

Ueber Ei- und Samenbildung bei Branchiobdella.

Von

Dr. WALTER VOIGT.

Mit Tafel XVI—XVIII.

Die nachfolgenden, unter Leitung meines verehrten Lehrers, des Herrn Professor Semper, vorgenommenen Untersuchungen wurden bereits im Herbste 1883 abgeschlossen; eine längere, mit einem Augenleiden verbundene Kränklichkeit hat mich jedoch bisher verhindert, die Arbeit für den Druck fertig zu stellen. Bei der Herausgabe des Textes ist darauf Bedacht genommen worden, auch über die erst im letzten Jahre erschienenen, auf den von mir behandelten Gegenstand Bezug habenden Arbeiten die nötigen Angaben an den geeigneten Stellen nachzutragen.

Zur Untersuchung wurden die verschiedenen an unserem Flusskrebs vorkommenden Varietäten von Branchiobdella benutzt. Da sich diese Tiere ohne Unterbrechung das ganze Jahr hindurch fortpflanzen, so ist man, selbst mit den an frischem Material anzustellenden Beobachtungen, an keine bestimmte Jahreszeit gebunden und braucht bloss dafür zu sorgen, eine genügende Anzahl von Krebsen in geeigneten Bassins vorrätig zu halten, um auch im Winter immer lebende Branchiobdellen, erwachsene wie junge, zur Hand zu haben,

Lage und Bau von Eierstock und Hoden.

Die Fortpflanzungsorgane von Branchiobdella sind nach dem Typus derjenigen der Oligochaeten gebaut. Die beiden Eierstöcke¹⁾ befinden sich im achten Segment und fallen schon am lebenden, ziemlich durchsichtigen Tiere durch ihre weissliche Färbung leicht in die Augen. Jeder besteht aus einer kompakten Zellmasse, welche durch einen muskulösen Stiel seitlich in dem durch das Dissepiment $7/8$ und die Leibeswand gebildeten Winkel befestigt ist; und zwar liegen die Anheftungsstellen mehr nach der Bauchseite des Tieres zu, sodass eine Verbindungslinie derselben zwischen Nervenstrang und Darm hindurchführen würde. Die gleichfalls paarigen Hoden, welche besonders bei erwachsenen Branchiobdellen sich nur mit Mühe auffinden lassen, sind in sechsten Segment an der den Eierstöcken entsprechenden Stelle im Winkel zwischen Dissepiment $5/6$ und Leibeswand angeheftet.²⁾ Der Stiel, an welchem sie sitzen, entbehrt der Muskeln.

Hoden und Eierstock haben beim eben aus dem Cocon geschlüpften Tier gleiche Grösse und bestehen im frühesten von mir gefundenen Stadium aus einer Gruppe von etwa 8 bis 12 Zellen. Fig. 1 der Taf. XVI stellt ein Stück eines seitlich von der Mittelebene geführten Sagittalschnittes dar, durch welchen die beiden Geschlechtsorgane getroffen sind; *h* ist der Hoden, *e* der Eierstock.

An lebenden Branchiobdellen macht es einige Schwierigkeiten, diese ganz frühen Entwicklungsstadien der Geschlechtsorgane zu Gesicht zu bekommen. Wie ich schon bei einer früheren Gelegenheit auseinandergesetzt habe³⁾, besitzen die jungen Exemplare derjenigen Varietäten von Branchiobdella, welche eine beträchtlichere Körpergrösse erreichen, nämlich *B. astaci* und *B. parasita*, beim Auskriechen aus dem Cocon nicht so weit entwickelte Geschlechts-

¹⁾ Keferstein, Anatomische Bemerkungen über Branchiobdella parasita. Archiv für Anatomie u. s. w. von Reichert und Du Bois-Reymond. 1863, pag. 519. — Dorner, Ueber die Gattung Branchiobdella Odier. Zeitschr. für wiss. Zoologie, XV, 1865, pag. 490. — Ludwig, Ueber die Eibildung im Tierreich. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg, I. 1874, pag. 345.

²⁾ Dorner, l. c. pag. 484.

³⁾ Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg, VII, 1884, pag. 65.

organe als die der kleineren Varietäten, *B. hexodonta* und *B. pentodonta*; aber gerade bei ersteren sind meist alle Zellen des Körpers noch reichlich mit Dotterkörnchen erfüllt, welche denselben so undurchsichtig machen, dass von einer genaueren Untersuchung der inneren Organe an lebenden Tieren keine Rede sein kann. Man muss sich daher die Mühe nicht verdriessen lassen, so lange zu suchen, bis man zufällig ein durchsichtiges Exemplar einer der grösseren Varietäten findet, bei dem die Dotterkugelchen bereits verschwunden sind, oder von den kleineren ein solches, bei welchem ausnahmsweise die Geschlechtsorgane noch nicht so weit ausgebildet sind. Für das Studium des Eierstockes, welcher längere Zeit sein ursprüngliches Aussehen bewahrt, ist dies allerdings weniger erforderlich, als für die Untersuchung des Hodens, an dem schon frühzeitig wichtige Veränderungen eintreten. Da Hoden und Eierstock mehr nach der Bauchseite zu angeheftet sind, so bekommt man sie am bequemsten zur Ansicht, wenn man die jungen Branchiobdellen zunächst auf das Deckgläschen setzt, wo sie sich mit ihrem Saugnapf anheften, sodass sie hernach mit ihrem Rücken auf den Objektträger zu liegen kommen.

Fig. 2 stellt einen ganz jungen Eierstock dar, welcher nach dem lebenden Tier bei 600facher Vergrösserung gezeichnet wurde; Fig. 3 zeigt einen solchen nach Färbung mit Pikrocarmin aus einer Querschnittserie bei 200facher Vergrösserung. Der Stiel des Eierstockes wird von zwei Muskelzellen gebildet, deren Kerne an der Stelle liegen, wo der Stiel sich an Dissepiment und Leibeswand anheftet (Fig. 3, *m*). Das Peritoneum, welches den ganzen Eierstock überzieht (Fig. 2, *p*), umhüllt die Muskeln in Gestalt einer nur lose anliegenden Scheide (*p*₁), welche sich bei den Kontraktionen des Stieles in zahlreiche Falten legt. Wenn man das junge Tier einige Zeit unter dem Mikroskop beobachtet, kann man sehen, wie durch diese ziemlich schnell und jedenfalls willkürlich erfolgenden Kontraktionen der Eierstock hin und wieder nach seiner Anheftungsstelle zu herangezogen wird.

Entwicklung des Eierstockes.

Schon im frischen Zustande sind auch an ganz jungen Eierstöcken unter günstigen Umständen deutliche Zellgrenzen wahrzu-

nehmen. Nach Färbung mit Grenachers Alauncarmin⁴⁾ fand ich sie auf Schnitten von etwa 0,01 mm Dicke im Innern gleichfalls aus deutlich abgegrenzten Zellen zusammengesetzt (Fig. 3). Die Kerne haben in diesem ersten Stadium alle das gleiche Aussehen, meist zeigen sie auffallend unregelmässige Konturen, Vorwölbungen, welche an die maulbeerförmige Kernteilung erinnern, wie sie für die Spermatogonien von Wirbeltieren⁵⁾ und Mollusken⁶⁾ beschrieben worden ist (Fig. 27, *mk*). Wir wollen jedoch vorläufig nicht näher hierauf eingehen, bis wir erst die entsprechenden Bildungen am Hoden der Branchiobdella kennen gelernt haben. Eine wirkliche Kernteilung ist an diesen Schnitten (Fig. 3) nicht wahrzunehmen, Im nächsten Stadium aber (Fig. 4), bei nur wenig älteren Tieren, tritt dieselbe am distalen Ende des Eierstockes in lebhaftester Weise ein, und zwar findet nicht etwa ein direkter Zerfall des Kernes in einzelne Teilstücke statt, sondern es zeigen sich die deutlichsten Bilder der Fadenmetamorphose (Karyomitose, Flemming). Die maulbeerförmigen Kerne (Fig. 4, obere Hälfte) füllen fast die ganze Zelle aus, das Zellprotoplasma ist körnig, während das der in Teilung begriffenen Zellen (untere Hälfte der Fig. 4) durchsichtig ist und die dunkle Chromatinsubstanz des Kernes einen geringeren Raum einnimmt, sodass die Teilungsregion sich scharf von dem Rest des Eierstockes abhebt.

Eine solche lebhafte Zellenvermehrung findet auch noch am Eierstock erwachsener Tiere statt und zwar in der Weise, dass sie nicht auf einen bestimmten Bezirk beschränkt ist, sondern schubweise bald hier, bald dort an einzelnen grösseren Abschnitten auftritt, wo dann bis in die Tiefe hinein die meisten Kerne in Teilung begriffen sind, während andere Abschnitte fast ausschliesslich ruhende Kerne aufweisen. Die nicht in Teilung begriffenen Kerne sind im Eierstocke der heranwachsenden Branchiobdellen nicht mehr maulbeerförmig, sondern kugelig und haben ein deutliches Kernkörper-

⁴⁾ Archiv für mikroskopische Anatomie, XVI, 1879, pag. 465.

⁵⁾ v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper, Arch. f. mikr. Anat., XII, 1876, pag. 801. — Nussbaum, Zur Differenzierung des Geschlechts im Tierreich. Arch. f. mikr. Anat., XVIII, 1880, pag. 8 des Separatabzuges.

⁶⁾ Max v. Brunn, Untersuchungen über die doppelte Form der Samenkörper von *Paludina vivipara*. Arch. f. mikr. Anat., XXIII, 1884, pag. 447.

chen. Die Mehrzahl der sich teilenden Kerne findet man auf den Schnitten im Stadium der Knäuelform, welches nach Flemming⁷⁾ bei lebenden Zellen den langsamsten Verlauf hat, während die anderen Stadien schneller vorübergehen und deshalb an konservierten Präparaten seltener zur Ansicht kommen.

