebogen sein kann. Am vorderen Ende des Kopfes findet sich das von BALLOWITZ erwähnte Spitzenstück, das *Perforatorium*, in der Gestalt eines kurzen, in Rosanilin schwach färbbaren Knöpfchens.

Seitlich sitzt dem Kopfe als konstanter Bestandtheil ein kugliges oder ovaies Gebilde an, das im ungefärbten Zustande ganz hell und durchsichtig ist, in Rosanilin sich aber intensiv roth färbt. In der Regel sitzt dieses Gebilde ungefähr an der Mitte der Kopflänge (Fig. 14—17) und schmiegt sich mehr oder weniger eng an den Kopf an (Fig. 16). Bisweilen hat es ungefähr $\frac{2}{3}$ der Länge (Fig. 17), gewöhnlich aber nur die Hälfte oder noch weniger. Wenn der Kopf gebogen ist, befindet sich der Seitenkörper stets an seiner Concavität, so dass es den Anschein hat, als hätte sich der Kopf um diesen Körper gekrümmt (Fig. 16 und 18). Es kommen auch Fälle vor, wo der Seitenkörper der Spitze des Kopfes nahe gerückt ist (Fig. 20) oder sich auch nahe seinem hinteren Ende befindet (Fig. 21). Der Seitenkörper hängt dem Kopfe sehr innig an; nur in sehr seltenen Fällen war er in den Streichpräparaten, die doch eine verhältnissmässig nicht so gelinde mechanische Behandlung erfahren hatten, vom Kopfe abgefallen (Fig. 19).

Aus der Beschreibung von BALLOWITZ geht deutlich hervor, dass er diesen Körper für eine Aushöhlung (»ein Eindruck«) genommen hat, die »an die Delle der roten Blutkörperchen der Säugetiere erinnert«; nur an einer seiner Figuren hat diese Delle die Form des fraglichen Körpers, aber gerade diese Figur führt BALLOWITZ selbst als Beweis für den »Eindruck« an.

Meiner Ansicht nach entspricht nun dieser eigenthümliche Körper den am Hinterende des Kopfes der Polychäten konstant belegenen färbbaren Körnern, deren Substanz sich aber hier zu einem einzigen grösseren Korn vereinigt hat.

In der That findet sich ein ähnliches Verhältniss bei einer Thiergruppe, die von den Tunicaten recht entfernt steht, nämlich bei den Actinien, wo es auch von BALLOWITZ bei *Tealia* beschrieben worden ist.

Ausser den Spermien mit ausgezogenem Kopf kommen aber auch einzelne vor, bei welchen der Kopf rundlich ist und sogar kugelrund sein kann (Fig. 23 und 24); auch bei diesen ist der in Rosanilin sich färbende Seitenkörper vorhanden. Ob aber diese Formen nur Variationen darstellen oder unreife Entwicklungsstufen sind, lässt sich ohne weitere Studien über die Spermienentwicklung der Tunicaten nicht sicher eruiren. In der Fig. 24 sieht man am linken Umfang des Kopfes eine Substanz, in welcher der Seitenkörper liegt; wahrscheinlich hat man es hier mit einem grösseren Rest des Zellenprotoplasmas zu thun, was eben auf eine frühere Entwicklungsstufe hinzudeuten scheint.

Der *Schwanz* fängt am hinteren Kopfe konstant mit einem kleinen, in Rosanilin sich stark färbenden Körnchen an (Fig. 14—24). Dieses von BALLOWITZ an dem isolirten Axenfaden, d. h. an solchen Spermien, an denen der Kopf abgefallen oder aufgelöst war, gesehene und abgebildete Körnchen, das er nach der älteren Auffassungsweise das Endknöpfchen nannte, entspricht offenbar nach der neueren Anschauung dem *Centralkörper* der Spermie. Von diesem Körper läuft der Schwanz als dünner Faden aus und geht, ohne ein besonderes Verbindungsstück darzubieten, hinten in ein auch von BALLOWITZ erwähntes und abgebildetes, deutlich abgesetztes, recht langes *Endstück* (Fig. 14) über. Hin und wieder sieht man den Schwanzfaden durch die Präparation streckenweise in zwei oder mehrere Fäden getheilt (Fig. 19). Wie BALLOWITZ in schöner Weise gezeigt hat, lässt sich ja durch Maceration auch bei diesen Spermien der Achsenfaden in feinere Fasern spalten.

2. *Clavelina lepadiformis*.

Taf. V, Fig. 25—36.

Bei dieser socialen Ascidie fand ich, dass die Spermien einen demjenigen von *Ciona* sehr ähnlichen Typus besitzen. Auch bei *Clavelina* haben sie nämlich einen ausgezogenen *Kopf*, der sogar in der Regel länger und mehr zugespitzt ist als bei *Ciona*. Das *Perforatorium* schien zwar weniger deutlich ausgesprochen zu sein. Der *Seitenkörper* ist aber in ähnlicher Weise vorhanden (Fig. 25—27, 29 u. s. w.); hier sah ich oft, dass derselbe von einer Cytoplasmasubstanz eingehüllt ist, die sich oben und unten dem Kopfe anschmiegt (Fig. 25, 26, 29). In einzelnen Fällen schien der Seitenkörper vom Kopfe abgefallen zu sein (Fig. 28). Oft waren die Köpfe um den in seinem Cytoplasmarest belegenen Seitenkörper mehr oder weniger, bisweilen sogar stark umgebogen (Fig. 32—34). In anderen Fällen war auch, wie bei *Ciona*, der Kopf mehr kugelförmig, mit abgesetzter vorderer Spitze oder ohne sie; der Seitenkörper lag dann entweder als hervorragendes oder in die Kopfsubstanz eingesenktes rundliches Korn.

Am hinteren Ende des Kopfes liess sich hin und wieder ein Körnchen, resp. der *Centralkörper*, deutlich wahrnehmen (Fig. 31); in den meisten Fällen war er weniger scharf ausgesprochen als bei *Ciona*. Der *Schwanz* (Fig. 25) ist von ungefähr derselben Länge oder etwas kürzer als bei *Ciona*, fein fadenförmig und zeigt ein deutlich abgesetztes feines Endstück, welches in der Regel etwas kürzer als bei *Ciona* ist.

II. Die Spermien der Mollusken.

Trotz der vielen verschiedenen Arbeiten über die Spermatogenese und die Spermien von Mollusken, trifft doch, wie bei den Würmern, auch hier zu, dass man sich fast nur mit gewissen einzelnen Formen beschäftigt hat und die Studien nur ausnahmsweise in das Gebiet der übrigen überführte. Es sind v. A. gewisse *Gastropoden* (*Helix*, *Limax*, *Paludina*), die genauer untersucht wurden; auch die *Cephalopoden* sind gelegentlich studirt worden. Aus der grossen Klasse der *Lamellibranchiern* hat man dagegen nur ganz vereinzelte genauere Erfahrungen über die Form und den Bau der Spermien gewonnen. Meines Wissens beschränkt sich in dieser Hinsicht die betreffende, in späterer Zeit und auf Grund der neueren Technik erworbene Kenntnis auf die kurzen Angaben und die zwei kleinen Figuren von E. BALLOWITZ über die Spermien von *Anodonta*. Und doch ist offenbar gerade das Studium der Verhältnisse bei den niedriger stehenden Mollusken von besonderem Interesse, weil sie die primitiveren Formen der Spermien darbieten, aus denen sich die höheren, mehr differenzirten entwickelt haben. In Folge dessen bemühte ich mich eben, von den tiefsten, den *Amphineuren* und den *Lamellibranchiern*, eine Reihe von Spermientypen zu gewinnen, und ich werde im Folgenden eine Darstellung derselben geben. Von den *Gastropoden* habe ich aber diesmal nur wenige untersucht und theile hier aus dieser Klasse nur Einiges mit, weil, wie eben hervorgehoben wurde, ihre Spermien z. Th. schon genauer erforscht worden sind, und ich übrigens eine umfassendere Untersuchung ihrer Spermien ein anderes Mal auszuführen beabsichtige.

1. Spermien von Amphineuren.

1. *Chaetoderma nitidulum*.

Taf. VI, Fig. 1—19.

Anfangs September fand ich bei *Chaetoderma* die Spermien reif. Sie bestehen, wie bei den Polychäten, aus dem Kopf, dem Schwanz und einer an der Vereinigungsstelle dieser beiden befindlichen Gruppe von Kugeln.

Der *Kopf* ist ziemlich gross, eiförmig mit nach vorn hin lang ausgezogener Spitze. Ein besonderes, vom Kopfe abgesetztes und mit distinkter Farbe tingirbares *Perforatorium* konnte nicht nachgewiesen werden, sondern

muss als Stellvertreter desselben die lange Spitze des Kopfes betrachtet werden; diese Spitze geht mit konischem Fusse aus und verschmälert sich allmählig zu einem Faden, der in allen meinen Präparaten mehr oder weniger stark nach einer Seite gebogen und sehr oft mit seiner feinen Spitze sogar nach hinten hin umgedreht ist (Fig. 1—3).

Am hinteren Umfang des Kopfes findet sich rings um den Schwanzansatz eine Gruppe von kugligen Körnern, welche denen der oben beschriebenen Polychäten-Spermien sehr ähnlich sind. In der Seitenansicht zeigen die reifen Chætoderma-Spermien in der Regel drei solche durch Rosanilin sich stark färbende, etwa gleich grosse kuglige Körner (Fig. 1—4); in schiefer Lage des Kopfes erkennt man aber, dass die Zahl der Körner beinahe immer 5 ist (Fig. 6), was auch durch die gerade Ansicht von hinten (Fig. 8) bestätigt wird. Nach Maceration in destill. Wasser und Färbung mit Rosanilin erhält man, wie bei den Polychäten, schöne Rosetten von Körnern, die in regelmässigem Fünfeck um den Schwanzanfang angeordnet sind (Fig. 7).

Diese Körner zeigen indessen auch hier einzelne Variationen, indem sie bisweilen eine unter einander verschiedene Grösse darbieten (Fig. 9) und in seltenen Fällen sogar nur 4 sind, wobei jedoch fast immer eins von ihnen bedeutend grösser als die anderen ist (Fig. 10) und sie den Eindruck machen, dass zwei Körner zu einem grösseren verschmolzen sein dürften. Dass in anderen Fällen auch mehr Körner als 5 vorhanden sein können, wird weiter unten erwähnt.

Der *Schwanz* ist (Fig. 1) verhältnissmässig lang, fängt am Unterende des Kopfes im Centrum der beschriebenen Körnergruppe mit einem scharf ausgesprochenen, in Rosanilin tingirbaren Körnchen (Fig. 6—8, 10) an, das wohl auch hier als *Centralkörper* anzusehen ist, und läuft, ohne ein besonderes Verbindungsstück darzubieten, als dünner Faden aus, welcher mit einem relativ langen, gewöhnlich ziemlich scharf abgesetzten feinen *Endstück* (Fig. 1) endigt.

In den von mir untersuchten Präparaten fanden sich aber noch andere Gruppen von runden zellenartigen Gebilden, welche offenbar als frühere Entwicklungsstadien, als noch nicht reife Spermien zu betrachten sind. Sie waren nicht unbedeutend grösser als die Köpfe der reifen Spermien und zeigten unter sich eine Reihe von Uebergangsformen zu den oben beschriebenen reifen. Solche Entwicklungsstufen kommen recht oft sowohl bei den Würmern als bei den Mollusken vor. Da es aber, wie ich oben schon betont habe, diesmal nicht meine Absicht war, die Entwicklungsgeschichte der Spermien bei den Evertebraten zu behandeln, habe ich die fraglichen Formen bisher nur gelegentlich berührt. Hier bei Chætoderma werde ich aber die Sache ein wenig ausführlicher behandeln, und zwar besonders, um das Verhalten der genannten Körnergruppen etwas zu beleuchten.

Man trifft in den Präparaten Kugelzellen von etwas verschiedenem Baue. Auf der Taf. VI habe ich eine Reihe solcher Zellen zusammengestellt. Fig. 11 giebt eine Zelle wieder, wo man rings um den grossen kugligen Kern eine enge Cytoplasmahülle hat, welche eine bedeutende Anzahl kleiner tingirbarer Körnchen enthält, die wohl als BENDA'sche *Mitochondrien* zu betrachten sind; diese Körnchen können eine verschiedene Anordnung darbieten und sogar rings um den Kern herum liegen. In Fig. 12 sieht man sie schon etwas grösser und zu Reihen angeordnet. In Fig. 13 findet man eine Gruppe von vier kugligen Zellen, an welchen die Körnchen sich an einer (der nach aussen gewendeten) Seite der Zelle angeordnet haben, und etwa von der Mitte der Körnchenansammlung sieht man je einen feinen Schwanzfaden ausgehen. In Fig. 14 ist eine solche Zelle abgebildet, wo die tingirbaren Körner zu grösseren Kugeln übergegangen sind; und in Fig. 15 ist eine solche, etwas kleinere Zelle wiedergegeben, wo diese Körner in eine Cytoplasmassubstanz eingebettet liegen, von welcher der Schwanzfaden ausgeht; rings um den kugligen Kern sieht man eine scheckige Anordnung, die auf einen entsprechenden Bau der Cytoplasmahülle hindeutet. Fig. 16 stellt dann eine Gruppe von vier Spermatiden dar, in welchen sich die noch zahlreichen Körner zu je einem Kranze angeordnet haben. In Fig. 17 findet man eine andere solche Gruppe, an deren Zellen die Körner zu 6—7 zu rechnen sind und in sehr regelmässiger Kranzbildung, mit dem Centralkörper in der Mitte, rings um den Schwanzursprung liegen. Fig. 18 zeigt eine mehr verkleinerte Zelle, an welcher der Cytoplasmamantel noch mehr verdünnt, aber noch mit 7 Körnern versehen ist. In der Fig. 19 sind nur 5 Körner vorhanden, und der Spermienkopf, obwohl noch recht gross, hat so ziemlich seine bleibende Form erhalten; der vordere Fortsatz ist aber nicht sichtbar.

Aus dieser Zusammenstellung ziehe ich nun den Schluss, dass beim Chætoderma, wie es auch bei anderen Mollusken und bei verschiedenen Würmern der Fall ist, die unreifen Spermien einen bedeutend grösseren, kugligen Kern haben und von einer dünnen Cytoplasmahülle umgeben sind, in welcher mit Anilinfarben bis dahin nur schwächer tingirbare kleine Körnchen zerstreut liegen, die allmählig zu grösseren kugligen Körnern zusammenfliessen, welche sich in je einem Kranze rings um den Schwanzansatz anordnen. Die Zellen, welche eine grössere Anzahl von

Körnern als die für die betreffende Art charakteristische (bei *Chaetoderma* 5) aufweisen, sind als unreife Spermien, Spermatiden, zu betrachten, obwohl es auch möglich ist, dass einzelne von ihnen sich nicht weiter entwickeln, sondern in diesem Stadium bleiben, so dass man sie noch im reifen Sperma antreffen kann.

2. *Chiton spec.*

Taf. VII, Fig. 1—8.

Die Species der von mir untersuchten Chitonen wurde leider nicht näher bestimmt. Bei allen Exemplaren, die Spermien enthielten, fand ich diese gleich beschaffen, nämlich mit einem länglich birnenförmigen, vorn in eine lange, fadenförmig ausgezogene Spitze auslaufenden Kopf und einem verhältnissmässig langen, schmalen, mit einem feinen Endstück versehenen Schwanz (Fig. 1). Am hinteren Ende des Kopfes, wo der Schwanz befestigt ist, findet sich eine quergestellte, in Anilinfarben leicht tingirbare Stelle (Fig. 1, 3—6), welche der Lage nach wohl als die Centralkörperpartie zu betrachten ist. Am vorderen, langen, fadenförmigen Schnabel des Kopfes konnte ich weder durch Färbung noch durch Maceration die Abgrenzung eines besonderen Spitzenstückes wahrnehmen, was jedoch nicht mit absoluter Sicherheit das Fehlen eines solchen beweist. Diese lange Spitze ist in der Regel nicht ganz gerade, sondern oft peitschenförmig etwas nach der Seite hin gebogen.

An der lateralen Fläche des Kopfes, entweder in der Nähe seiner Mittelpartie oder auch, was gewöhnlicher ist, etwas weiter nach hinten, sogar am hinteren Umfang des Kopfes, fand sich ein eigenthümlicher Körnerhaufen, welcher aus mehreren, 4—6, rundlichen Kugeln bestand, die von einer meist geringen, feinkörnigen Protoplasma-masse umgeben waren. Dort, wo dieser Körnerhaufen liegt, zeigt der Kopf fast immer eine Abplattung oder Einsenkung seiner Oberfläche (Fig. 1, 8). Der Haufen und v. A. seine Kugeln färben sich in Rosanilin intensiv roth.

Dass dieser Haufen, resp. seine Kugeln, dem Nebenkernorgan der Spermien der übrigen Mollusken und auch der Würmer entsprechen, ist offenbar; nur sind die Kugeln nicht in derselben regelmässigen Anordnung rings um den Schwanzansatz gruppiert. Nun ist daran zu erinnern, dass während der Entwicklung der Spermien die Körner des Nebenkernorgans in der Regel an der Oberfläche des Spermiumkernes, resp. des Kopfes, in mehr oder weniger zerstreuter Anordnung liegen und sich erst in den Reifungsstadien in regelmässiger Weise gruppieren. Es lässt sich also hinsichtlich der Verhältnisse bei *Chiton* denken, dass entweder das Reifestadium bei den von mir untersuchten Thieren noch nicht ganz erreicht war, oder auch dass die Anordnung des Nebenkernorgans in einem etwas früheren Stadium stehen bleibt, wie es z. B. bei den Tunicaten in gewissem Maasse der Fall ist. Gegen die erste Annahme spricht der Umstand, dass die beschriebenen Spermien von *Chiton* sich in frischem Zustande lebhaft bewegten, und dass ich nur Spermien dieser Art antraf, so dass ich die Auffassung gewann, dass sie reif waren. Indessen dürfte noch einmal eine Nachuntersuchung zu einer noch späteren Jahreszeit (z. B. Ende September) vorgenommen werden, um die Frage endgültig zu entscheiden.

2. Spermien von Lamellibranchiern.

Taf. VII, Fig. 9—20, Taf. X.

1. *Nucula nucleus.*

Taf. VII, Fig. 9—12.

Die Spermien dieses kleinen Mollusken sind auffallend gross, und zwar nicht nur der Schwanz, sondern auch der Kopf. Dieser letztere hat eine länglich birnenförmige oder sogar mohrrübenförmige Gestalt mit der Spitze nach vorn hin gewandt; an dieser Spitze findet sich ein kleines Perforatorium von stärkerer Lichtbrechung. Am Ansatz des Schwanzes sitzen konstant 5 scharf begrenzte, in Rosanilin sich stark roth färbende Kugeln (Fig. 9—12), und in der Mitte derselben erkennt man ein Körnchen als Anfang des Schwanzes (Fig. 12), das als Centralkörper aufzufassen ist. Am Ende des Schwanzes sieht man (Fig. 9) ein kurzes Endstück.

2. *Anodonta anatina*.

Taf. VII, Fig. 13—20.

Die Spermien von *Anodonta* sind, wie oben erwähnt, im J. 1894 von E. BALLOWITZ¹⁾ beschrieben und abgebildet. Diese Beschreibung lautet folgendermassen: »Genau die (gegen das Verhalten bei *Patella*) entgegengesetzte Farbenreaction zeigen mir in gleich behandelten und gleich lange aufbewahrten Deckglas-Trockenpräparaten die Spermatozoonköpfe einer *Anodonta* (Fig. 23 und 24). Auch hier ist ein kleiner hinterer, kelchartiger Abschnitt vorhanden, der sich aber vollständig entfärbt hat, während der vordere grössere Kopfteil noch lebhaft tingiert ist; ein Spitzenstück wurde hier nicht gesehen. Ob der Axenfaden, wie es bisweilen scheinen will, den hellen Kelch durchsetzt, lässt sich an den Trockenpräparaten mit Sicherheit nicht mehr entscheiden; meist findet sich dort, wo der Geisselfaden herantritt, am hinteren Rande ein intensiv gefärbter Punkt (Fig. 24). Leider konnte ich«, fügt BALLOWITZ hinzu, »keine anderen acephalen Mollusken untersuchen«. Die zwei Figuren, die er mittheilt, stellen in ziemlich geringer Grösse (Winkels homog. Immers. $\frac{1}{24}$) den Kopf und den Anfang des Schwanzes dar; in der ersteren ist »der vordere grössere Kopfteil« heller, der hintere Abschnitt dunkel gefärbt; in der zweiten Figur ist der vordere Theil dunkel, der hintere hell.

Als ich im Herbste verschiedene Exemplare von Anodonten untersuchte, gelang es mir einige zu finden, in denen reife, lebhafte Spermien noch vorhanden waren. Die Fig. 13 der Taf. VII stellt ein vollständiges solches Spermium dar. Man erkennt hier den länglich ovalen, hinten stumpf endenden *Kopf* von ungefähr der von BALLOWITZ dargestellten Form; nur ist in der Regel der Kopf ein wenig mehr zugespitzt als in seinen beiden Figuren; ein Spitzenstück, Perforatorium, sah ich jedoch ebenso wenig wie er. Der von ihm beschriebene und abgebildete hintere Abschnitt des Kopfes zeigte sich aber bei genauer Untersuchung aus 5 Kugeln zusammengesetzt, welche den von mir bei den Würmern und bei anderen Mollusken gefundenen gleich sind; nur sind sie bei *Anodonta* etwas schwerer als bei den genannten Thieren nachzuweisen. Sie färben sich zwar nach Osmiumbehandlung mit Rosanilin roth; offenbar sind sie aber durch eine geringe Zwischensubstanz mit einander verbunden, so dass sie durch dieselbe etwas verdeckt werden. In der reinen Seitenansicht sieht man nur 2—3 Kugeln (Fig. 15 und 17); in schiefer Ansicht (Fig. 13, 14 und 19) erkennt man mehr oder weniger deutlich 5; von hinten her (Fig. 20) sieht man die fünf Kugeln in einer schönen Rosette. Nach der Behandlung mit Zenker-Heidenhain (Fig. 16 und 18) findet man die Kugeln als helle Gebilde in einer etwas dunkleren verbindenden Substanz liegend. Die Kugeln entsprechen offenbar dem *Nebenkernorgan*.

Der *Schwanz* ist relativ kurz (Fig. 13). In meinen Präparaten gelang es mir nicht, an dem Ansatz des Schwanzes den von BALLOWITZ erwähnten dunklen Punkt zu sehen; ich zweifle aber nicht an dem Vorhandensein desselben, da wohl auch hier, wie bei den verwandten Thieren, der Centralkörper eben an dieser Stelle liegt. Am Ende des Schwanzes findet sich ein langes, deutlich abgesetztes *Endstück*, welches etwa anderthalb mal so lang als der Kopf ist.