Was nun die Bildung der Eier betrifft, so ist es überflüssig, hier näher darauf einzugehen, nachdem schon durch Ludwig in seiner preisgekrönten Schrift über die Eibildung im Tierreich⁸⁾ eine Darstellung derselben gegeben ist, die ich durchaus bestätigen kann. Die Entwicklung der Eier besteht in einfacher Weise darin, dass einzelne an der Oberfläche des Eierstockes liegende Zellen anfangen, sehr bedeutend an Grösse zuzunehmen (Fig. 5, *ei*) und sich endlich von ihm ablösen, um später durch einen der beiden, die Bauchwand der Branchiobdella durchbrechenden Genitalspalten (Eispalten, Dorner) nach aussen befördert zu werden. Ich verweise also auf die ausführliche Beschreibung Ludwigs, S. 345 u. fgde. des oben citierten Werkes.

Nur in Bezug auf die Struktur des Eierstockes bin ich, wie wir gesehen haben, zu einem abweichenden Resultate gekommen. Nach Ludwig sind die kleinsten Zellchen, welche nach der Mitte des Organs hin liegen, auf keine erkennbare Weise von einander gesondert; ihre Kerne sind eingebettet in eine blasse, sehr fein granulirte Substanz und erst gegen die Peripherie des Eierstockes hin sondert sich diese um die einzelnen Keimbläschen zu äusserst zart konturirten Zellen (l. c., Taf. XIII, Fig. 6). Ich fand auf Schnitten durch den reifen Eierstock (Fig. 5), dass auch die im Innern befindlichen Zellen deutliche Grenzen besitzen und konnte einen Unterschied in ihrer Grösse (abgesehen natürlich von denen, welche anfangen, sich zu Eiern auszubilden) nur in so fern nachweisen, als an den Stellen, wo lebhafte Teilung stattfindet, die Kerne kleiner sind, etwa 0,006 mm gross, während die anderen etwa 0,010 mm messen; und dass also auch die zu ersteren gehörigen Zellen gegen die übrigen etwas an Grösse zurückstehen. An ganz jungen Eierstöcken sind die entsprechenden Masse 0,004 und 0,007 mm. Auch

⁷⁾ Flemming, Studien über Regeneration der Gewebe. Arch. f. mikr. Anat., XXIV, 1884, pag. 79.

⁸⁾ Siehe Anmerkung 1.

hier finden sich deutliche Zellgrenzen (Fig. 3) und nicht ein kernhaltiges Protoplasma.

Das Vorkommen eigentümlicher degenerierter Zellen im Inneren des Eierstockes, welche etwa die Täuschung veranlassen könnten, als ob wirklich dort eine protoplasmatische Grundsubstanz vorhanden wäre (Fig. 6), soll später im Zusammenhaug mit anderen dahin gehörigen Erscheinungen besprochen werden.

Für die Ernährung der Eier wird durch ein Paar frei von dem Rücken- nach dem Bauchstamm verlaufende Gefässschlingen gesorgt, welche in den übrigen Körpersegmenten, mit Ausnahme des ersten, fehlen. Da bei Branchiobdella, ebenso wie bei anderen Oligochaeten, die sonst den ganzen Darm überziehenden Chloragenzellen allein im Eierstocksegment fehlen, so wird dieser Umstand auch mit dem Bedürfnis einer lebhaften Ernährung der Eizellen in Zusammenhang zu bringen sein, denn durch die Abwesenheit der Chloragenzellen wird eine direkte Berührung der heranwachsenden Eier mit dem Gefässsinus, welcher den ganzen Darm umgiebt, ermöglicht, sodass eine ausgiebigere Aufnahme von Nährflüssigkeit stattfinden kann. In der That lässt sich auch oft an Schnitten ein Uebertritt der Chylusflüssigkeit aus dem Darmsinus und den Gefässschlingen in die Eier konstatieren, indem da, wo die letzteren mit den Gefässen in Berührung stehen, ihr Protoplasma bis in eine gewisse Tiefe hinein dunkler gefärbt ist und hier spärlicher Dotterkügelchen enthält, welche durch die zwischen sie eingedrungene Flüssigkeit von einander entfernt wurden.

Da die Dottermembran sehr zart ist, so nehmen die Eier durch den Druck, welchen die sie umgebenden Organe und sie selbst gegenseitig auf einander ausüben, die unregelmässigsten Formen an. Diese Nachgiebigkeit der Membran sowohl wie des Inhaltes erklärt auch, wie es möglich ist, dass die reifen Eier durch die verhältnismässig sehr engen weiblichen Genitalspalten austreten können. Ich sah zweimal, wie durch den Druck des Deckgläschens bei halb erwachsenen, aber geschlechtsreifen Branchiobdellen ein Ei durch den Genitalspalt hervorgetrieben wurde (Fig. 12). Der herausgetretene Teil desselben rundete sich ab; an der im Genitalspalt befindlichen eingeschnürten Stelle des Eies sah man die einzelnen Dotterkörnchen bei stärkerer Vergrößerung mit ziemlicher Geschwindigkeit von innen nach aussen hindurchströmen. Sicher geschieht der Austritt der Eier, wenn das

Tier sie freiwillig ablegt, auf die gleiche Weise, indem sie durch die Kontraktion der Leibesmuskulatur durch den Genitalspalt hinausgedrückt werden. Bei *Enchytraeus humiculator* bewirkte Vejdovsky⁹⁾ das Austreten der Eier, indem er das Tier in Wasser warf, welchem etwas Osmiumsäure zugesetzt worden war. Er fand sie dann bei dem getöteten Wurm noch zum Teil in der Genitalöffnung steckend.

Entwicklung der männlichen Geschlechtsprodukte.

Untersuchungsmethoden. Bevor ich zur Darstellung der Spermatogenese von *Branchiobdella* schreite, will ich kurz auf einige Verhältnisse aufmerksam machen, welche mir gerade diesen Wurm als ein sehr günstiges Objekt für das Studium der Samenentwicklung erscheinen liessen und welche mich hauptsächlich veranlasst haben, die Untersuchung anzustellen.

Ein grosser Vorteil bietet sich erstens einmal darin, dass die Ausbildung der Samenkörper auf keine bestimmte Jahreszeit beschränkt ist, sondern dass man stets im Hodensegment der erwachsenen Tiere alle Entwicklungsstadien von den einfachen Geschlechtszellen an bis zu den ausgebildeten Spermatozoen antrifft. Zugleich hat man auch, da das Fortpflanzungsgeschäft natürlich ebensowenig eine Unterbrechung erleidet, fortwährend junge Tiere zur Verfügung, sodass man die Reihenfolge, in welcher die bei erwachsenen Exemplaren gefundenen Entwicklungsstadien nach einander auftreten, jederzeit ohne Schwierigkeit feststellen kann, indem man den Inhalt des Hodensegmentes ungleich alter Tiere vergleicht.

Zweitens ist es behufs genauerer Untersuchung der frei in der Leibeshöhle schwimmenden Samenelemente sehr leicht, dieselben zu isolieren und direkt aus dem lebenden Tier unter das Mikroskop zu bringen, ohne dass durch eine umständliche Präparation Zeit verloren ginge, während welcher sie sich verändern könnten. Man sticht zu diesem Zweck gleichzeitig mit zwei Präpariernadeln die Leibeshöhle des Hodensegmentes an irgend einer Stelle an und entfernt dann die Spitzen der Nadeln ein wenig voneinander, um die Oeffnung zu erweitern; dann quillt der grösste Teil des Inhaltes von selbst heraus und kann ganz ohne Zusatz einer indifferenten

⁹⁾ Vejdovsky, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Enchytraeiden, pag. 45, Taf. V, Fig. 9.

Flüssigkeit untersucht werden. Dabei darf man aber nicht versäumen, das Tier vorher von dem anhaftenden Wasser zu befreien, indem man es mit einem Pinsel ein paarmal auf Fliesspapier hin- und herrollt. Auf die eben bezeichnete Weise bleibt das Präparat frei von fremden Gewebeteilen, welche beim Zerzupfen des Wurmes eine ebenso unvermeidliche wie unwillkommene Zugabe bilden. Nach einiger Uebung ist es mir gelungen, auch die allerkleinsten, eben ausgekrochenen Tiere, welche nicht viel dicker als ein Pferdehaar sind, mit fein zugeschliffenen Nadeln an der richtigen Stelle zu öffnen, um die wenigen, bei ihnen im Hodensegment vorhandenen Samenelemente isoliert zur Ansicht zu bekommen.

Um das Eintrocknen des Spermas während der Untersuchung zu verhüten, liess ich dasselbe auf ein Deckgläschen ausfliessen und brachte dieses schnell über eine feuchte Kammer, welche durch einen auf den Objektträger gekitteten Glasring gebildet wurde und in welcher durch ein kleines, ganz schwach angefeuchtetes Stück Fliesspapier oder durch ein paar Algenfäden gerade soviel Wasserdampf abgegeben wurde, um die Verdunstung der Samenflüssigkeit zu verhindern. Durch einen Tropfen Wasser, welchen ich im Anfange gewöhnlich auf den Boden der Kammer brachte, wurde zu viel Feuchtigkeit entwickelt, sodass die Wände mit einem feinen Tau beschlugen und Veränderungen an den Samenelementen eintraten. Hat man aber den richtigen Feuchtigkeitsgrad getroffen, so kann man das Sperma stundenlang untersuchen, ohne irgend eine nachteilige Veränderung an ihm wahrzunehmen.

Für eine genauere Untersuchung ist es natürlich auch hier nötig, indifferente Zusatzflüssigkeiten anzuwenden, da im unvermischten Samen die einzelnen Elemente zu dicht aneinander liegen, um bequem studiert werden zu können. Dazu benutzte ich Hühner-eiweiss, Traubenzucker von 1050 sp. G. und besonders $\frac{1}{2}$ prozentige Kochsalzlösung. Ein Tropfen der Untersuchungsflüssigkeit wurde auf den Objektträger gebracht, dann das vorher abgetrocknete Tier hineingesetzt und geöffnet, so dass die Bestandteile des Samens, ohne mit der Luft in Berührung zu kommen, sogleich in die indifferente Flüssigkeit entleert wurden. Sollten behufs nachheriger Färbung die Samenelemente konservirt werden, so wurden dieselben eine kurze Zeit der Einwirkung von Dämpfen einer $\frac{1}{2}$ prozentigen Osmiumsäure ausgesetzt.