3. *Lucina borealis*.

Taf. VIII, Fig. 1—5.

Die Spermien von *Lucina* haben einen längen, schmalen, konischen, nach vorn hin zugespitzten *Kopf*, der sich mehr oder weniger horn- oder elephantenahnartig nach der Seite gebogen zeigt und an der Spitze oft einen kleinen, glänzenderen Knopf, ein Perforatorium, zeigt (Fig. 3 und 4), welches jedoch nicht scharf abgesetzt und zuweilen kaum nachweisbar ist (Fig. 1 und 2).

Der *Schwanz* (Fig. 1 und 2) ist verhältnissmässig lang und am hinteren Ende mit einem ganz kurzen *Endstück* versehen. Rings um den vorderen Ansatz des Schwanzes am hinteren Kopfe finden sich 4 scharf markirte,

¹⁾ E. BALLOWITZ, *Bemerkungen zu der Arbeit von Dr phil. KARL BALLOWITZ etc.* (s. o.). Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Phys. 1894, Band. XI, 5.

sich in Rosanilin roth färbende Kugeln, die, von der Seite betrachtet, als zwei erscheinen (Fig. 1). Gerade von vorn oder hinten (Fig. 5), besonders nach Quellen des Kopfes, zeigen sie sich als vier in einem regelmässigen Viereck gelagerte Körner, die gewöhnlich von gleicher Grösse, hin und wieder aber auch etwas verschieden gross sind. In ganz vereinzelt Fällen sind sie jedoch auch statt vier in einer Fünzfahl vorhanden. Diese Kugeln stellen das *Nebenkernorgan* dar.

4. *Cyprina islandica*.

Taf. VIII, Fig. 6—14.

Die Spermien von *Cyprina* haben in allen den von mir untersuchten Exemplaren in Bezug auf die Gestalt des Kopfes eine nicht unbedeutende Variation dargeboten, und zwar von der beinahe kugligen (Fig. 12) bis zu der schmal konischen (Fig. 9) Form desselben; zwischen diesen fanden sich alle Uebergänge, breit ovale, schmal ovale, breit konische (Fig. 6—8, 10 und 11). Diese Variationen lassen sich entweder dadurch erklären, dass ein Theil derselben als Entwicklungsformen, d. h. als unreife Spermien, zu betrachten sind, oder auch dadurch, dass die Gestalt der reifen Spermienköpfe wirklich variirt. Für die erstere Annahme spricht der Umstand, dass bei den Mollusken, welche ausgezogene, konische u. s. w. Spermienköpfe haben, diese Köpfe in der Regel ein rundliches, kugliges Stadium durchlaufen, wobei sie jedoch nicht unbedeutend grösser als im reifen Zustande zu sein pflegen. Für die letztere Annahme spricht dagegen, dass alle diese Formen eine lebhaftere Bewegung zeigten und in der Spermaflüssigkeit frei um einander lagen. Ich neige daher mehr zu der letzteren Annahme, kann aber die Frage diesmal nicht sicher entscheiden; sie lässt sich wohl nur durch eine genaue Untersuchung der Entwicklung dieser Spermien eruiren.

Am vorderen, gewöhnlich mehr oder weniger zugespitzten Ende der Spermienköpfe findet sich ein glänzendes, färbbares Spitzenstück, ein *Perforatorium*, welches recht scharf gegen den Kopf abgesetzt ist und seine Gestalt nach derjenigen des Kopfes angepasst hat, so dass es bei den mehr kugligen (Fig. 12) eine breite Basis besitzt und kurz ist, bei den breit ovalen (Fig. 6 und 7) schmaler und bei den länger ovalen (Fig. 8) auch selbst länger und spitzer ist, um bei den echt konischen (Fig. 9—11) lang, ganz schmal und zugespitzt zu sein.

Der *Schwanz* ist ziemlich lang und mit einem relativ ziemlich kurzen *Endstück* versehen (Fig. 11). Um den Ansatz des Schwanzes am Kopfe finden sich 4 kuglige, scharf markirte, in Rosanilin stark färbbare Körner, das *Nebenkernorgan*; in der reinen Seitenlage sieht man von ihnen nur zwei, höchstens drei (Fig. 6, 7, 10, 11); im perspectivischen Bilde (Fig. 8, 9, 12) erkennt man oft alle vier, und von hinten her (Fig. 13) sieht man die vier Kugeln im Viereck. In seltenen Fällen sind auch fünf Kugeln in Fünfecklage vorhanden (Fig. 14).

5. *Syndosmya nitida*.

Taf. VIII, Fig. 15—19.

Bei *Syndosmya* zeigten die Spermienköpfe eine schmale, gracile, stark verlängerte, konische Gestalt (Fig. 15 und 18); hin und wieder traf ich auch ein wenig breitere Formen (Fig. 16 und 17); ein besonderes Perforatorium konnte ich nicht nachweisen, aber am hinteren Ende des Kopfes fanden sich rings um den Schwanzansatz die 4 Kugeln des *Nebenkernorgans* (Fig. 15, 16 und 18), die in reiner Seitenansicht als nur zwei erschienen (Fig. 17). Hier und da sah ich Formen, bei denen statt dieser Kugeln nur eine körnig-protoplasmatiscbe Ansammlung vorhanden war, welche das hintere Kopfbende umfasste (Fig. 19) und wohl als ein etwas früheres, nicht reifes Entwicklungsstadium anzusehen ist.

Es gelang mir nie, in den Präparaten den feinen, gracilen und leicht zerreissbaren *Schwanz* in seiner ganzen Länge wahrzunehmen; es lässt sich in Folge dessen hier auch nicht entscheiden, wie sich das Endstück verhält.

6. *Venus gallina*.

Taf. IX, Fig. 1—5.

Die *Kopf*form der Spermien von *Venus* ist auch konisch, aber bedeutend kürzer als bei *Syndesmya* und auch bei *Lucina*; er ist gewöhnlich etwas nach einer Seite gebogen, schief gerichtet. Ein Spitzenstück, *Perforatorium*, ist als kurzer, zugespitzter, glänzender Knopf nachweisbar (Fig. 2—5). Am hinteren Umfang des Kopfes erkennt man in reiner Seitenansicht zwei scharf umgrenzte Kugeln (Fig. 1 und 4), oder auch drei (Fig. 2 und 5) solche; in perspectivischer Ansicht und von hinten her nimmt man 4 Kugeln wahr (Fig. 3). Diese vier konstant vorhandenen, in regelmässigem Viereck gelagerten, in Rosanilin leicht färbbaren, glänzenden, scharf konturirten *Kugeln* stellen das *Nebenkernelorgan* dar.

Der *Schwanz* ist verhältnissmässig lang und mit einem langen feinen *Endstück* (Fig. 1) versehen.

7. *Axinus Sarsii*.

Taf. IX, Fig. 6—11.

Die Spermien von *Axinus* haben einen verhältnissmässig nicht langen, ovalen (Fig. 6, 7, 8, 9) oder mehr konischen (Fig. 10) *Kopf* mit einem spitz hervorragenden und gut abgesetzten *Perforatorium*, an dem man einen helleren vorderen und einen dunkleren hinteren Abschnitt wahrnimmt. Es kommen aber auch unter diesen Spermienformen einzelne andere vor, welche eine mehr runde kuglige Form zeigen, an denen kein *Perforatorium* bemerkbar ist (Fig. 11); hier wie bei *Cyprina* wäre es nun denkbar, dass diese letztere Form eine nicht ganz reife sei, es ist aber noch wahrscheinlicher, dass sie eine Variationsform darstellt.

Bei allen erkennt man am hinteren Kopfumfang in der reinen Seitenansicht zwei oder drei, in perspectivischer Ansicht und von hinten her 4 mit Rosanilin stark färbbare *Kugeln*, welche dem *Nebenkernelorgan* entsprechen.

Der *Schwanz* ist ziemlich lang und mit einem deutlichen feinen *Endstück* versehen (Fig. 6).

8. *Leda minuta*.

Taf. IX, Fig. 12—19.

Bei diesem Mollusken sind die *Köpfe* der reifen Spermien, wie bei den meisten untersuchten Polychäten, kugelrund und von verhältnissmässig bedeutender Grösse. Am vorderen Umfang tragen sie in der Mitte ein niedriges, aber mitten zugespitztes *Perforatorium*, welches mit runder Basis, wie ein Schildbuckel, dem Kopfe ansitzt; es ist schärfer lichtbrechend als dieser und färbt sich in Rosanilin.

Der *Schwanz* ist mässig lang (Fig. 12 und 13) und mit einem feinen *Endstück* versehen, welches länger als der Durchschnitt des Kopfes ist.

Am Ansätze des Schwanzes sieht man in der reinen Seitenansicht gewöhnlich nur zwei scharf konturirte, neben einander gelagerte Kugeln (Fig. 13 und 14); in anderen Fällen erkennt man drei Kugeln und sogar eine vierte. Vom hinteren Umfange des Kopfes findet man bei der grossen Mehrzahl 4 solche Kugeln (Fig. 15, 16 und 17), welche im üblichen Viereck belegen und gewöhnlich gleich gross sind; hier und da kommen jedoch Spermien vor, bei denen eine oder zwei oder sogar drei Kugeln etwas grösser sind. In vereinzeltten Fällen trifft man auch Spermien mit fünf Kugeln (Fig. 18 und 19), die dann in einem Fünfeck liegen. In der Mitte des Feldes innerhalb der Kugeln erkennt man auch zuweilen ein dunkleres Körnchen (Fig. 19), welches dem Ansätze des Schwanzes entspricht und als *Centralkörper* aufzufassen ist; in manchen Fällen lässt sich dieses Körnchen

nicht sicher nachweisen, obwohl es wahrscheinlich stets vorhanden ist. Die beschriebenen 4 (resp. 5) Kugeln sind im frischen, ungefärbten Zustande sehr hell und durchsichtig; nach Behandlung mit Osmium und Rosanilin sind sie stark roth und erscheinen als glänzende, scharf konturirte und ebene Kugelgebilde. Sie sind zusammen als Vertreter des *Nebenkernorgans* zu betrachten.

9. *Corbula gibba*.

Taf. IX, Fig. 20—24.

Bei *Corbula* ist der *Kopf* der Spermien klein, v. A. bedeutend kleiner als bei *Leda*, der Schwanz aber länger. Der Kopf ist oval gestaltet, mit einem kleinen buckelförmigen *Perforatorium*, welches wenig hervorragt, wenig zugespitzt ist und an der Basis ringförmig gebaut oder verdickt zu sein scheint; im optischen Querschnitt sieht man nämlich beiderseits ein dunkleres Körnchen als Querschnitt der Ringbildung.

Der verhältnissmässig lange *Schwanz* (Fig. 20) endigt mit einem feinen *Endstück*, welches beinahe doppelt so lang als der längste Durchmesser des Kopfes ist. Neben dem vorderen Ansätze des Schwanzes sieht man in der reinen Seitenansicht (Fig. 20) nur zwei Kugeln, in anderen Fällen sieht man drei (Fig. 22); in noch anderen zeigt sich aber, dass die Kugeln konstant 4 sind (Fig. 21 und 23). In der Ansicht von hinten ist dies offenbar (Fig. 24). Auch die Kugeln sind hier kleiner als bei *Leda*.

10. *Pecten septemradiatus*.

Taf. X, Fig. 1—4.

Bei *Pecten* sind die Spermienköpfe ziemlich klein, oval, nach vorne hin ein wenig zugespitzt und mit einem schildbuckelförmigen *Perforatorium* versehen, welches dunkler und glänzender als die Kopfsubstanz erscheint, von der es auch recht scharf abgesetzt ist.

Der *Schwanz* ist mässig lang und mit einem *Endstück* versehen, welches ungefähr die Länge des Kopfes hat.

Am hinteren Kopfe, wo der Schwanz befestigt ist, sieht man in der reinen Seitenansicht zwei Kugeln; in schiefer, perspectivischer Lage erkennt man aber auch hier, dass sie 4 sind und in regelmässigem Viereck liegen (Fig. 2, 3 und 4). Die letzte Fig. (Fig. 4) stellt ein macerirtes Spermium dar, an dem der Kopf stark angeschwollen und nicht sichtbar ist, und wo nur der Schwanzansatz mit den Kugeln in ihrer Rosettenlage sich wahrnehmen lässt; am Schwanzansatz erkennt man ein schwach gefärbtes Körnchen, welches den *Centralkörper* repräsentirt.

11. *Mytilus edulis*.

Taf. X, Fig. 5—8.

Die Spermien von *Mytilus* unterscheiden sich von denen der oben beschriebenen Mollusken durch die Grösse und Form des Spitzenstückes am Kopfe und von den meisten auch durch die konstante 5-Zahl der Kugeln des Nebenkernorgans.

Der *Kopf* selbst ist beinahe kuglig und im Ganzen nicht gross, aber an seinem Vorderende findet sich ein mit breiter, von der Kopfsubstanz scharf abgesetzter Basis versehenes, nach vorn hin weit hervorragendes und stark zugespitztes *Perforatorium* (Fig. 5—7), welches stärker lichtbrechend, glänzender als die Kopfsubstanz ist.

Der *Schwanz* ist eher kurz und mit einem *Endstück* versehen, welches doppelt so lang ist als der eigentliche Kopf und auch länger als dieser zusammen mit seinem *Perforatorium*.

Wie schon oben erwähnt worden ist, finden sich hier konstant 5 Kugeln des Nebenkernorgans, welche in einem regelmässigen Fünfeck um den Schwanzansatz am Kern gelagert sind. Fig. 8 stellt einen Kopf von hinten her gesehen dar, wo man die Anordnung der Kugeln findet.

12. *Modiola modiolus*.

Taf. X, Fig. 9—17.

Bei *Modiola* haben die Spermien Charaktere, welche sie von allen bisher bekannten Molluskenspermien unterscheiden. Der eigentliche *Kopf* ist weder kuglig noch oval, sondern gewissermassen scheibenförmig, wie eine von vorn her gedrückte Kugel, die vorn etwas mehr abgerundet, hinten mehr abgeplattet ist. Am vorderen Umfang sitzt ein auffallend grosses *Perforatorium*, welches, von der Seite betrachtet, hinten kuppelförmig ist, vorn in eine lange Spitze ausläuft (Fig. 9); die hintere, breite Kuppelbasis ist rund und sitzt mit kreisförmigem Rande mitten am vorderen Umfang des Kopfes, von dessen Substanz sie scharf abgesetzt ist.

Der *Schwanz* geht von der Mitte des hinteren Umfangs des Kopfes aus und beginnt mit einem hin und wieder wahrnehmbaren Körnchen, das wohl auch hier als der Vertreter des *Centralkörpers* anzusehen ist (Fig. 15 und 17); in der letzteren Figur sieht man auch rings um dieses Körnchen einen Ring, welcher ein rundes Feld einschliesst; diese Bildung stellt offenbar die durchschimmernde Endplatte des Perforatorium dar. Der Schwanz ist mässig lang (Fig. 9) und endet mit einem *Endstück*, welches etwa die doppelte Länge des sagittalen Durchmessers des eigentlichen Kopfes und die gesammte sagittale Länge desselben zusammen mit dem Perforatorium besitzt.

Das interessanteste Verhältniss bei den Spermien von *Modiola* zeigen indessen die Vertreter des *Nebenkernorgans*. Zwar bestehen sie auch hier aus Kugeln ähnlicher Art wie die oben bei den übrigen Mollusken und den Polychäten beschriebenen. Die *Kugeln* sind aber hier weder in der Vierzahl, noch in der Fünfzahl vorhanden, sondern sind in der Regel 8; sie liegen nicht dicht in der Nähe des Schwanzansatzes, sondern, etwas von ihm entfernt, in einem zierlichen Kreise an der äusseren-unteren Kante des Kopfes. In der reinen Seitenansicht (Fig. 9) sieht man gewöhnlich fünf oder sechs Kugeln in einer Reihe gelagert; wenn man aber die Köpfe in schiefer Seitenlage vor sich hat, schimmern auch die übrigen durch die helle Kopfsubstanz hindurch (Fig. 10, 11 etc). Gerade von hinten betrachtet (Fig. 12) zeigen die Köpfe die schöne Anordnung der acht Kugeln, welche in ihrem Kreise in ungefähr gleicher Entfernung von einander liegen.

Im frischen Zustande sieht man diese Kugeln kaum, weil sie dann sehr durchsichtig und wenig lichtbrechend sind. Nach der Behandlung mit Osmium, Rosanilin und Kaliacetat treten sie aber in ihrer vollen Pracht hervor, und diese Spermien stellen dann ein äusserst zierliches Objekt dar. Die Kugeln sind auch bei diesen Mollusken scharf begrenzt, glatt und eben und zeigen sich nach der genannten Behandlung als röthlich gefärbte, etwas glänzende, kugelförmige Gebilde von unter sich gewöhnlich etwa gleicher Grösse. Sie hängen dem Spermienkopf sehr fest an, und man trifft selten Köpfe, an denen einzelne Kugeln abgelöst sind; aber man sieht keine Substanz, die sie umgibt und befestigt.

Die Anzahl dieser Kugeln ist jedoch nicht immer 8; unter den Spermien trifft man recht oft einzelne, welche nur 7 Kugeln haben (Fig. 15), oder auch solche mit 9 (Fig. 13, 14 und 16) oder sogar 10 (Fig. 17). Mehr als 10 und weniger als 7 habe ich nie gefunden. Zuweilen sind bei den 9—10 Kugeln besitzenden Spermien die Kugeln von wechselnder Grösse (Fig. 16), aber nicht immer.

3. Gastropoden.

Taf. XI, Fig. 1—7.

Unter den Gastropoden will ich diesmal nur die *Patella* zur Darstellung der Spermien wählen. Ich habe zwar verschiedene Helicinen und Limacinen und noch andere (*Palludina*, *Planorbis* etc.) untersucht. Theils sind aber die Spermien dieser Mollusken mehrfach schon untersucht und beschrieben, theils sind sie von der ur-

sprünglichen Form schon so differenziert, dass man sie von dieser kaum mehr herleiten kann. Durch fortgesetzte Studien hoffe ich jedoch, Zwischenformen, weniger stark differenzierte Formen, zu finden und ein anderes Mal auf die Darstellung dieser interessanten Fragen zurückzukommen.

Die Spermien des niedrig stehenden Gastropoden *Patella*, welche E. BALLOWITZ in seiner oben citirten Abhandlung vom J. 1894 beschrieben und abgebildet hat, wiesen aber auf eine so ursprüngliche Form hin, dass es mir sehr wichtig erschien, gerade an ihnen eine Untersuchung anstellen zu können, um festzustellen, ob auch hier die von mir gefundenen Verhältnisse des Nebenkernorgans wiederzufinden sind oder nicht. In BALLOWITZ's Darstellung fand ich keine Stütze für einen solchen Bau. Die Spermiosomen von *Patella pellucida*, sagt er, sind recht klein und bestehen aus Kopf und Geissel. An dem länglich ovalen, eichelartigen Kopf hebt sich nach Fixirung mit Osmiumdämpfen ein dunklerer hinterer Theil deutlich ab, welcher dem vorderen grösseren Theil wie ein Kelch ansitzt. In dem hinteren Theil, welcher wohl das Verbindungsstück ist, sah er eine helle feine Längslinie, den Axenfaden. Am vorderen Ende des Kopfes erkannte er eine etwas vorspringende dunkle, punktförmige Stelle, was wohl ein sehr kleines Spitzenstück ist. An der Geissel sah er ein sehr abgesetztes Endstück und am Hauptstück, das er in Fibrillen zu zerlegen vermochte, häufig ein Endknöpfchen.

Es gelang mir nun, Ende August Exemplare von einer *Patella*, deren Species ich nicht feststellen konnte, mit reifen Spermien anzutreffen. Diese sind, wie BALLOWITZ sagt, recht klein und bestehen aus einem ovalen *Kopf* von wechselnder Grösse (Fig. 1—4) und einem ungewöhnlich kurzen *Schwanz* (Fig. 1), an dessen hinterem Ende ein deutlich abgesetztes *Endstück* vorhanden ist. Am vorderen Ende des hier oft etwas zugespitzten Kopfes findet sich ein knopfförmiges oder halbkugliges, von der Substanz des eigentlichen Kopfes scharf abgesetztes, dunkles oder stärker lichtbrechendes *Perforatorium*, welches je nach der Grösse des Kopfes selbst an Grösse wechselt (Fig. 1—4).

Ich komme nun zu der Frage, welche mich besonders interessirte, nämlich der von der Beschaffenheit des von BALLOWITZ beschriebenen hinteren Kopftheils, den er als einen zusammenhängenden Kelch beschreibt und abbildet. Hier fand ich nun nach der Behandlung mit Ueberosmiumsäure, Rosanilin und Kaliacetat keinen solchen Kelch, sondern gerade dieselbe Art von Kugeln, die ich bei den anderen Mollusken und bei Polychäten angetroffen habe. Auch bei *Patella* sind hier 4 *Kugeln* vorhanden, welche rings um den Schwanzanfang in einem regelmässigen Viereck gelagert sind (Fig. 1—4) und dieselbe scharf konturirte Beschaffenheit haben. Von der hinteren Seite des Spermiumkopfes betrachtet (Fig. 5), zeigen sie zuweilen eine etwas verschiedene Grösse, in der Regel sind sie aber gleich gross. Nach der Maceration und Anschwellung des Kopfes erhält man sie als eine Rosette am Vorderende des Schwanzes (Fig. 6). Die Vierzahl ist stets die Regel; nur ganz vereinzelte Fälle kommen vor, in denen fünf Kugeln vorhanden sind (Fig. 7).

Nach diesem Befunde schliesst sich *Patella* hinsichtlich der Zusammensetzung des Nebenkernorgans ihrer Spermien den Baugesetzen der Lamellibranchier und Polychäten aufs innigste an und stellt eine primitive Form dar, von welcher wohl die Spermien anderer Gastropoden herzuleiten sind.

4. Die Cephalopoden.

Taf. XI, Fig. 8—23.

Da es mir im August gelang, die frischen reifen Spermien eines Cephalopoden, zur Untersuchung zu bekommen, so werde ich dieselben, obwohl sie von den Spermien der hier oben behandelten Mollusken ziemlich weit differiren, dennoch hier besprechen.

Spermien von Cephalopoden sind schon von anderen Forschern, in neuerer Zeit v. A. von PICTET und E. BALLOWITZ, beschrieben und abgebildet worden.

PICTET¹⁾ unterschied den Kopf der reifen Spermien von *Sepia officinalis* als cylindrisch stäbchenförmig und von der dünnen Kernmembran umgeben; am vorderen Ende beschrieb er eine Kopfmütze aus einem Tropfen von hyalinem Caryoplasma bestehend; in seinen Abbildungen sieht diese Mütze auch wie ein rundlicher Tropfen aus.