Als Färbemittel wandte ich Pikrocarmin und Grenachers Alauncarmin an, welche ich unter dem Deckgläschen nur etwa eine Minute lang einwirken liess. Dann wurden sie wieder durch Aufsaugen mit Fliesspapier entfernt, indem sie zunächst durch Wasser und darauf durch eine Mischung von gleichen Teilen Glycerin und Wasser ersetzt wurden. Wenn man die einzelnen Reagentien abwechselnd von verschiedenen Seiten zutreten lässt, werden nicht allzuvielen von den Samenelementen hinweggeschwemmt und man erreicht zu gleicher Zeit den Hauptzweck, ohne gröbere mechanische Eingriffe die einzelnen Entwicklungsstadien zu isolieren und gleichmässig im Präparat zu verteilen.

Ein dritter, recht günstiger und für die Sicherheit der Beobachtung sehr wichtiger Umstand, welchen die Branchiobdella bei der Untersuchung der Samenentwicklung bietet, ist der, dass man gelegentlich ganz durchsichtige Exemplare findet und so instandgesetzt wird, am lebenden Tier selbst, durch die Leibeswand hindurch, die feinsten histologischen Details an den Samenelementen zu beobachten. Ich hatte so die sicherste Kontrolle, wenn es galt festzustellen, ob irgend eine an den künstlich isolierten Bildungsstadien gefundene Eigentümlichkeit wirklich im Leben vorhanden, oder erst durch die benutzten Reagentien oder die Art der Präparation hervorgerufen war. Bei ganz jungen, völlig durchsichtigen Branchiobdellen ist es möglich gewesen, sogar mittelst homogener Immersion ($\frac{1}{14}$ von Winkel in Göttingen) die Umbildungen am sich entwickelnden Hoden mit aller Deutlichkeit zu erkennen und so einen klaren Einblick in die ersten, bisher noch nicht ganz sichergestellten Entwicklungsstadien zu bekommen.

Kurze Uebersicht. Es ist nötig, hier noch einige Worte über die von mir im Folgenden benutzten Namen für die Umbildungsformen der Samenelemente voranzuschicken. Denn auf diesem Gebiete herrscht bis jetzt wenig Uebereinstimmung unter den einzelnen Forschern, ein Zeichen, dass wir noch ziemlich weit davon entfernt sind, einen klaren Ueberblick über die Spermatogenese im ganzen Tierreich zu haben. Trotzdem die bei meiner Untersuchung zu Grunde gelegte Arbeit die Abhandlung von Blomfield über

die Spermatogenese des Regenwurms¹⁰⁾ ist, werde ich doch die von ihm angewandten Bezeichnungen nicht annehmen, sondern ziehe es vor, mich an die allgemeiner verbreiteten, durch v. la Valette St. George¹¹⁾ aufgestellten Namen zu halten. Ohne den Anspruch erheben zu wollen, ein für jeden einzelnen Fall im Tierreich gültiges Schema aufzustellen, unterscheide ich in meiner Darstellung folgende fünf Entwicklungsstadien der Samenelemente:

Erstes Stadium.	Sexualzellen, Geschlechtszellen.
Zweites	Spermatogonien, Stammsamenzellen.
Drittes	Spermatocyten, Samen-Vermehrungszellen.
Viertes	Spermatiden, Samen-Ausbildungszellen.
Fünftes „	Spermatozomen, Samenkörper.

Der Entwicklungsgang der Samenelemente tritt bei Anneliden klarer hervor als bei höheren Tieren, denn erstens fehlen die bei letzteren auftretenden Hüllen, Bildungen sekundärer Natur, durch welche das Studium der Samenentwicklung sehr erschwert wird und zweitens lösen sich die Zellen, aus deren Nachkömmlingen später die Samenkörper hervorgehen, frühzeitig vom Hoden ab und schwimmen frei in der Leibeshöhle des Tieres, sodass es möglich ist, jedes Entwicklungsstadium für sich gesondert zur Ansicht zu bekommen.

Die oben bezeichneten fünf Hauptabschnitte der Samenbildung lassen sich bei Branchiobdella leicht und scharf voneinander abgrenzen.

I. Embryonales Stadium. Sexualzellen. Zellen von embryonalem Charakter, welche bei den eben ausgeschlüpften Branchiobdellen die Anlage des Hodens darstellen und ganz das gleiche Aussehen haben wie die entsprechenden Zellen des Eierstockes (Taf. XVI, Fig. 25 und 26, Taf. XVII, Fig. 30, *gz*). Bei älteren Tieren bilden sie jenen Teil des Hodens, welcher die ursprüngliche Beschaffenheit beibehält und von welchem aus die Neubildung von Samenelementen stattfindet (Taf. XVII, Fig. 32 und 33, *gz*).

II. Stadium der Stammsamenzellen oder Spermatogonien (Protospermoblasten, nach der in Frankreich üblichen Nomenklatur). Dies sind den Eiern homologe Zellen, welche sich bei

¹⁰⁾ Blomfield, On the development of the Spermatozoa, Part. I, Lumbricus. Quarterly Journal of Microscopical Science, vol. XX, New series, 1880, pag. 79.

¹¹⁾ v. la Valette St. George, Die Spermatogenese bei den Säugetieren und den Menschen, Arch. f. mikrosk. Anat., XV, 1878, pag. 308.

unserem Tiere vom Hoden ablösen wie reife Eier vom Eierstock. Jede Spermatogonie bildet den Ausgangspunkt für die Erzeugung je eines Samenfädenbüschels (Fig. 31—33, *sg* und *sg*₁).

III. Stadium der Vervielfältigung. Aus der Spermatogonie entstehen durch fortgesetzte Zweiteilung aus einander hervorgehende Generationen von Spermatocyten (Deutospermoblasten), welche durch eine zentrale Protoplasmamasse, den *Cytophor* zusammengehalten werden. Auf diese Weise erhalten wir nacheinander zwei-, vier-, acht- und mehrzellige *Spermatogemmen* (Fig. 40—45, 47—51). Das Spermatocyt kommt also nicht einzeln vor; eine für sich in der Leibeshöhle schwimmende Samenzelle ist eine Spermatogonie.

IV. Stadium der Ausbildung der Samenkörper. Auf einem gewissen Punkte erreicht die Vermehrung der Spermatocyten ihr Ende und nun erst beginnt an der letzten Generation die Umwandlung in die Spermiosomen. Bei höheren Tieren, wo sich die letzteren in Spermiosysten entwickeln, tritt die Umbildung ebenfalls gleichzeitig und erst dann ein, wenn die Vermehrung abgeschlossen ist.

Es erschien mir wünschenswert, um Unklarheiten in der Darstellung zu vermeiden, der in Umbildung begriffenen Zelle einen besonderen Namen beizulegen, weil bei *Branchiobdella* erst noch eine Reihe komplizierter Vorgänge in ihr stattfindet, ehe sie sich als Spermiosom in die Länge streckt und vom *Cytophor* ablöst. Da bei der Menge bereits vorhandener Wortbildungen eine den oben beigefügten deutschen Namen wiedergebende Bezeichnung sich nicht finden liess, schlug mir Herr Professor Semper vor, sie einfach „Spermatide“ zu nennen (Fig. 46, Spermatogemme mit Spermiatiden. Fig. 113—122, isolierte Spermiatiden). Nematoblasten einiger Autoren.

Dann folgt endlich

V. Stadium der frei gewordenen Samenkörper oder Spermiosomen (Fig. 36—39).

I. Hoden. Sexualzellen. Der früheste Zustand, in welchem der Hoden nur aus einer geringen Anzahl von Sexualzellen besteht, die zusammen von einer dünnen, durch das Peritonaeum gebildeten Haut umschlossen sind, ist aus den schon oben beim jungen Eierstock erwähnten Gründen an den lebenden Tieren nur äusserst selten zu sehen. Da ich aber Hunderte eben ausgeschlüpfter

Branchiobdellen unter dem Mikroskop gehabt habe, so hatte ich doch verschiedenemal das Glück, ausserordentlich klare Bilder davon zu Gesicht zu bekommen. Fig. 30 zeigt dieses Stadium bei 600facher Vergrösserung (homogene Immersion $\frac{1}{14}$ von Winkel). Wie beim Eierstock, so erkennt man auch hier deutliche Zellgrenzen und an einzelnen Stellen die Membran, welche den Hoden umhüllt (p). Dieselbe setzt sich am proximalen Ende desselben in Gestalt eines engen, faltigen Schlauches fort (p_1), vermittelt dessen der Hoden am Dissepiment $\frac{5}{6}$, dicht an der Stelle, wo dieses an die Leibeswand stösst, befestigt ist. Fig. 1 h auf Taf. XVI gibt eine Ansicht desselben Stadiums in einem seitwärts von der Medianebene des Tieres geführten Sagittalschnitt (Vergr. $\frac{90}{1}$).

Die Kerne, Taf. XVI, Fig. 25, messen etwa 0,06 mm und zeigen im allgemeinen noch deutlicher als die Zellen des jungen Eierstockes die eigentümliche Maulbeerform. Die Vermutung, dass diese eine Einleitung zum direkten Zerfall des Kernes in eine grössere Anzahl von Teilstücken darstellt, wird dadurch noch besonders nahe gelegt, dass man auch hier in dem Kern nicht ein bestimmtes Kernkörperchen antrifft, sondern in der Mitte der meisten, mehr oder weniger abgerundeten Vorwölbungen je einen dunklen Punkt wahrnimmt, den man für den Nucleolus eines neu entstehenden Kernes halten möchte.

Trotzdem habe ich nach sorgfältigster Prüfung einer grossen Anzahl dieser Präparate nie einen wirklichen Zerfall des Kernes in kleine Teilstücke finden können, sondern im Gegenteil an wenig älteren Objekten statt einer Anzahl haufenweis zusammenliegender Kerne ganz deutliche Bilder der indirekten Kernteilung getroffen, und zwar so, dass dicht neben Zellen mit maulbeerförmigen Kernen andere Zellen in verschiedenen Stadien der indirekten Teilung begriffen waren (Fig. 26). Ich muss also für Branchiobdella das Vorhandensein einer direkten Kernteilung (Kernfragmentation) bestimmt in Abrede stellen, so sehr mir selbst auch anfangs meine Präparate für dieselbe zu sprechen schienen.