¹⁾ C. PICTET, *Recherches sur la spermatogénèse chez quelques Invertébrés de la Méditerranée*. Mittheilungen aus der Zoolog. Station zu Neapel, Band 10, 1891—93.

Das Mittelstück besteht nach PICTET aus zwei Stäben, von denen der eine spitze eine Art rudimentären Schwanzes bildet, der andere den Kopf mit dem eigentlichen Schwanze verbindet, welcher letztere fadenförmig und nur am Punkte der Befestigung an dem Mittelstück leicht verbreitert ist; es ist schwer, sagt er, zu bestimmen, wo das Mittelstück endigt und der eigentliche Schwanz beginnt.

BALLOWITZ¹⁾, welcher ebenfalls die Spermien von *Sepia officinalis* untersuchte, fand, dass der Kopf des frischen Spermium die Gestalt eines cylindrischen Stäbchens hat. »Das vordere, sich ein wenig verschmälernde Ende desselben,« sagt er, »trägt ein kleines knopfförmiges, kugliges Spitzenstück, das sich mit Anilinfarben nur schwach färbt«. »Das hintere Kopfende ist schräg abgeschnitten, so dass die eine Kante etwas vorspringt. Die Geissel besteht aus einem kurzen Verbindungsstück und einem ziemlich langen, dünnen Hauptstück; ein Endstück fehlt«. Das eigenartig geformte Verbindungsstück »besitzt im wesentlichen die Gestalt eines kurzen, nach hinten hin spitz zulaufenden und widerhakenartig frei endigenden Stäbchens, welches mit seiner Hauptmasse *neben* der Geissel liegt, und zwar an der Seite, nach welcher die hintere Kopfkante vorspringt. Der obere Teil des Stäbchens ist verdickt und umgibt mit einer kurzen, mantelartigen Fortsetzung den benachbarten Teil der Geissel«. Mit Gentianaviolett färbt sich der obere Teil des Verbindungsstückes intensiv, während der Widerhaken nur blassviolett wird. Der Axenfaden überragt das dunkle Verbindungsstück mit einem kurzen Stiftchen. In gleicher Höhe mit dem dunklen Verbindungsstück, bisweilen ein wenig höher, sieht man am Axenfaden einen intensiv tingiblen dunklen Punkt; ob dies der Endknopf der Geissel oder ein Rest der mantelartigen Umhüllung des Verbindungsstückes ist, liess er unentschieden. Das Stiftchen befestigt den Axenfaden — und damit die Geissel — in der oberen Ecke der schräg abgeschnittenen Kopffläche. Der Kopf ist nämlich durch eine schmale schräge Linie von dem Verbindungsstück getrennt. Der Axenfaden lässt sich durch Maceration in 3 % Kochsalzlösung leicht in ein Bündel parallel neben einander liegender Fibrillen zerfallen. Das Vorkommen eines Endknopfes an den isolirten Axenfäden scheint er nicht gesehen zu haben.

Mein Material rührte von einem als *Rossia* bestimmten Thier her und bestand aus Spermatophoren, die in ein Weibchen eingestochen lagen. Die Spermien können deshalb als ganz reif betrachtet werden; sie zeigten auch, in Wasser eingeführt, eine lebhaftere Bewegung. Ich fixirte sie in verschiedener Weise, v. A. in Ueberosmiumsäure, in Zenker'scher, Carnoy'scher und Lenhossék'scher Mischung. Es zeigte sich dabei, dass sie äusserst empfindlich waren. Durch die letzten drei Behandlungsweisen zogen sich die Köpfe meistens stark zusammen und verkürzten sich stark. Nur die Ueberosmiumsäure liess die Gestalt des Kopfes unverändert. Die Fig. 8 stellt ein ganzes Spermium in natürlicher Form dar. Die Fig. 9, 10 und 11 geben einige Variationen wieder.

Der Kopf zeigt eine wurstförmige Gestalt, ist an beiden Enden abgerundet und verschmälert sich mehr oder weniger nach vorn hin. An seinem vorderen Ende sitzt nicht, wie PICTET und BALLOWITZ bei den *Sepiaspermien* beschrieben haben, ein kleines knopf- oder tropfenförmiges, kugliges *Perforatorium*, sondern ein verhältnissmässig langes, stäbchenförmiges, cylindrisches, welches sich nach vorn hin etwas verschmälert und abgerundet endigt (Fig. 8 und 10); es ist vom eigentlichen Kopf scharf abgesetzt und bricht das Licht in anderer Weise als dieser. Hin und wieder, aber doch in selteneren Ausnahmefällen, zeigt sich das vordere Ende des *Perforatorium* mehr oder weniger blasig angeschwollen (Fig. 9 und 11). Möglicherweise entspricht diese blasige Auftreibung dem von PICTET und BALLOWITZ beschriebenen und abgebildeten kugligen Gebilde. Nach der Fixirung in Sublimatmischungen und Färbung in Eisenalaun-Hämatoxylin nach HEIDENHAIN findet man zuweilen auch diese blasige Anschwellung (Fig. 15). Der eigentliche Kopf färbt sich nach dieser Behandlung dunkel bis schwarz (Fig. 12—15). Im *Perforatorium*-Stäbchen findet man dann nicht selten, nach mässiger Differenzirung, ein oder sogar zwei dunkle Kugeln (Fig. 12—14), über deren Natur wohl nur das Studium der Entwicklung entscheiden kann.

Der *Schwanz* (Fig. 8) ist sehr lang, und an seinem hinteren Ende (Fig. 8 und 23) erkannte ich ein sehr kurzes, unansehnliches *Endstück*. Das vordere Ende des Schwanzes läuft, wie BALLOWITZ betont, etwas an der Seitenfläche des Kopfes empor. Das hintere verdickte Ende des Kopfes ist etwas nach der entgegengesetzten Seite gebogen; eine Abflachung fand ich aber nicht an der Seite, wo der Axenfaden des Schwanzes emporsteigt (Fig. 8—15). Das vordere Ende des Schwanzes, welches dem hinteren-seitlichen-lateralen Umfang des Kopfes anliegt, ist, wie BALLOWITZ angiebt, von einem Mantel umgeben und ist wohl als das eigentliche Verbindungsstück anzusehen. Dieser Mantel ist dreieckig-konisch und an der Seite, wo der Kopf anliegt, etwas ausgehöhlt. Man trifft oft Schwänze, die sich von dem Kopfe abgelöst haben; an diesen lässt sich die Gestalt des von BALLOWITZ als Mantel bezeichneten Gebildes studiren (Fig. 16—19, 20 und 21). Die Mantelsubstanz, welche hell und durchsichtig und in

¹⁾ E. BALLOWITZ, *Bemerkungen zu der Arbeit etc.* s. o. 1894.

Anilinfarben wenig tingibel ist, setzt sich aber weiter nach hinten fort und bildet die Umhüllung des von BALLOWITZ beschriebenen dunklen vorderen Theils des lateralwärts und nach hinten gerichteten Gebildes, welches auch PICTET geschildert hat. Die Fig. 19 zeigt deutlich, dass die vordere Mantelpartie in diese hintere, dreieckig oder richtiger konisch gestaltete Partie direkt übergeht. Dies ist auch in Fig. 18 und Fig. 8 etc. deutlich zu sehen. In dieser hinteren Partie findet sich nun ein eigenthümlicher konischer Körper (Fig. 8—11, 13—19, 20—21), welcher offenbar dem von BALLOWITZ erwähnten »oberen Teil des Verbindungsstückes«, der sich mit Gertianaviolett intensiv färbt, entspricht. Dieser konische Körper ist vorn an seiner Basis ganz abgeplattet oder ein wenig konvex (Fig. 16—19, 20—21) und gewöhnlich mit einer ausschliessenden Kante versehen; nach hinten hin spitzt er sich in der Regel stark zu und ist oft etwas seitwärts gebogen. Er färbt sich stark in Anilinfarben und behält diese Farbe in Kaliacetat intensiv. Er liegt, wie oben angedeutet, in der beschriebenen helleren, schwächer lichtbrechenden Mantelsubstanz eingeschlossen, und hierbei stets ihrer Aussenfläche dicht an; die mediale Seite des Körpers lässt aber in der Regel eine Partie dieser Substanz frei (Fig. 8, 15, 18, 19). Die Mantelsubstanz schiesst auch in der Regel als eine helle Spitze eine Strecke weiter nach hinten und bildet hier nach BALLOWITZ den unteren Theil des Verbindungsstückes oder was er speciell den »Widerhaken« nennt. Wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, stellt dieser hintere Theil eigentlich nur die vom konischen Binnen-Körper mehr oder weniger frei gelassene hintere konische Partie der Mantelsubstanz dar; zuweilen ist sie von dem konischen Binnen-Körper ganz erfüllt, resp. bis auf eine sehr dünne Hülle verdrängt (Fig. 21). Wie PICTET und BALLOWITZ geschildert haben, schiesst nun diese eigenthümliche Bildung mehr oder weniger schief nach hinten-aussen und zeigt sich als ein sonderbarer taschenförmiger frei hervorragender Anhang, welcher gewissermassen die Fortsetzung des Kopfes nach hinten bildet, während der eigentliche Schwanz mehr seitlich an ihn angeheftet ist.

Was stellt nun dieser eigenartige Anhang dar? BALLOWITZ hält ihn für das Verbindungsstück, und gewissermassen ist dies der Fall. Das Verbindungsstück der höheren Wirbelthierspermien ist nach meiner Auffassungsweise v. A. das vorderste Stück des Schwanzes selbst, welches diesen am Kopfe befestigt. Es besteht aus dem Axenfaden des Schwanzes und einer diesen umhüllenden Substanz, in welcher andere Apparate — v. A. der hintere Centrialkörper und der Spiralfaden — eingeschlossen liegen. Bei den Cephalopoden-Spermien findet sich nun zwar ein Vorderstück des Schwanzes, welches von einer Mantelhülle umgeben ist; in dieser Mantelhülle liegt dann auch in einem besonderen freien Anhang ein konischer Binnen-Körper. Dieser letztere Körper kann nichts anderes sein als der umgewandelte Nebenkern; aus PICTET's Darstellung der Spermatogenese scheint mir dieses auch hervorzugehen, obwohl der Verfasser selbst sagt, dass der Nebenkern sich auflöst. Ich betrachte den konischen Körper als dem Spiralfaden der Wirbelthierspermien und den 4—5—8 hinteren Kugeln der anderen Molusken-Spermien homolog. Weder dieser Körper allein noch mit seiner Mantelhülle zusammen bildet das eigentliche Verbindungsstück, wohl aber das *Nebenkörperorgan*. Zusammen mit dem Vorderstück des Schwanzes lässt sich dieses Organ dagegen als dem Verbindungsstück der Wirbelthier-Spermien entsprechend betrachten, obwohl das eigentliche Nebenkernerivat nicht, wie bei diesen, den Axenfaden des Schwanzes umhüllt, sondern neben ihm als ein abgetrennter Körper in einem besonderen seitlichen Anhang der Mantelhülle liegt.

Wo findet sich aber der Centrialkörper? Ebenso wenig wie BALLOWITZ, habe ich am Vorderende des Axenfadens einen »Endknopf« finden können. Fig. 22 stellt dieses Ende isolirt dar, und die übrigen Figuren zeigen ebenso wenig wie diese ein solches Gebilde. Ich muss gestehen, dass ich weder in den Osmium-Rosanilin- noch in den Sublimat-Hämatoxylinpräparaten Bildungen finden konnte, die als Centrialkörper zu bezeichnen waren. BALLOWITZ erwähnt, dass er ein wenig weiter nach hinten vom Ansatz des Schwanzes oder eigentlich »in gleicher Höhe mit dem dunklen Verbindungsstück, bisweilen auch ein wenig höher«, »an dem Axenfaden einen intensiv tingiblen Punkt« wahrgenommen hat. Er lässt aber selbst dahingestellt, »ob dies der Endknopf der Geissel oder ein Rest der mantelartigen Umhüllung« sei. Ich habe an dieser Stelle nie einen solchen Punkt gefunden, der als Centrialkörper aufzuführen wäre. Mit Eisenalaun-Hämatoxylin blieben nach mässiger Differenzirung in der Regel nur die eigentliche Kopfschubstanz, zuweilen aber auch der konische Körper des Nebenkernorgans und schliesslich auch die oben erwähnten Körner im Perforatorium schwärzlich gefärbt. Bekanntlich haben besonders ein paar amerikanische Verfasser behauptet, dass die Centrialkörper zuweilen im Perforatorium liegen können. In Anbetracht der sicher konstatirten Verhältnisse bei den Spermien der meisten Thiere ist dies wohl kaum anzunehmen. Jedenfalls wäre es für eine solche Annahme nöthig, die Lager der Centrialkörper durch die verschiedenen Phasen der Spermatogenese zu verfolgen. Bevor dies bei den Cephalopoden mit hinreichender Genauigkeit geschehen ist, wäre es wohl am zweckmässigsten, von einer Entscheidung der Frage abzusehen, was in ihren Spermien den Centrialkörpern entspricht.

III. Die Spermien der Echinodermen.

In Folge der seit langer Zeit von verschiedenen Forschern bei den *Echinoideen* vorgenommenen Untersuchungen über die Befruchtungsvorgänge sind auch hin und wieder die reifen Spermien dieser Thiere gelegentlich beschrieben worden; etwas eingehender hat sie PIETET behandelt. Aus den übrigen Klassen dieses Kreises sind von E. BALLOWITZ im J. 1894 die Spermien folgender Thiere geschildert und abgebildet worden: aus der Klasse der Asteroiden *Crossaster papposus* und *Ophiothrix fragilis* und aus der Klasse der Holothuriern *Cucumaria Planci*.

Für meine eigenen Studien habe ich eine *Ophiura spec.* (nebst *Ophiothrix fragilis*) und *Echinus miliaris* (nebst *Ech. neglectus*) ausgewählt.

1. *Ophiura spec.* und *Ophiothrix fragilis*.

Taf. XII, Fig. 1—11.

Da die Spermien von *Ophiura* und *Ophiothrix* einander im Ganzen sehr ähnlich sind, werden sie hier zusammen beschrieben. Die Darstellung von BALLOWITZ, die sich auf eine von ihm mitgetheilte Figur einer Spermie von *Ophiothrix fragilis* bezieht, enthält v. A. folgende Data: »Ringkörper, Verbindungsstück, Hauptstück und Endstück sind sehr deutlich zu erkennen. Der Microporuskörper ragt hier bisweilen, analog einem Spitzenstück, etwas vor». BALLOWITZ weist übrigens auf seine Darstellung der Spermien von *Crossaster papposus* hin, bei denen er die genannten Theile genauer beschrieben hat. Als Ringkörper bezeichnet er einen in Anilinfarben sich stark färbenden Ring am Vorderende des Kopfes und als Microporus eine kleine Oeffnung in der Mitte dieses Ringes.

Den Kopf bildet er kuglig, aber von vorn nach hinten etwas abgeplattet ab, und dicht hinter dem Kopf liegt das schalenförmige »Verbindungsstück».

Die Spermien von *Ophiura* zeigen nach meinen Untersuchungen einen beinahe kugelrunden Kopf, obwohl auch hier eine geringe Abflachung von vorn nach hinten hin mehr oder weniger bemerkbar ist (Fig. 1—6). Am vorderen Ende des Kopfes ragt ein kleines rundes, kuchenförmiges, glänzendes *Perforatorium* von ein wenig wechselnder Höhe hervor; in Folge der scharf glänzenden Beschaffenheit sieht die Aussenkante desselben gewissermassen ringförmig aus, in seiner Mitte war aber keine Grube oder Oeffnung zu sehen.

Hinter dem Kopfe liegt eine sich in Rosanilin stark roth färbende Partie, welche wie eine rundliche Schale den hinteren Umfang des Kopfes umfasst (Fig. 1—4); der Querdurchmesser dieser schalenförmigen Partie ist gewöhnlich kleiner als derjenige des Kopfes. In der Regel sieht man in ihr keine Structur; hin und wieder bemerkt man jedoch in der gefärbten dunklen Substanz ein paar helle Flecken (Fig. 3), die ihrer Grösse nach an die hinteren Körner der Spermien der Polychäten und Lamellibranchier erinnern. Scharf und distinkt, wie bei jenen Thieren, sah ich aber solche Körner bei *Ophiura* nie hervortreten, sondern nur andeutungsweise. Die fragliche Partie sitzt zuweilen dem hinteren Umfang des Kopfes nicht eigentlich schalenförmig, sondern mehr lose an und bildet an ihm einen rundlichen Kuchen (Fig. 5). In einzelnen Fällen war sie sogar abgefallen und fehlte (Fig. 6): dann sah man am Ansatz des Schwanzes ein in Rosanilin sich dunkel färbendes Korn, das wohl als Centrakörper zu betrachten ist.

Der Schwanz ist ziemlich lang, fadenförmig, ohne eigentliches Verbindungsstück, aber mit einem gut abgesetzten feinen Endstück, das etwas länger als der Kopf ist, versehen.

Die Spermien von *Ophiothrix* (Taf. XII, Fig. 7—11) haben einen etwas kleineren Kopf als diejenigen von *Ophiura*; er ist auch in der Längenrichtung etwas mehr abgeflacht. Das *Perforatorium* stellt einen verhältnissmässig etwas kleineren und niedrigeren Hügel oder Kuchen dar, an dessen Mitte ich keine Oeffnung (Microporus) und an dessen Kante ich auch keinen besonderen Ring, sondern nur die verdichtete, glänzende Kante selbst wahrnehmen konnte.

Hinter dem Kopfe liegt eine sich nach der Osmium-Rosanilinbehandlung stark färbende Partie, die gewöhnlich wie eine Schale oder ein Kuchen aussieht (Fig. 11), hier und da aber, in ihre Substanz eingebettet, kuglige

Körner enthält, die sich ziemlich sicher als vier rechnen lassen und auf ähnliche Verhältnisse wie bei den Polychäten-Spermien hindeuten (Fig. 7—10).

Der *Schwanz* ist ungefähr von derselben Länge, wie der von *Ophiura*, oder sogar etwas länger, schmal fadenförmig, ohne ein besonderes Verbindungsstück, aber mit einem scharf abgesetzten, feinen Endstück (Fig. 7) versehen.

2. *Echinus miliaris* (und *E. neglectus*).

Taf. XII, Fig. 12—21.

Wie oben hervorgehoben wurde, sind die Spermien von *Echinus* mehrmals von anderen Forschern gelegentlich geschildert worden: Hier sind besonders zu nennen v. KÖLLIKER (1841) SELENKA (1878), FOL (1879 und 1891), FLEMMING (1881), O. HERTWIG (1884), CARNOY (1884). Am eingehendsten hat aber C. PICTET (Recherches sur la spermatogénèse chez quelques Invertébrés de la Méditerranée, Mittheil. a. d. Zoolog. Station zu Neapel, 10. Band, 1891—1893) die Spermatogenese und die Spermien dieser Thiere, und zwar bei 5 verschiedenen Genera (*Strongylocentrotus lividus*, *Arbacia pustulosa*, *Echinus microtuberculatus*, *Sphærechinus granularis* und *Spatangus purpureus*) untersucht; da sie aber bei allen sehr ähnlich waren, beschränkte er sich auf die Beschreibung der Verhältnisse bei dem erstgenannten. Die reifen Spermien bestehen nach PICTET aus einem konischen, stark lichtbrechenden Kopfe, einem hinter ihm befindlichen, weniger lichtbrechenden Mittelstück, das aus verbreiteten feinen cytoplasmatischen Körnchen (PRENANT's Cytomicrosomen) entsteht und dem Nebenkern entspricht, und schliesslich aus dem vom Kopfe entspringenden feinen Schwanze, dessen Länge etwa 50 μ beträgt.

Ich untersuchte reife Spermien von *Echinus miliaris* und *neglectus* und fand sie einander so ähnlich, dass ich sie hier zusammen bespreche. Sie haben in der That einen konischen *Kopf* (Fig. 12—17), der sich aber in der Regel am hinteren Ende etwas verschmälert. Durch Hämatoxylin färbt er sich bläulich bis schwarz, wobei die hintere Partie auffallend dunkler erscheint. An seinem vorderen Ende sah ich, mehr oder weniger scharf ausgesprochen, ein kleines und kurzes, knopfförmiges *Perforatorium* (Fig. 12—14, 18—21).

Am hinteren Ende des Kopfes fand sich bei allen normalen und nicht verunstalteten Spermien ein im Verhältniss zum Kopfe recht grosses, schalen- oder kissenförmiges Gebilde, welches im lebenden und frischen Zustande hell und homogen erscheint, mit Anilinfarben (Rosanilin, besonders nach Osmiumfixirung) stark gefärbt wird und im Allgemeinen keine Structur zeigt, zuweilen aber doch in seiner Substanz einige helle Flecken (Fig. 13 und 14) aufweist, die auf die Körner der Spermien der Polychäten (resp. des Ophiothrix) hindeuten; nach der Behandlung nach Zenker-Heidenhain oder Carnoy-Heidenhain, wobei sich der Kopf schwarz färbt, bleibt das fragliche Gebilde hell. Hier und da trifft man Spermien, bei welchen diese Partie abgelöst oder verschoben erscheint (Fig. 18—21); in diesen Fällen sieht man, dass das Hinterende des Kopfes etwas schmaler und abgerundet ist, ebenso wie, dass der *Schwanz*, wie PICTET angiebt, von diesem Ende direkt ausgeht. Der Schwanz ist ziemlich kurz, fadenförmig und zeigt kein eigentliches Verbindungsstück, aber, ungefähr wie bei *Ophiura* und *Ophiothrix*, ein deutlich abgesetztes, feines, nicht eben kurzes *Endstück*, das PICTET nicht gesehen zu haben scheint.

IV. Die Spermien der Coelenteraten.

Aus diesem Kreise habe ich diesmal zwei Vertreter ausgewählt, die *Cyanea* und die *Tealia*. Beide sind schon von E. BALLOWITZ beschrieben worden. Ich wünschte aber festzustellen, ob sich die von mir oben bei den Polychäten und Mollusken dargestellten Verhältnisse auch bei diesen Thieren in irgend einer Weise wiederfinden.

1. *Cyanea capillata*.

Taf. XIII, Fig. 1—3.

Die Spermienköpfe von *Cyanea* sind nach BALLOWITZ lang und schärfen sich nach vorne nadelartig zu; ein Spitzenstück wurde nicht gesehen; hinter dem Kopfe liegt ein kurzes, cylindrisches Stück, von gleicher Dicke wie

der Kopf: das Verbindungsstück, welches sich durch Gentianaviolett (nach Osmiumfixirung) dunkelviolett färbt; im hinteren Theil desselben sah er nach gewisser Präparation überall eine quere schmale, intensiv gefärbte Scheibe, die vielleicht ein sehr stark ausgebildetes Endknöpfchen des Axenfadens ist. »Ich habe nicht«, sagt BALLOWITZ, »entscheiden können, ob eine Fortsetzung des Axenfadens sich auch durch das Verbindungsstück erstreckt«. Der Axenfaden zerfiel durch Maceration häufig fibrillär.