Jene sonderbaren Formen der Kerne sind vielleicht eine Folge lebhafter, innerhalb der Kernsubstanz vor sich gehender Umlagerungen, welche die bald nachher eintretenden, sehr energischen Teilungen einleiten. Dass das Vorhandensein zahlreicher stark lichtbrechender Kügelchen von Nahrungsprotoplasma in den jungen Zellen etwa von aussen her durch Druck auf den Kern jene unregelmässige Gestalt

desselben hervorbringen möchte, ist nicht wahrscheinlich, denn das Auftreten der punktförmigen dunklen Chromatinkörper im Mittelpunkt der kugeligen Kernteile weist darauf hin, dass Vorgänge im Innern dabei die Hauptrolle spielen.

Auf Schnitten waren die in frischen Zellen vorhandenen, stark lichtbrechenden Nahrungs-Kügelchen nicht oder nur schwach wahrzunehmen, weil sie entweder durch die angewandten Reagentien gelöst, oder doch so aufgehellt wurden, dass sie sich nicht deutlich vom Protoplasma der Zelle abhoben.

In Fig. 27 gebe ich zum Vergleich einen Schnitt aus dem jungen Eierstock. Wir sehen hier bei *fk* einen Kern, in welchem am unteren Rande die dunklen Körner sich zu Faden anzuordnen scheinen; der Kern hat seine unregelmässige Gestalt verloren und ist rund. Es ist möglich, dass wir hier ein Uebergangsstadium vom maulbeerförmigen Kern zur Fadenteilung haben. Die Kleinheit des Objektes und die geringe Zahl der Zellen, aus welchem die ganz jungen Geschlechtsorgane bestehen, gestattete indessen nicht, eingehendere Untersuchungen über diese Vorgänge innerhalb des Kernes zu machen; das mit *fk* bezeichnete Stadium fand ich nur dieses eine Mal und unterlasse es daher, weitere Folgerungen daraus zu ziehen. Dagegen habe ich Bilder wie das in Fig. 26 dargestellte, wo Zellen mit maulbeerförmigem Kern dicht neben solchen lagen, die in Fadenmetamorphose begriffen waren, ziemlich häufig gefunden.

Betreffs der dieses Thema berührenden Untersuchungen von Nussbaum, v. la Valette St. George und anderen, verweise ich auf das spätere Kapitel, in welchem die einschlägige Litteratur im Zusammenhang besprochen werden soll, um im Interesse einer übersichtlichen Darstellung der bei Branchiobdella gefundenen Thatsachen die Beschreibung nicht zu oft unterbrechen und durch Bezugnahme auf Beobachtungen an anderen Tieren vom Hauptgegenstand abschweifen zu müssen.

II. Hoden. Spermatogonien. Es tritt also in der zweiten Entwicklungsperiode des Hodens, welche rasch auf das Stadium der maulbeerförmigen Kerne folgt und welches man daher gewöhnlich auch schon bei den erst vor kurzem ausgeschlüpften Tieren zu Gesicht bekommt, an seinem distalen Ende eine sehr rege Zellbildung ein. Von den neu entstehenden Zellen bleibt aber nur der geringste Teil am Hoden selbst sitzen, um dessen Volumen langsam zu ver-

grössern, die Mehrzahl derselben löst sich von ihm ab, wobei die dünne Hülle des Hodens gesprengt wird, und fällt dann in die Leibeshöhle, um dort jede für sich ihre weitere Entwicklung zu durchlaufen. Diese Zellen sind die Spermatogonien (Taf. XVII, Fig. 31 und 32, *sg*₁).

Eine solche Gestalt, in welcher der Hoden aus einer kompakten Masse von Sexualzellen (Fig. 32, 33, *gz*) besteht, von denen aus ununterbrochen zahlreiche Elemente, die Spermatogonien (*sg*) gebildet werden, behält er nun während der ganzen Lebensdauer des Tieres bei, nur dass er mit dem Aelterwerden desselben etwas an Grösse zunimmt und dass dann ein beträchtlicherer Teil seines Umfanges frei werdende Zellen liefert (Fig. 33). Doch ist auch der ausgebildete Hoden an und für sich nur von geringer Grösse, etwa 0,30 mm im längsten und 0,15 im kürzesten Durchmesser. Ein bestimmtes Mass für alle erwachsenen Tiere lässt sich nicht angeben, da dieses bei den einzelnen Individuen ziemlich verschieden ausfällt, je nachdem bei dem einen die Spermatogonien längere oder kürzere Zeit als bei dem anderen mit dem Hoden in Verbindung bleiben, ehe sie sich ablösen.

In grossen Branchiobdellen, selbst wenn sie sehr durchsichtig sind, ist es nicht möglich, den Hoden deutlich zu erkennen, da er durch die Samenelemente verdeckt wird, welche das ganze Segment dicht anfüllen. Doch glückt es öfters, ihn zur genaueren Untersuchung isoliert unter das Mikroskop zu bekommen. Der dünne Strang, durch welchen er befestigt ist, reisst leicht ab, wenn man das Tier ansticht und einen gelinden Druck auf das Hodensegment ausübt, sodass dann der Hoden zugleich mit den Samenelementen entleert wird. Fig. 33 stellt einen auf diese Weise präparierten Hoden dar, welcher frisch in indifferenten Flüssigkeit untersucht und gezeichnet wurde.

Auf Querschnitten des Hodens zeigen die Sexualzellen überall deutliche Zellgrenzen, sie sind von gleicher Grösse, 0,01 mm, und schliessen dicht aneinander. Es findet sich ebensowenig als beim Eierstock eine protoplasmatische Grundsubstanz mit darin eingebetteten Kernen. Maulbeerförmige Kerne kommen auch hier nur am ganz jungen Hoden vor.

Keine der an der Peripherie des Hodens neu entstandenen Spermatogonien durchläuft ihre weitere Entwicklung, so lange sie noch an diesem befestigt ist. Erst nach ihrer Ablösung, wenn sie

frei in der Leibeshöhle schwimmt, fängt sie an, sich lebhaft zu vermehren und liefert dann die Spermatoocyten, welche durch den Cytophor zu Spermatogemmen vereinigt bleiben.

Entstehung des Cytophors. Um die morphologische Bedeutung dieser sonderbaren zentralen Protoplasamasse richtig zu verstehen, muss man die Ablösung der Spermatogonien von Hoden sorgfältig untersuchen; und hierzu hat man an der Branchiobdella ein sehr günstiges Objekt, da die Einfachheit der Präparation des Hodens und die Möglichkeit, denselben und die an ihm hängenden Spermatogonien direkt am jungen lebenden Tier zu beobachten, uns instandsetzt, histologische Details zu erkennen, welche nicht mehr nachweisbar sind, wenn durch Zusatz nicht völlig indifferenten Flüssigkeiten die geringste Veränderung bewirkt worden ist.

Wie der von Blomfield benutzte Name „blastophoral cell“ zeigt, ist man der Ansicht, dass jenes Gebilde als eine Zelle anzusehen sei, obschon die meisten Beobachter darin übereinstimmen, dass ein Kern in ihr nicht nachzuweisen ist. Die Untersuchung an Branchiobdella hat mir nun gezeigt, dass der Cytophor keine Zelle, sondern eine Bildung ganz eigener Art darstellt, hervorgehend aus einer unvollständigen Zellteilung beim Entstehen der Spermatogonie. Zur bequemeren Uebersicht habe ich im Schema Taf. XVI, Fig. 23 den Vorgang dargestellt, wie derselbe nach Untersuchung einer grossen Anzahl isolierter sowohl, wie im lebenden Tier beobachteter Hoden sich mir darstellte. Nachdem sich der Kern einer an der Peripherie des Hodens gelegenen Sexualzelle geteilt hat, schnürt sich das Zellprotoplasma zwischen den beiden Tochterkernen ein. Die Ebene, in welcher diese Einschnürung erfolgt, liegt parallel der Oberfläche des Hodens, sodass die eine der beiden Tochterzellen, die Spermatogonie (Fig. 23, *sg*) nicht neben die andere (*gz*), sondern nach aussen von ihr zu liegen kommt. Nun geht aber die Abschnürung nicht so weit, dass durch sie eine vollständige Trennung der Spermatogonie von der Sexualzelle bewirkt würde, sondern hört schon früher auf, sodass erstere durch einen sehr kurzen Stiel mit der fest am Hoden sitzen bleibenden anderen Zelle verbunden ist (Fig. 22 in der Mitte; Taf. XVII, Fig. 31 u. 32, *sg*), an welchem man im lebenden Tier die Spermatogonie sich hin und her bewegen sehen kann, wenn die Leibeshöhlenflüssigkeit durch Kontraktion des Hautmuskelschlauches an ihr vorbeigetrieben wird.

Dieser Stiel ist nicht glatt an seiner Oberfläche, sondern mit verschiedenen warzenförmigen Anhängseln (Taf. XVII, Fig. 31, 32, *pr*) besetzt, welche amöboid beweglich zu sein scheinen, was sich aber bei der Kleinheit des Objektes nicht deutlich erkennen liess. Schliesslich reisst der Stiel dicht über der Sexualzelle ab (Taf. XVI, Fig. 23, *sg₁*; Taf. XVII, Fig. 31, *sg₁*), sodass der grösste Teil von ihm an der Spermatogonie verbleibt, gegen die er sich dann im Laufe der weiteren Entwicklung immer schärfer absetzt, indem er gleichzeitig seine Gestalt zu ändern und zu wachsen beginnt (Fig. 23, *cph*; Fig. 40).

Die kleine Oeffnung, welche an der Sexualzelle beim Abreissen des Stieles entsteht (Fig. 23, *oe*), scheint sich bald zu schliessen, wie auch die dort vorhandenen Anhängsel eingezogen zu werden scheinen, denn nur selten sieht man noch Spuren davon. Bei der Bildung einer neuen Spermatogonie von der Zelle *gz* aus, muss, wie sich aus der Betrachtung des Schemas ergibt, diese Stelle (*oe*) an das distale Ende derselben zu liegen kommen. In einzelnen Fällen konnte ich ausnahmsweise auch noch an den sich ablösenden Spermatogonien dem Stiel gegenüber einige schwache Unebenheiten erkennen, welche man als eine länger erhalten gebliebene Narbe jener früher offenen Stelle zu betrachten hat (Taf. XVII, Fig. 31, *oe*).

Die Untersuchung der Ablösung von Spermatogonien auf dünnen Schnittserien führte zu keinem sicheren Resultate, denn ganz abgesehen davon, dass der junge Hoden ausserordentlich klein ist und immer nur auf ein paar Schnitten zur Ansicht kommt, sind noch verschiedene Misstände vorhanden, welche ein sicheres Ergebnis nicht erzielen lassen. Nur in den seltneren Fällen, wo der Darm der jungen Branchiobdellen nicht gefüllt ist, findet man den Hoden auf den Schnitten freiliegend, sodass man die peripherischen Zellen genauer untersuchen kann, meist ist er zwischen Darm und Leibeshöhle eingeklemmt und dann ist mit den Präparaten überhaupt nichts anzufangen. Aber auch selbst in dem ersteren Falle geben Lackpräparate keine sichere Auskunft, denn man kann nie wissen, ob eine dicht am Hoden liegende Zelle wirklich mit ihm zusammenhängt, oder ob sie nicht eine der schon abgelösten Spermatogonien oder der aus diesen hervorgegangenen Spermatocyten ist, die überall in der Nähe des Hodens sich finden. Am lebenden Tier wird durch die Bewegungen desselben jeder Zweifel in dieser Beziehung beseitigt, indem die freien Zellen dabei in der Leibeshöhle herumgetrieben

werden. Die feineren histologischen Details, wie der an der Spermatogonie befindliche Protoplasmarest, aus welchem sich der Cytophor entwickelt, sind an Schnitten auch nicht deutlich zu erkennen.

So auffallend die Vorgänge bei der Abtrennung der Spermatogonie auch sind und so vereinzelt sie auf den ersten Blick dazustehen scheinen, sind sie doch nicht ganz ohne Zusammenhang mit anderen, näher bekannten Erscheinungen. Wir wissen, dass die Spermatogonien (und nicht die aus diesen hervorgehenden Spermatoocyten) den Eiern homolog sind. Nun finden wir bei der Ablösung mancher Eier vom Eierstock ein Verhalten, welches mit dem oben beschriebenen wohl in Beziehung gebracht werden kann; ich meine die Bildung der Mikropyle. Wie in unserem Fall die Spermatogonien, so bleiben auch die Eier bei gewissen Tieren mit ihrer Bildungsstätte durch einen engen, kurzen Stiel noch längere Zeit in Zusammenhang; dann reißt auch hier beim Ablösen diese Verbindung einfach durch, sodass eine Oeffnung bleibt, an welcher das Protoplasma der Eizelle frei liegt, ebenso wie das der eben abgetrennten Spermatogonie. In diesen Punkten sind also beide Vorgänge gleich; aber die Bildungen, welche hierdurch ihre Entstehung nehmen, sind durchaus verschieden. Beim Ei wird durch die stielartige Verlängerung des Zellprotoplasmas, welche die Dotterhaut und das Chorion durchsetzt, einfach ein Kanal hergestellt, der in das Innere des Eies führt. Bei der Spermatogonie aber nimmt das Protoplasma des Stieles immer mehr an Masse zu und setzt sich später deutlich gegen die aus der Teilung hervorgehenden Spermatoocyten ab (Fig. 40), mit denen es jedoch beständig durch eine kleine Oeffnung in Verbindung bleibt (Fig. 50). Der anfangs nackte Cytophor umgibt sich nach einiger Zeit mit einer eigenen Membran.

Nach dem eben Gesagten sollte man nun vermuten, dass gerade an den Eiern von Branchiobdella eine deutlich ausgebildete Mikropyle vorhanden sei. Ich habe jedoch keine solche gefunden und glaube auch nicht, dass sie existiert. Wie Seite 305 erwähnt wurde, schwimmen die reifen Eier nicht frei in der Leibeshöhle, sondern unterliegen einem starken Druck durch die benachbarten Organe, sodass sie oft ganz platt gepresst sind, wenn der Darm gerade stark gefüllt ist. In diesem Falle würde also, falls sie eine Mikropyle besäßen, notwendig ein Teil des Dotters und Zellprotoplasmas durch diese hinausgepresst und die Eier beschädigt werden.

III. Vervielfältigung der Samenzellen. Spermato- gemmen mit Spermatoocyten. Kehren wir nach dieser Abschweifung wieder zur Beschreibung der ersten Entwicklungsvorgänge der Samenelemente zurück. Die Spermatogonie (Fig. 31 und 32, *sg*₁) teilt sich in der aus Fig. 40 und Fig. 23, *sc* ersichtlichen Weise. (An älteren, lebhaft wuchernden Hoden scheint diese erste Teilung der Spermatogonie mitunter schon vor ihrer Ablösung einzutreten Fig. 33, *t*.) Die beiden neu entstandenen Zellen trennen sich oben voneinander, bleiben aber an ihrem unteren Ende mit dem Protoplasmaanhängsel, dem Cytophor, in Verbindung, welchen sie nun in ihre Mitte nehmen, indem sie sich gegenüberstellen, sodass die in Fig. 32, *sc* abgebildeten Doppelzellen entstehen. Dieser in Fig. 40 dargestellte Vorgang ist wichtig für das richtige Verständnis der Spermato gemmenbildung, indem er zeigt, dass wirklich jene Stelle der Spermatogonie, an welcher sie sich ablöste, die Anlage des Cytophors bildet, und dass dieser bereits während der ersten Teilung neben den Spermatoocyten liegt und nicht erst am Schluss derselben zwischen ihnen entsteht.

Bei ganz jungen Branchiobdellen findet man anfangs nur diese in Fig. 32 *sg*₁ und *sc* dargestellten Elemente. Dieselben bekommt man während der kleinen Bewegungen des unter dem Deckgläschen festgehaltenen Tieres leicht von verschiedenen Seiten zu Gesicht, wobei man sich überzeugt, dass sie abgeplattet sind, bei einzelnen Exemplaren stärker als bei anderen; auch zeigen sie gewisse Verschiedenheiten in der Form (vergl. Fig. 32, *sc* und Fig. 41). So stark zusammengedrückte Doppelzellen, wie ich in der letzteren Figur abgebildet habe, fanden sich selten. Dieselben kamen nur bei sehr kleinen Tieren vor, wo sie jedenfalls ihre Form dadurch erhielten, dass sie eine Zeit lang zwischen gefülltem Darm und Leibeswand eingeklemmt gewesen waren.

Die weiteren Teilungen sind aus Fig. 42 bis 45 ersichtlich. Durch Färbung mit Alauncarmin lassen sich deutliche Bilder der fadenförmigen Kernmetamorphose darstellen (Fig. 53). Die Spermatoocyten umgeben rosettenförmig den Cytophor. An den Spermato gemmen junger Tiere sind die Zellen durchscheinend, matt, etwas körnig, ihre Membran meist faltig; mitunter sieht man schon am lebenden Tier in ihnen die Umrisse des Kernes (Fig. 43) und dessen, was man ohne Bedenken als Kernkörperchen bezeichnen

würde, was ich aber aus später zu erörternden Gründen Nebenkörperchen nenne. Bei grösseren Tieren, wo eine lebhaftere Ernährung der Zellen stattfindet, sind dieselben prall angefüllt und kugelförmig (Fig. 47—51). Dabei verschieben sich die einzelnen Zellen, welche bei kleinen Tieren mitunter noch im Achtteilungsstadium alle in einer Ebene liegen (Fig. 45) so, dass sie sich nach allen Seiten des Raumes gleichmässig um den Cytophor gruppieren (Fig. 48, 51). Je nach den Teilungsstadien der Kerne sind die Zellen jetzt bald ganz klar und durchsichtig, bald körnig und dunkler. Der Cytophor wächst heran, und zwar oft an einer Spermatogemme schneller als an der anderen (vergl. Fig. 48, 49 und 43; Fig. 50 und 53); im Stadium der Sechzehnteilung der Spermatocyten übertrifft er diese bereits an Grösse. Die anfangs an ihm vorhandenen Fortsätze verschwinden, das heisst, sie werden eingezogen und die Masse rundet sich ab (Fig. 50 und 51).

Ausgebildete Spermatogemmen. So wächst die Spermatogemme eine geraume Zeit weiter, bis auf einem bestimmten Stadium die Teilung der Spermatocyten und das Grösserwerden des Cytophors plötzlich aufhört. Dieses Stadium tritt bei jungen Branchiobdellen früher ein, öfters schon, wenn die ganze Spermatogemme nur 32 Zellen besitzt; bei älteren Tieren findet man gewöhnlich 64—128.

Die ausgebildeten Spermatogemmen sind oval oder rund und messen:

die runden	0,04 bis 0,07 mm,	
die ovalen	im grössten Durchmesser:	im kleinsten:
	0,09 mm	0,06 mm
	0,08	0,06
	0,06	0,04
	0,06 „	0,03 „

Die Spermatocyten verschiedener Spermatogemmen haben auf derselben Stufe der Entwicklung und in demselben Tier oft ziemlich verschiedene Grösse. So massen dieselben z. B. bei drei im Achtteilungsstadium befindlichen Spermatogemmen an der einen 0,07 mm, an der anderen 0,010 und an der dritten 0,012.

In allen Fällen nimmt aber mit dem Heranwachsen der ganzen Spermatogemme der Durchmesser der Spermatocyten etwas ab. Die der letzten Generationen messen stets nicht mehr als 0,007 oder 0,006 mm.

Cytophor. An manchen Spermatogemmen ist der Cytophor ganz von den Spermatocyten, oder in späteren Stadien von den Spermatiden umhüllt (Fig. 52), sodass man ihn nicht wahrnimmt, wenn man nicht einen Druck mit dem Deckgläschen auf dieselben ausübt. Meist aber sitzen die Zellen nicht so eng zusammen und dann ist der Cytophor auch im völlig unversehrten Zustand der Spermatogemmen zu erkennen.

Er besteht aus weichem, dünnflüssigen Protoplasma, welches bei nur einigermaßen unzarter Präparation dem leisesten Drucke nachgibt, sodass man oft eine ovale oder runde Masse vor sich sieht, in welche die Spermatocyten hineingedrückt sind; Bilder, welche früher zur Behauptung einer endogenen Zellbildung Veranlassung gegeben haben, indem man den Kontur des breitgedrückten Cytophors für die Membran der Mutterzelle nahm, welche das Ganze umhüllen sollte.