Durch die Behandlung mit Osmium-Rosanilin-Acetas-kalicus erhielt ich Anfangs September von reifen Cyanea-Spermien eine Menge schöner und erläuternder Bilder, die indessen zuerst z. Th. ziemlich schwer verständlich waren. Der *Kopf* dieser Spermien ist, wie BALLOWITZ angiebt, lang, schmal und vorne zugespitzt, ohne ein eigentliches, ausgesprochenes Perforatorium darzubieten (Fig. 1—7); er ist in der Regel schmal lanzettförmig mit einem längeren vorderen und einem kürzeren hinteren Theil, zwischen welchen eine kleine Mittelpartie von schmal ovaler Gestalt eingeschaltet liegt. Durch die Behandlung nach Zenker-Heidenhain färbt sich die vordere längere Partie dunkel bis schwarz (Fig. 12) und ist offenbar als der eigentliche *Kopf*, die Nuclearpartie, zu betrachten. Der mittlere Theil färbt sich dagegen hierdurch nicht schwarz, aber mit Osmium-Rosanilin und Acetas kalicus stark roth und ist als der Körnergruppe der Polychäten und Mollusken, resp. Echinodermen entsprechend zu betrachten. Der hintere Theil färbt sich in der Regel nicht.

Der eigentliche Kopf zeigt oft ein besonderes, gleichsam gefaltetes Ansehen; bei genauer Untersuchung erweist es sich aber, dass dies auf die Einlagerung einer langen Faser in ihm beruht. Diese Faser läuft von der Spitze bis zur »mittleren« Partie, bald gerade (Fig. 2—5), bald geschlängelt (Fig. 6 und 7); sie scheint der Oberfläche nahe zu liegen (Fig. 1—3 und 5) und kann sogar in einzelnen Fällen von ihr theilweise frei verlaufend (offenbar von ihr losgerissen) gefunden werden (Fig. 11). Vielleicht kann man diese Faser als ein *Perforatorium*-Stäbchen betrachten, ungefähr in der Weise, wie ich das Verhältniss bei *Salamandra mac.* im J. 1881 beschrieb und E. BALLOWITZ u. A. später bei anderen Urodelen bestätigten.

Es giebt nun aber auch in den Präparaten Spermien, deren Köpfe breiter, rundlich oder oval sind (Fig. 8 und 9), wobei jedoch fast immer eine kleinere oder grössere Spitze vorhanden ist; auch in diesen Köpfen sieht man die Faser. Zuweilen hat es den Anschein, als ob die Faser sogar, an der mittleren Partie vorbei, in die hintere Partie überginge; es war aber nicht möglich, dies sicher zu entscheiden.

Die *mittlere Partie*, die von BALLOWITZ beschrieben und wohl mit einem gewissen Recht als »Verbindungsstück« bezeichnet worden ist, stellt ein ovales, nach vorn hin abgerundetes, nach hinten in der Regel mehr quer abgeschnittenes Stück mit unebener Grenzlinie dar. BALLOWITZ hat bei gewisser Präparation in dieser Partie ein dunkles Querband gesehen. Ich habe an der hinteren Grenze derselben an Osmium-Rosanilinpräparaten stets, und zwar mehr oder weniger deutlich, zwei Körnchen gefunden (Fig. 1—11), die wohl als zwei *Centralkörper* aufzufassen sind; bisweilen sind diese Körnchen sogar etwas abgetrennt und nach hinten hin verschoben (Fig. 5).

Die nach hinten davon belegene Abtheilung ist von sehr verschiedener Länge (Fig. 1—11) und zeigt sich sogar in einzelnen Fällen in zwei Zipfel getheilt (Fig. 10). BALLOWITZ, der diese Partie offenbar zum Verbindungsstück rechnet, hebt hervor, dass es ihm nicht gelungen ist, die Fortsetzung des Axenfadens des Schwanzes durch dieses Stück zu verfolgen. In meinen Präparaten sah ich sicher, dass der Schwanzfaden durch die erwähnte hintere Partie bis zur »mittleren« Partie, resp. zum »Verbindungsstück« verlief oder eigentlich an dessen hinterem Rande, d. h. hinter den beiden Körnern, begann. Es hatte zwar zuweilen den Anschein, als ob er noch weiter nach vorn vordringe, dies ist aber kaum als möglich anzusehen.

Der *Schwanz*, der in dieser Weise anfängt, verläuft dann als schmaler Faden bis zur hinteren feinen Spitze und ist im Ganzen recht kurz, wie die Fig. 1 zeigt. Ein deutlich abgesetztes Endstück giebt es nicht, nur eine Verschmälerung der Endpartie.

2. *Tealia crassicornis*.

Taf. XIII, Fig. 14—20.

Die interessante Darstellung, die E. BALLOWITZ von den Spermien dieser Actinie¹⁾ gegeben hat, bestimmte mich auch, wenn möglich, denselben nachzuspüren, und es gelang mir, dank der lebenswürdigen Vermittelung

¹⁾ In KORSCHKEIT-HEIDER'S berühmtem Lehrbuch der vergleich. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere (Allg. Theil, 1, 1902, S. 441) wird diese Thierform als eine »Meduse« aufgeführt. Dies ist offenbar ein Missverständniss oder Lapsus calami.

des Vorstehers der Station, meines Freundes Prof. HJ. THÉEL, die betreffenden Thiere mit reifen Spermien Ende August zu erhalten. Ausserdem hat ja auch PICTET die Spermien anderer Coelenteraten, speciell Siphonophoren (v. A. Halistemma) geschildert; diese Thierformen waren mir aber nicht zugänglich.

Die Spermien von Tealia bestehen nach BALLOWITZ aus einem kleinen, rundlichen Kopf und einem mässig langen, contractilen Schwanz; ein Verbindungsstück als solches fehlt; im Kopfe sieht man aber sehr merkwürdige Einzelheiten, nämlich einen matt glänzenden, birneförmig gestalteten, vielleicht ein wenig abgeplatteten grösseren Körper, dessen Spitze gewöhnlich etwas dunkler erscheint; dieser Körper ist der eigentliche Kopf des Spermium, das Kernderivat; die kleine Spitze ist vielleicht einem Spitzenstück homolog. Neben dem hinteren Theile dieses Kernes befindet sich ein anderer kleiner Körper von mehr eiförmiger Gestalt, der stärker lichtbrechend und mit dem Kerne seitlich fest verbunden ist; BALLOWITZ glaubt, dass dieser Nebenkörper den persistirenden Nebenkern der Spermatocyte repräsentirt. Am hinteren Ende des Nebenkörpers sieht man nach ihm ein kleines kugelförmiges, stark lichtbrechendes Kügelchen, das ihm fest anhängt. Und schliesslich ist am Hinterende des eigentlichen Kopfes ein kleines Endknöpfchen vorhanden, von dem der Schwanzfaden ausgeht; an dem hinteren Ende des letzteren erkennt man meist gut ein deutlich abgesetztes Endstück. Diese Spermienform ist nach BALLOWITZ von besonderem Interesse, weil sie die Spermatocytform bewahrt hat. Um den Kopf, den Nebenkörper und das Körnchen findet man oft noch eine alle drei umschliessende Protoplasmahülle, die vielleicht jedoch eine nicht ganz reife Stufe repräsentirt.

Die von mir untersuchten Tealia-Exemplare boten Spermien dar, die offenbar die Beschreibung von BALLOWITZ grösstentheils bestätigen. Indessen fanden sich unter ihnen keine, die mit einer gemeinsamen cytoplasmatischen Kopfhülle versehen waren, so dass ich die eben angeführte Vermuthung dieses Forschers als wahrscheinlich annehme, dass nämlich solche Formen nicht ganz reif sind.

Der *Kopf* war schön eiförmig (Fig. 14—20). Eine wirkliche Spitze, die als Spitzenstück oder Perforatorium betrachtet werden könnte, sah ich nie. Dagegen fand sich immer am hinteren Kopfe das von BALLOWITZ beschriebene Endknöpfchen des Schwanzes, das wir aber nunmehr als *Centralkörper* auffassen, obwohl erst eine genaue Untersuchung der Spermatogenese dies bei den verschiedenen Thieren sicher darzulegen vermag. Die Fig. 14—17 zeigen nach Osmium-Rosanilin-Behandlung dieses Körnchen in natürlicher Lage am Ansatz des Schwanzes, und die Fig. 21 giebt ein vorderes Schwanzende mit dem Körnchen in einem Falle wieder, wo der Kopf abgetrennt ist.

Der *Schwanz* (Fig. 14) ist ziemlich kurz, schmal fadenförmig, ohne Verbindungsstück, aber mit einem fein auslaufenden *Endstück* versehen, welches jedoch gewöhnlich nicht ganz scharf abgesetzt ist.

Es bleibt aber nun noch des von BALLOWITZ beschriebenen *Nebenkörpers* des Kopfes zu gedenken. An jedem Kopfe sitzt in der That seitlich ein eigenthümlicher, rundlicher oder ovaler Körper, der sich in Rosanilin schön färbt. In der Regel sitzt derselbe etwa an der Mitte einer Seite des Kopfes angeheftet (Fig. 14, 16 und 17); hier und da trifft man jedoch Spermien, bei denen der Körper weiter hinten belegen ist, und zwar lateral vom Schwanzansatz (Fig. 18—20), so dass er diesen mehr oder weniger deckt.

In diesem Nebenkörper finde ich konstant ein kugliges Korn, das sich von der Substanz des Körpers scharf absetzt. Gewöhnlich färbt es sich dunkler bis schwärzlich (Fig. 14, 15, 16 und 20); in anderen Fällen bleibt es ungefärbt und bildet eine weissliche Kugel im gefärbten Nebenkörper. Im Allgemeinen scheint es dicht unter der Oberfläche desselben belegen zu sein. Es ist offenbar dasselbe Korn, welches BALLOWITZ beschrieben hat, aber in seinen Figuren stets nach aussen vom Nebenkörper, an dessen Oberfläche liegend, zeichnet; in dieser Frage differirt demnach meine Darstellung von derjenigen des geehrten Forschers.

Dagegen stimme ich ihm in der Deutung des Nebenkörpers selbst vollständig bei; es entspricht derselbe offenbar dem sogenannten Nebenkern, resp. dem Mitochondrien-Körper der Spermien anderer Thiere und damit auch den oben beschriebenen Körnergruppen an den Spermien von Polychäten und Lamellibranchier etc. Somit enthält er auch diese Ingredienzien des Verbindungsstückes der Vertebratenspermien.

Was aber das in diesem Körper belegene Korn betrifft, so liesse sich zwar eine Deutung hypothetisch aufstellen. Da jedoch nur die Spermatogenese die Richtigkeit derselben darthun kann, so will ich diesmal nicht versuchen, eine Erklärung seiner Bedeutung zu geben.