Aber auch schon bei der vorsichtigsten Präparation, wenn die Spermatogemmen ganz frei in der indifferenten Zusatzflüssigkeit schwimmen, sieht man nicht selten die Zellen bis zur Hälfte im Cytophor stecken. Fig. 75 zeigt ein Stück von einem mit Osmiumsäuredämpfen behandelten Cytophor, von welchem die Spermatiden sich zum Teil abgelöst hatten, sodass hier die Vertiefung, in welcher eine derselben sich befand, sichtbar ist. Fig. 76 bringt ein entsprechendes Bild, aus einem etwa $\frac{1}{200}$ mm dicken Schnitte durch das Hodensegment. Gewöhnlich aber hängen die Zellen in der Weise am Cytophor wie es Fig. 77 nach einem Osmiumsäure-Präparat und Fig. 66 nach einem dünnen Schnitt darstellt.

Wie bereits oben hervorgehoben wurde, als von der Entstehung der Spermatocyten aus den Spermatogonien die Rede war, stehen erstere mit dem Cytophor durch eine kleine Oeffnung in Verbindung. Dies gilt auch für alle späteren Generationen derselben mit Einschluss der Spermatiden (Fig. 77, *co*). Man erkennt diese Kommunikation oft schon deutlich an unversehrten, nicht zu vielzelligen Spermatogemmen (Fig. 50), noch besser an Präparaten, wo durch den Druck des Deckgläschens die Zellen etwas vom Cytophor entfernt wurden. Hier hängen sie mit diesem durch einen längeren, dünnen Stiel oder vielmehr Schlauch zusammen, welcher von der künstlich ausgedehnten Membran gebildet wird; denn die Zellmembran geht ohne Unterbrechung in die des Cytophors über. Und dass dieser wirklich eine

zarte Membran besitzt, liess sich durch Zusatz von Wasser zu frischen Präparaten nachweisen, wodurch sie an einzelnen Stellen abgehoben wurde.

In den mit Alauncarmin gefärbten Schnittserien war im Cytophor ein Gerüst von dunkleren Balken und Fäden zu erkennen (Fig. 66); häufig, jedoch nicht immer, fanden sich Vakuolen (*v*). Am frischen Präparat sieht man oft neue entstehen, wenn die Zusatzflüssigkeit etwas zu stark verdünnt ist, doch darf man ihr Vorhandensein nicht einer solchen Einwirkung allein zuschreiben, denn ich fand auch bei lebenden Tieren öfters 2, 3, mitunter zahlreiche Vakuolen in einzelnen Cytophoren, während die übrigen keine enthielten. Im frischen Zustande sieht man im Protoplasma des Cytophors äusserst feine Körnchen (Fig. 75, 77), welche lebhaftere Molekularbewegung zeigen. Sie stellen jedenfalls einen protoplasmatischen Nährstoff für die Samenzellen dar. Dass der Cytophor eine Hauptrolle bei der Ernährung der letzteren spielt, scheint mir sicher, womit natürlich nicht in Abrede gestellt werden soll, dass ausserdem noch jede Zelle direkt durch ihre Membran Stoffe von aussen aufnimmt. Die zentrale Lage des ersteren hindert nicht, dass er überall mit der Leibeshöhlenflüssigkeit in Berührung kommt, welche mit Leichtigkeit zwischen die lose aneinander liegenden Zellen eindringen kann. Die offene Kommunikation der Samenzellen mit dem Cytophor bedingt eine ganz gleichmässige Ernährung für dieselben, welche sich darin kundgibt, dass die Teilung der sämtlichen an einer Spermatogemme vereinigten Spermatocyten zur gleichen Zeit eintritt (Fig. 53), und dass die Spermatiden ebenfalls sich stets in demselben Umwandlungsstadium befinden (Fig. 52, 46). Es findet auch infolgedessen das Freiwerden der Spermatozomen nicht nacheinander, sondern gemeinschaftlich statt. Der Cytophor reguliert somit die Ausbildung der an ihm sitzenden Zellen.

Nebenkörperchen. Wir wenden uns jetzt zur Betrachtung eines Gebildes, welches ich lange für das Kernkörperchen hielt, bis eine äusserst mühsame Untersuchung mir Klarheit über die wahre Natur desselben gebracht hat, indem ich dabei vom reifen Spermatozom ausgehend die Entstehung jedes einzelnen der ihn zusammensetzenden Teile in der Entwicklungsreihe der Samenelemente rückwärts verfolgte. Ich wäre nie auf den Gedanken gekommen, in dem kernkörperchenartigen Gebilde des Spermatocyts etwas Besonderes

zu suchen, wenn mich nicht die Umwandlungen, welche an der Spermatide vor sich gehen, dazu geführt hätten, die ersteren sorgfältig darauf anzusehen, ob das vermeintliche Kernkörperchen im Kern oder neben ihm liegt. Doch will ich jetzt bei der Darstellung den umgekehrten Weg als bei der Untersuchung einschlagen und wie bisher die Vorgänge in der Reihenfolge beschreiben, wie sie in der Natur stattfinden.

Zur Konstatierung der eben erwähnten Thatsache eignen sich am besten junge Spermatogemmen mit wenig Zellen, da in den späteren Stadien die zahlreichen Spermatocyten sich gegenseitig mehr oder weniger verdecken. Fig. 67 zeigt ein Spermatocyt von einer Spermatogemme, welche sich eben durch Teilung aus einer vierzelligen in eine achtzellige verwandelt hatte. Der neue Kern ist infolge der Teilung noch etwas klein, die Zelle ein wenig gequollen, da der gewöhnlichen Untersuchungsflüssigkeit, Kochsalzlösung von 0,5 %, absichtlich noch eine geringe Menge Wassers beigemischt war. Hier sieht man nun mit voller Deutlichkeit das etwa 0,001 mm grosse Nebenkörperchen dicht neben dem Kern liegen. Man muss viel Geduld haben, wenn man sich solche beweisende Bilder verschaffen will, da es ein seltener Zufall ist, dass man Nebenkörperchen und Kern gerade im Profil zu Gesicht bekommt, auch füllt im normalen Zustand der Spermatocyten der Kern fast die ganze Zelle aus, sodass das Nebenkörperchen zwischen diesem und der Zellmembran eingeengt ist, wodurch ein deutliches Erkennen sehr erschwert wird.

Dieser Umstand hat es mir auch unmöglich gemacht, an den Spermatogonien mit Sicherheit nachzuweisen, dass das einem Kernkörperchen gleichende Gebilde neben und nicht im Kern liegt. Hier können nur die am Rande des isolierten Hodens liegenden Spermatogonien mit einiger Aussicht auf Erfolg durchmustert werden, und selbst diese werden durch die benachbarten, über oder unter ihnen liegenden meist so verdeckt, dass man nur eine geringe Anzahl frei vor sich sieht. Doch habe ich auch hier verschiedenemal das Nebenkörperchen, wenn auch nicht in der Profillage neben dem Kern, so doch in der Weise, am Rande desselben liegen sehen, dass eine sorgfältige Benutzung der Mikrometerschraube es mir so erscheinen liess, als ob der Kontur des Nebenkörperchens etwas über den des Kernes hinausging. Ein wirkliches Kernkörperchen war weder an den Spermatogonien noch an den Spermatocyten nachzuweisen.

An schwach gefärbten Präparaten sah ich bei genauer Einstellung auf das Nebenkörperchen, dass dieses keine oder nur sehr schwache Färbung im Vergleich zum Kern angenommen hatte, obwohl es bei nicht ganz scharfer Einstellung oder bei schwächerer Vergrößerung dunkler erschien als dieser, da es aus einer stark lichtbrechenden Substanz besteht. Bei längerer Einwirkung der Tinktionsflüssigkeit nimmt es jedoch etwas Farbe an.

Die Kerne der Eierstockszellen, mit Ausnahme des allerfrühesten maulbeerförmigen Stadiums, besitzen ein wirkliches Kernkörperchen, welches sich dunkler färbt als der Kern. An einem mit stark verdünnter Essigsäure behandelten Dissociationspräparat des Eierstockes, an welchem einzelne Zellen gesprengt waren und deren Kerne frei in der Flüssigkeit schwammen, war es deutlich zu erkennen, dass das Körperchen in dem Kern lag, wenn man denselben durch Zutretenlassen neuer Flüssigkeit herumrollte. Auf Schnitten trifft man zwar hin und wieder Kernkörperchen neben dem Kerne liegend, es ist aber sicher, dass dieselben beim Schneiden aus ihren Kernen herausgerissen wurden. Wenn jene gerade am Rande des Kernes liegen, so genügt ja eine Verschiebung von $\frac{1}{1000}$ mm, um sie ganz über denselben hinauszubringen.

Ueber das Verhalten des Nebenkörperchens während der Kernteilung geben die Präparate Fig. 54 bis 58 Auskunft. Nach längeren Versuchen mit verschiedenartigen Färbemitteln fand ich in dem schon oft erwähnten Grenacher'schen Alauncarmin ein gutes Mittel, schnell und ohne nachteilige Veränderung der Zelle deutliche Kernteilungsbilder zu erhalten. Wegen der dunklen Färbung aber, welche der Kern dabei annimmt, ist häufig das Nebenkörperchen nicht sicher zu erkennen, während Pikrocarmin zwar das Nebenkörperchen überall klar hervortreten lässt, aber keine brauchbaren Kernteilungsbilder liefert.

Fig. 56 bis 58 geben mit Pikrocarmin gefärbte Präparate. In Fig. 57 sind die Kerne der Spermatoocyten noch ungeteilt; in zweien von den Zellen ist das Nebenkörperchen noch einfach, in den anderen bereits doppelt. Während wir in Bezug auf die Kerne fanden, dass jede Veränderung, welche an einem auftritt, gewöhnlich auch gleichzeitig an allen übrigen derselben Spermatozögen stattfindet (Fig. 53), verhalten sich dagegen die Nebenkörperchen nicht so gleichmässig, indem hier bei der Teilung einzelne den anderen

vorausseilen. Fig. 58 zeigt, dass nach beendeter Teilung der Kerne an jedem ein Nebenkörperchen zu finden ist, und zwar ist das eine meist etwas kleiner als das des Schwesterkernes.

Die Fig. 53 bis 55 und 68 bis 70 stellen die Teilungsvorgänge des Kernes und Nebenkörperchens an mit Alauncarmin gefärbten Präparaten dar. Fig. 68 ist ein Spermatoct von einer sechszelligen Spermatoctgemme. In den fünfzehn übrigen Zellen war das Nebenkörperchen meist noch vollkommen rund, in dieser hat es durch eine Einschnürung in der Mitte Biskuitform angenommen. (Dieses Teilungsstadium wurde auch an einer lebenden, ganz kleinen Branchiobdella wahrgenommen.) Der sich abschnürende Teil ist etwas kleiner als der andere. Beide rücken nun auseinander (Fig. 69, 70; hier sieht man das eine Nebenkörperchen neben dem Kern). Nun erst beginnen die Kerne sich zu teilen und es treten die einzelnen Stadien der Fadenmetamorphose ein, welche man, abgesehen vom langsamer verlaufenden Knäuelstadium (Fig. 54) ziemlich selten vorfindet. Die geringe Anzahl wirklich gut erhaltener Kernfiguren, welche in den Präparaten aufzufinden waren, haben mich über das Verhalten der beiden Nebenkörperchen während der Kernteilung im Unklaren gelassen. Fig. 54 zeigt bloß eins, das andere war, wie ich vermute, durch die dunkle Kernfigur verdeckt und jenes nur sichtbar, weil es in der Profillage neben dem Kern angetroffen wurde. An den sieben anderen Zellen dieser stark gefärbten Spermatoctgemme waren gar keine Nebenkörperchen zu erkennen. Aber auch in Fig. 53 und 55, welche schwächer gefärbte und in Glycerin untersuchte Präparate darstellen, findet es sich nicht. Hier war das Protoplasma der Spermatocten etwas körnig und stark lichtbrechend, sodass die ungefärbten Nebenkörperchen in diesen Zellen vielleicht deshalb nicht zu sehen waren, weil sie sich zu wenig von dem Protoplasma abhoben.

Es ist mir nicht wahrscheinlich, dass das Nebenkörperchen während der Kernteilung verschwindet, um sich später wieder neu zu bilden, denn ich glaube es bei den mit Pikrocarmin gefärbten Kernen nie vermisst zu haben. Dies aber ist sicher, dass die in Fig. 68 bis 70 und 56 bis 58 abgebildeten Präparate nicht so zu deuten sind, als ob zwei anfangs getrennt vorhandene Nebenkörperchen zusammenfließen, um eines zu bilden, ein Vorgang, welcher

dem Verhalten von Kernkörperchen entsprechen würde.¹²⁾ Wollte man annehmen, dass nach der Kernteilung neben jedem Kern anfangs zwei Nebenkörperchen vorhanden wären, welche sich dann vereinigen, sodass Fig. 68 aus Fig. 69 entstünde, so müssten ja bei Fig. 58 in jedem der noch nicht völlig geteilten Spermatoeyten im ganzen vier und nicht bloß zwei Nebenkörperchen angetroffen werden.

IV. Umbildung der Samenzellen. Spermatozemmen mit Spermatischen. Nachdem die Vermehrung der Spermatoeyten abgeschlossen ist, beginnt an der letzten Generation der Samenzellen, den Spermatischen, die Umwandlung in die Samenkörper.

Schwanzfaden. Die erste Veränderung, welche sich jetzt zeigt, besteht in dem Hervorwachsen des Schwanzfadens. Dies ist wieder ein Umstand, dessen Klarstellung bei Branchiobdella viele Schwierigkeiten macht. Man sieht nämlich jetzt an jungen Spermatischen zwei runde, stark lichtbrechende Körperchen, die an Grösse anfangs gleich sind und etwa 0,001 mm im Durchmesser haben. Das eine davon ist das Nebenkörperchen, das andere besteht, wie sich herausgestellt hat, aus einer Ansammlung von dichterem Protoplasma an der Zellwand, da, wo der Schwanzfaden hervorwächst und soll im folgenden als „Bildungskörperchen des Schwanzfadens“ bezeichnet werden. Nach langem Suchen habe ich ein Präparat gefunden, an welchem die Verhältnisse deutlich zu erkennen waren. Wie Fig. 113, Taf. XVIII, zeigt, war die eine Spermatische (links) im Profil zu sehen und die Verhältnisse ausserdem insofern günstig, als ein grösserer Zwischenraum zwischen Kern und Zellwand vorhanden war, der sonst gewöhnlich äusserst gering ist. Hier bemerkt man nun, der Zellwand anliegend, eine rundliche, stark lichtbrechende Masse, aus welcher der noch kurze Schwanzfaden hervorwächst. Der Kontur des Kernes war auf der nach dem Schwanzfaden zu gelegenen Seite scharf abgegrenzt und es zeigte sich nichts, was darauf hingedeutet hätte, dass der letztere aus dem Kerne selbst seinen Ursprung nimmt. An der rechten, in schräger Stellung befindlichen Spermatische liess sich der Schwanzfaden über die Zelle hinweg bis zu dem runden Körperchen (*mi*) verfolgen, was bei der

¹²⁾ Pfitzner, Beiträge zur Lehre vom Bau des Zellkernes und seiner Teilung. Arch. f. mikr. Anat., XXII, pag. 623. Strassburger, Die Kontroverse der indirekten Kernteilung. Arch. f. mikr. Anat. XXIII, pag. 265.

Feinheit des Fadens nicht oft gelingt. Leichter glückt dies noch an frischen Präparaten (Taf. XVII, Fig. 71 und 72).

Der aus der Spermatide hervorstehende Faden ist anfangs sehr fein und ganz gerade; indem er sich verlängert wird er dann zugleich etwas dicker und erhält schwache schraubige Windungen, wie in Fig. 46. Diese stellt eine Spermatogemme von einem jungen, ausserordentlich durchsichtigen Tier dar, bei welchem die oben beschriebenen Details durch die Leibeswand hindurch mit voller Deutlichkeit zu erkennen waren. So lange die Schwanzfäden noch kurz sind, stehen sie an den Spermatogemmen nach allen Seiten hin (Fig. 52), später kommen sie sämtlich nach derselben Seite zu liegen (Fig. 46).

Verbindungsstück. Das Bildungskörperchen des Schwanzfadens (Fig. 113, *mi*) bleibt bei der weiteren Ausbildung der Spermatiden bestehen und behält auch seine ursprüngliche Grösse (Fig. 118, 119, 121). Anfangs getrennt vom Kern, legt es sich diesem bald dicht an, sodass es dann an Spermatiden, deren Membran durch künstlich ausgeübten Druck gesprengt wurde, als ein knopfförmiges Anhängsel des Kernes erscheint (Fig. 123). Es wird zum Verbindungsstück des reifen Samenkörpers und ist an gefärbten Präparaten vom hinteren Teil des Kopfstückes daran zu unterscheiden, dass es ungefärbt bleibt, während jenes sehr stark die Farbe annimmt (Fig. 123—135, *mi* $\frac{600}{1}$, Fig. 112, *mi* $\frac{900}{1}$).

Im Stadium der Fig. 113 sind die beiden in der Spermatide sichtbaren runden Körperchen sehr schwer zu unterscheiden, sodass man mit Recht die Frage aufwerfen kann, ob nicht etwa das, was ich Bildungskörperchen des Schwanzfadens nannte, dem Nebenkörperchen des Spermatocyts entspricht, dagegen das als Nebenkörperchen der Spermatide bezeichnete eine Neubildung darstellt. Dies ist aber sicher nicht der Fall, denn in Fig. 67 liegt das Nebenkörperchen dicht am Kern, von welchem aus es höchst wahrscheinlich entstanden ist, das Körperchen aber, aus welchem der Schwanzfaden hervorsteht, ist in Fig. 113 durch einen deutlichen Zwischenraum von ihm getrennt. Daraus scheint mir klar genug hervorzugehen, dass diese beiden nicht miteinander in Beziehung zu bringen sind und die Verhältnisse wirklich so liegen, wie ich sie dargestellt habe. Uebrigens zeigt auch das Nebenkörperchen meist ein wenig stärkeren Glanz als das Bildungskörperchen des Schwanzfadens, woran man

es bei einer sorgfältigen Vergleichung eines Spermatoocyts mit einer im eben beschriebenen Stadium befindlichen Spermatische in letzterer wiedererkennen kann.

Einlagerungen stark lichtbrechender Kügelchen von eiweissartigen Reservestoffen. Hier muss ich nun noch auf einen Umstand aufmerksam machen, der sich für die Untersuchung recht störend erwiesen hat. Man trifft nämlich in frisch untersuchten Spermaticiden ausser den eben erwähnten Gebilden (von denen das Nebenkörperchen, wie wir gleich sehen werden, zum Nebenkern wird) häufig auch noch Ansammlungen von Nahrungssubstanzen in Gestalt stark lichtbrechender kleiner Kugeln (Fig. 73 und 74, *np*). Zwischen diesen ist kaum das Nebenkörperchen, so lange es noch klein ist, herausfinden; an welcher Stelle sich aber der Schwanzfaden ansetzt, lässt sich nicht erkennen, da man diesen erst wahrnimmt, wenn er über den Umfang der Zelle heraustritt. Aus diesem Grunde wurde er in Fig. 73 und 74 ganz weggelassen. Doch sind zum Glück jene Einlagerungen nicht überall vorhanden. Mitunter sind sie nur klein, schwach lichtbrechend und grösstenteils zur Ernährung der Zelle aufgebraucht (Fig. 71 und 72), dann treten die anderen Gebilde deutlich hervor. Oft findet man auch die Spermaticiden ganz frei von ihnen, und solche wurden natürlich hauptsächlich zur Untersuchung benutzt. An den gefärbten, in Glycerin untersuchten Präparaten bemerkte ich diese Reservestoffkügelchen fast nie, sie scheinen hier durch die Zubereitungsmethode dasselbe Lichtbrechungsvermögen wie das Zellprotoplasma angenommen zu haben oder werden vielleicht durch die zur Konservierung benutzten Reagentien gelöst.