Was aber nun diese Spermienform betrifft, so liegt v. A. ihre Eigenthümlichkeit in der Lage des Nebenkörpers. Diese Thatsache, die BALLOWITZ mit Recht sehr eigenthümlich fand und als einen ursprünglicheren Zustand deutete, war mir nicht in solchem Grade befremdend, weil ich in einem anderen Thierkreise, nämlich dem der Tunicaten — s. o. bei der Darstellung der Spermien von *Ciona* und *Clavelina* — einen in dieser Hinsicht sehr ähnlichen Zustand ge-

funden und studirt hatte. BALLOWITZ, der auch die Ciona-Spermien untersuchte, hatte offenbar den auch hier lateral belegenen Nebenkörper (»Verbindungsstück«, Nebenkern, Mitochondrienkörper) nicht wahrgenommen. Merkwürdig ist es aber jedenfalls, dass zwei so weit von einander getrennte Thierkreise, die Coelenteraten und die Tunicaten, Spermien haben, die nach einem so übereinstimmenden Typus gebaut sind. Dem ist aber noch hinzuzufügen, dass ich bei einem niedrigen Mollusken, dem Amphineuren *Chiton*, ebenfalls eine seitliche Lage des Nebenkerns oder Mitochondrienkörpers gefunden habe (S. o. S. 16—18, Taf. VI), obwohl in diesem Falle noch einmal festzustellen ist, ob das beschriebene Stadium in der That vollständig reif war.

Nach PICTET's Darstellung scheinen auch bei einem anderen Coelenteraten, *Halistemma*, ähnliche Verhältnisse vorzukommen. Es wäre gewiss von Interesse, die Untersuchung der Spermien verschiedener Repräsentanten dieses Thierkreises noch weiter durchzuführen.

Ergebnisse.

Nach der oben gelieferten Darstellung der Gestalt und der Bauverhältnisse der von mir untersuchten Spermien verschiedener Würmer, Mollusken, Echinodermen und Coelenteraten, will ich noch einen kurzen Rückblick auf die für die gesamte Spermienkunde wichtigeren Ergebnisse dieser Untersuchungen zu geben versuchen.

Wie ich oben in der Einleitung betonte, hat man unter den Würmern und Mollusken bisher fast nur solche Thiere untersucht, bei denen die Spermien stärker differenziert und deshalb mehr oder weniger eigenartig gestaltet sind. Merkwürdiger Weise hat man also die Spermien der Polychäten fast gar nicht genauer studirt und von den Mollusken die Lamellibranchier nur in einem Falle gelegentlich untersucht, während die hoch differenzierten Spermien gewisser Gastropoden mehrfach zum Gegenstand der Forschung gewählt worden sind. Hierdurch sind die ursprünglicheren Formen, aus denen die complicirteren und theilweise sehr schwerverständlichen herzuleiten und zu erklären sind, beinahe unbekannt geblieben.

Diesen Mangel habe ich hier zu ersetzen gesucht. Zwar bleiben noch viele Lücken auszufüllen, um so mehr als unsere schwedische Fauna für eine vollständige Erforschung das nöthige Material nicht darzubieten vermag. Durch die bisher gewonnenen Thatsachen lassen sich jedoch einige Resultate zusammenstellen, die für die Kenntniss der Spermien im Allgemeinen von Interesse sind.

Was nun zuerst die Spermien der *Würmer* betrifft, so findet man bei den *Polychäten* durchgehend primitive Formen, indem sie aus einem kugligen oder ovalen *Kopf* und einem an dessen hinterem Umfang befestigten *Schwanzanhang* bestehen. Am vorderen Umfang des Kopfes findet sich in der Regel ein besonderes *Perforatorium* von etwas verschiedener Form und Grösse. Am Schwanz trifft man kein eigentliches Verbindungsstück, sondern nur ein *Hauptstück*, welches am Kopfe direkt, d. h. durch Vermittelung eines sehr kleinen *Centralkörpers* befestigt ist, und ein *Endstück*.

Am hinteren Umfang des Kopfes, rings um den Ansatz des Schwanzes, finden sich konstant *vier* eigenthümliche *Kugeln*, welche in einem regelmässigen Viereck liegen. Diese Kugeln, welche sich erst bei der Reifung der Spermien ansammeln und hier lagern, stellen offenbar die Substanz dar, welche bei den höheren Thieren die Umhüllung des Axenfadens des Schwanzes am Verbindungsstück bilden. Sie enthalten wahrscheinlich auch, obschon nicht alleine, die *Mitochondrienkörner* BENDA's, die aber im reifen Zustande der Spermien durch die Färbungsmethoden kaum mehr demonstrierbar sind. In den fraglichen Kugeln vermochte ich bisjetzt nicht die Mitochondrienkörner nachzuweisen. Ich betrachte die Kugeln übrigens als die Derivate des Nebenkerns und habe sie hier als *Nebenkernorgan* bezeichnet, obwohl es mir noch nicht gelungen ist, ihre Entwicklung aus dem Nebenkern direkt zu verfolgen. Diese 4 Kugeln, welche sich in Anilinfarben intensiv tingiren und die in einzelnen Fällen durch 5 oder sogar 6 vertreten sein können, stellen für die Spermien der Polychäten ein sehr charakteristisches Merkmal dar; man findet aber die Kugeln auch bei einer Reihe von Mollusken.

Von *Bryozoen* konnte ich bisher nur die Spermien einer Form untersuchen; diese waren ziemlich stark differenziert und liessen sich, besonders hinsichtlich des Nebenkernorgans, mit denen der anderen von mir studirten Wurmpermien nicht direkt vergleichen.

Unter den *Nemertinen* untersuchte ich genauer ebenfalls nur eine Form. Bei ihr zeigte das Nebenkernorgan ein sehr primitives Verhalten, indem es am Hinterende des Kopfes nur eine körnig-protoplasmatische An-

sammlung darbot, welche nicht, wie bei den Polychäten (und Lamellibranchiern), zu einer regelmässigen Anzahl grösserer, scharf umschriebener Kugeln differenzirt ist.

Unter den *Mollusken* habe ich absichtlich die bisher so versäumten *Lamellibranchier* besonders berücksichtigt und hier konstant Spermienformen gefunden, deren Bau aufs innigste mit denen der Polychäten übereinstimmt, und zwar nicht nur in Bezug auf den Bau von Kopf und Schwanz, sondern auch hinsichtlich der am hinteren Kopfumfang befindlichen Kugeln des Nebenkernorganes. Die Anzahl dieser Kugeln ist bei den verschiedenen Lamellibranchiern als Regel bald 4, bald 5, bald 8. Die Gestalt des Kopfes ist bald knlig, bald oval, bald konisch, bald kreiselförmig. Am Schwanzc ist ein Endstück vorhanden.

Von den *Amphineuren* habe ich zwei Vertreter untersucht. Der Bau ihrer Spermien lässt sich mit dem der Spermien der Lamellibranchier und Polychäten gut homologisiren.

Von den niederen *Gastropoden* habe ich nur eine Form untersucht. Die Spermien derselben waren aber ebenso primitiv wie die der Lamellibranchier und ihnen in jeder Beziehung sehr ähnlich. Es ist dies von besonderem Interesse, wenn man berücksichtigt, wie die gewöhnlich in dieser Beziehung studirten Gastropoden so sonderbar differenzirte Spermien darbieten.

Unter den *Cephalopoden* war mir nur eine Form zugänglich. Die eigenthümlich gestalteten und differenzirten Spermien derselben lassen sich aber hinsichtlich ihrer Zusammensetzung ohne Schwierigkeit auf den allgemeinen Spermiumtypus zurückführen.

Bei den *Echinodermen* habe ich die Spermienformen der Echiniden und Asteroiden studiren und diese primitiven Formen mit denen der Würmer und Mollusken vergleichen können.

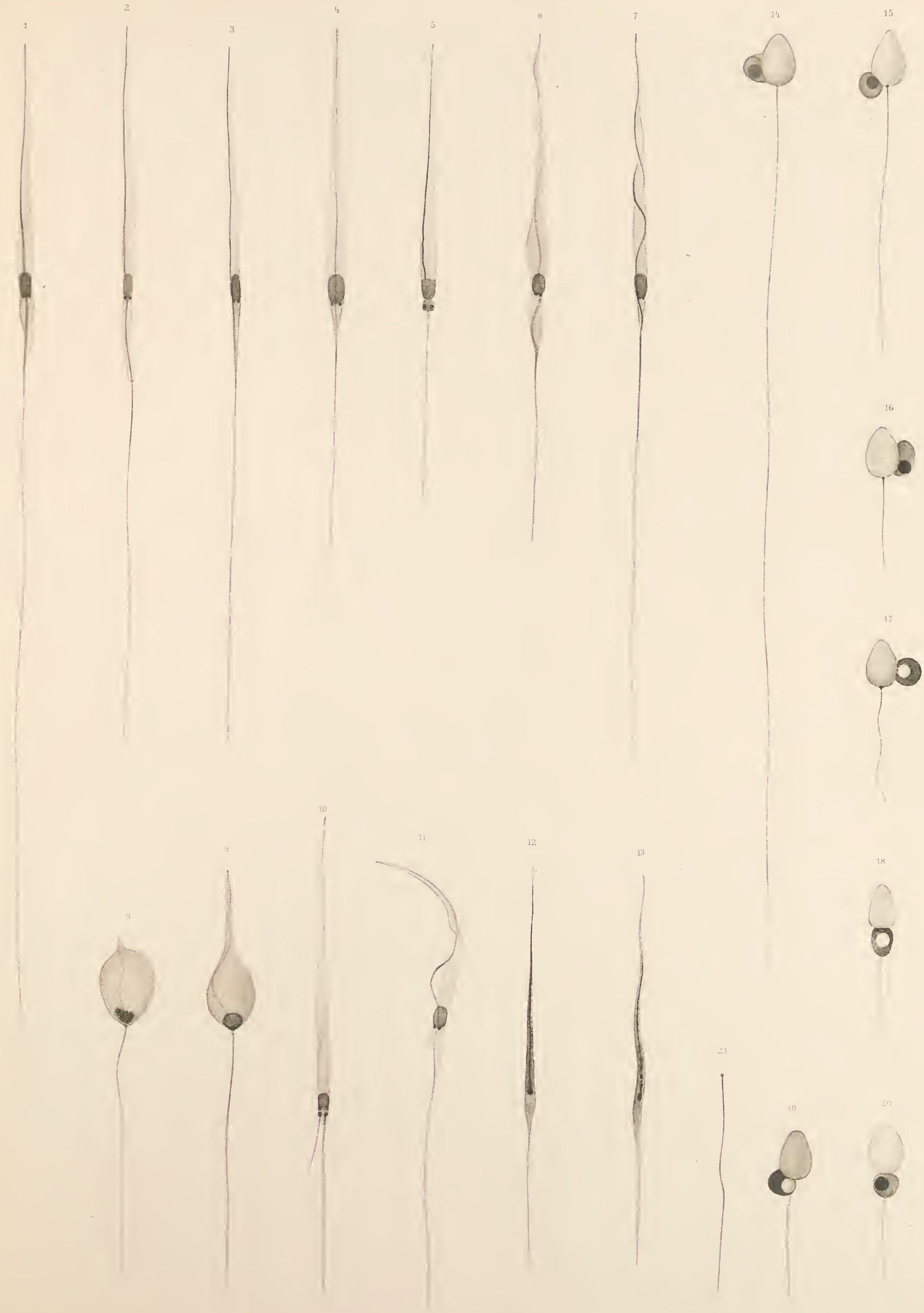
Von *Coelenteraten* habe ich Vertreter der *Medusen* und *Actinien* untersucht und diese theils mehr ursprünglichen, theils mehr eigenartigen oder differenzirten Spermienformen mit dem allgemeinen Typus homologisiren können.

Ich hoffe nun diese Untersuchungen bei einer Reihe anderer Thierformen fortsetzen und dabei auch gewissen interessanten Formen der Spermatogenese sowie dem Befruchtungsprocess Specialforschungen widmen zu können, was von Anfang an das Ziel dieser Studien war.



Cyanea (1- 13)

Tealia (14- 21)



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [NF_11](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Spermien der Evertebraten, I. 1-32](#)