Ausbildung des Nebenkörperchens zum Nebenkern. Die Fig. 114—118, welche vom Cytophor beim Präparieren losgetrennte Spermaticiden darstellen, zeigen, wie das Nebenkörperchen (*n*) heranwächst bis es dem Kern an Grösse gleichkommt oder ihn gar noch ein wenig übertrifft. Sein Durchmesser vergrössert sich von 0,001 auf 0,007 mm. Es stellt nun den Nebenkern dar, welcher ebenfalls stark glänzend ist und sich dadurch auch schon an frischen Präparaten stets von dem matter erscheinenden Kern unterscheiden lässt (Fig. 73 und 74). Bei schwacher Einwirkung der Tinktionsmittel nimmt der Nebenkern gar keine Färbung an, der Kern aber färbt sich homogen oder lässt einzelne dunklere Körnchen in seinem

Innern erkennen. Auf mit Alauncarmin stärker gefärbten Schnittserien jedoch erscheinen das Nebenkörperchen und der spätere Nebenkern violett, aber viel schwächer als der Kern.

Umwandlung des Kernes in den hinteren Teil des Kopfstückes. Nun beginnt der Kern sich umzubilden, und zwar entsteht aus ihm der hintere Teil vom Kopfstück des Spermiosoms. Seine runde Form geht gewöhnlich zunächst in eine ovale über (Fig. 119). Dann wandelt er sich teilweise in ein kegelförmiges Gebilde um, welches dem Rest des Kernes ansitzt etwa, wenn man mir den Vergleich gestatten will, wie ein Fischembryo seinem Dottersack (Taf. XVII, Fig. 60 u. fgde). Das konische Gebilde zeigt eine klare, der Rest des Kernes eine körnige Masse in seinem Innern. Die Fig. 60 bis 65 stellen die Reihenfolge dieser Umwandlungen dar. Die hier abgebildeten Vorgänge halten nicht ganz gleichen Schritt mit der nachher zu beschreibenden Ausbildung des vorderen, schraubigen Teiles vom Kopfstück des Spermiosoms, sondern erfolgen bald schneller, bald langsamer als diese. Daher kommt es, dass die in Fig. 123–135 nach den Umbildungsstadien des letzteren zusammengestellten Bilder bald ein späteres, bald ein früheres Stadium des kegelförmigen hinteren Teiles zur Ansicht bringen. In Fig. 60 ist der Kern noch rund im optischen Längsschnitt statt oval, vielleicht war er etwas gequollen. Fig. 61 zeigt die kegelförmige und die körnige kugelige Portion des Kernes von der Seite. Die letztere schwindet immer mehr (Fig. 62 bis 64), um endlich ganz in die erstere aufzugehen (Fig. 65). In Fig. 64 sieht man eine rund umschriebene dunklere Stelle, welche möglicherweise eine Oeffnung darstellt, durch welche der Rest des Kernes in das soweit abgeschnürte kegelförmige Stück aufgenommen wird. Da ich derartige Bilder aber nur selten fand, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass hier ein Artefakt vorliegt, welches unter dem Einfluss der Reagentien entstanden ist. Dasselbe gilt für den feinen Punkt im kegelförmigen Stück der Fig. 65. In stark gefärbten Spermiosomen lässt der sich umwandelnde Kern auf dem Querschnitt eine dunkle Randschicht und ein helles, farbloses Centrum erkennen (Fig. 59, *k*). Das gleiche Bild zeigt sich auch noch an den reifen Spermiosomen, wo diese auf dünnen Schnitten zufällig quer getroffen sind.

Ausbildung des schraubenförmigen Teiles vom Kopfstück. Umwandlung des Nebenkernes. Die Bildung des

vorderen Teiles vom Kopfstück geschieht in höchst eigentümlicher Weise. Um hierüber ins klare zu kommen, müssen wir uns an solche Spermatiden halten, deren Membran durch den Druck des Deckgläschens oder durch andere Einflüsse bei der Präparation gesprengt wurde, sodass die in der Zelle dicht zusammen liegenden Teile sich ausbreiten konnten.

Zu der Zeit, wo der Nebenkern seine volle Ausbildung erreicht hat und der Kern anfängt sich umzuwandeln, trifft man beide durch einen kurzen Faden oder vielmehr Schlauch verbunden (Fig. 123, *sch*). Dieser wird immer länger (Fig. 124—126), indem er auf Kosten des Protoplasmas der Zelle wächst, welches verschwunden ist, sobald er seine völlige Ausbildung erreicht hat. Dabei erweitert sich sein Lumen und man bemerkt an ihm Andeutungen von Schraubwindungen (Fig. 128—131, die in Fig. 129 dargestellte Form fand sich am häufigsten). In unverletzten Spermatiden umhüllt er die eine Hälfte des Nebenkerns in mehreren Windungen (Fig. 119—122). Endlich wird die Zellmembran gesprengt, der Schlauch streckt sich und je nachdem nun der kegelförmige Teil oder der Nebenkern am Cytophor hängen bleibt, erhält man das in Fig. 34 oder das in Fig. 35, Taf. XVII dargestellte Bild, welches man auch bei lebenden Tieren im Inneren des Hodensegmentes leicht zu Gesicht bekommt. Die Membran der Spermatide bleibt dabei vielleicht am Cytophor hängen; sie ist so zart und durchsichtig, dass man sie schon an den gesprengten Zellen (Fig. 123—131) nicht mehr wahrnehmen kann.

Der Samenkörper besteht also jetzt (Fig. 132): 1. aus dem Nebenkern, 2. dem von einer dünnen Membran gebildeten Schlauch, 3. dem aus dem Kern hervorgegangenen konischen Teil, 4. dem Verbindungsstück, welches aus dem Protoplasma der Zelle entstand und aus welchem 5. der Schwanzfaden hervorgesprosst ist.

An unzart behandelten Präparaten lösen sich die Nebekerne leicht vom übrigen Spermiosom ab und schwimmen dann isoliert in der Untersuchungsflüssigkeit. Man erkennt an ihnen die Stelle, wo der Schlauch sich ansetzt, als einen kleinen hellen Fleck (Fig. 98, α).

Der Schlauch ist mit einer völlig durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt. In diesen dringt nun die stark lichtbrechende Substanz des Nebenkernes hinein (Fig. 133—135), wobei die Flüssigkeit ohne Zweifel durch die Wand des Schlauches hindurch verdrängt wird. Der Nebenkern behält seine kugelige Gestalt, während er immer mehr

an Grösse abnimmt. Am ausgebildeten Spermatozoon ist er ganz in den schraubig gedrehten Schlauch aufgenommen (Fig. 36).

Auflösung des Cytophors. Jetzt, oder mitunter auch schon im Stadium der Fig. 132, lösen sich die Spermatozoen vom Cytophor ab. Dieser schwimmt noch einige Zeit zwischen den anderen Samenelementen in der Leibeshöhle (wie ich dies hin und wieder bei lebenden Tieren zu beobachten Gelegenheit hatte) und löst sich dann bald auf, nachdem sich zuvor reichlich Vakuolen in ihm gebildet haben. Die Auflösung wird wohl dadurch beschleunigt, dass nach der Ablösung der Samenkörper eine offene Verbindung zwischen Protoplasma des Cytophors und der Leibeshöhlenflüssigkeit durch jene Oeffnungen hergestellt wird, welche früher eine Kommunikation zwischen ihm und den ansitzenden Zellen vermittelten (Fig. 77, *co*). Die Membran des Cytophors muss infolgedessen jetzt siebartig durchlöchert sein. Da ich verhältnismässig selten isolierte Cytophoren im Hodensegment der Branchiobdella freischwimmend fand, so scheint es mir, dass ihre Auflösung häufig schon beginnt, sobald die Spermatozoen gesprengt sind und die Spermatozoen sich gestreckt, aber noch nicht völlig abgelöst haben, also schon in dem in Fig. 34 und 35 dargestellten Stadium.

V. Reife Spermatozoen. Gewöhnlich bleiben die an einer Spermatozooide zusammen ausgebildeten Spermatozoen noch eine Zeit lang in Form einer Garbe zusammen, Kopf neben Kopf und Schwanz neben Schwanz. Allmählich gelangen dann diese einzelnen Büschel, ebenso wie die vereinzelt Spermatozoen in den hinteren Teil des Hodensegmentes, wo sie, mit den Köpfen voran, vor die Wimpertrichter zu liegen kommen, durch welche sie bei der Begattung in die ausleitenden Apparate befördert werden.

Dass die Samenkörper junger und erwachsener Branchiobdellen verschiedene Grösse haben, ist schon an einer anderen Stelle ausführlicher besprochen worden,¹³⁾ ebenso dass sich geringe Abweichungen in der Gestalt bei den kleineren Varietäten von Branchiobdella finden. Der schraubige Teil des Kopfstückes misst 0,03—0,09, der kegelförmige 0,005—0,008, der Schwanzfaden 0,175—0,300 mm. Die Fig. 36—38 geben die Abbildungen von Spermatozoen einer erwachsenen, einer noch nicht ganz und einer erst halb erwachsenen

¹³⁾ Pag. 64 dieses Bandes.

Branchiobdella astaci ($\frac{600}{1}$).*) Auch bei *B. parasita* haben die Samen-fäden dieselbe Gestalt und Grösse wie die hier abgebildeten. Die von *B. pentodonta* gleichen dem in Fig. 38 dargestellten, nur sind sie nach der Spitze zu nicht selten ein wenig dünner, sodass sie sich dadurch der in Fig. 39 dargestellten Form nähern, welche ein Spermiosom von *B. hexodonta* darstellt. Hier ist das Kopfstück spindelförmig, doch findet es sich nicht häufig so auffallend zugespitzt, wie das hier der Deutlichkeit wegen für die Abbildung ausgewählt. Fig. 105, Taf. XVIII zeigt einen Samenkörper von *B. astaci*, wie ich deren hin und wieder vereinzelt unter den cylindrischen (Fig. 132—135 und 36, Taf. XVII) fand. Das Kopfstück ist nach vorn ebenfalls stark verjüngt, trotzdem es beinahe fertig ausgebildet ist. Hier ist also ausnahmsweise ein Entwicklungsstadium, wie das in Fig. 129 dargestellte, längere Zeit beibehalten worden.

Im lebenden Tier oder in vollständig indifferenten Flüssigkeiten sind die Spermiosomen von *Branchiobdella* unbeweglich. Nur im *Receptaculum seminis* einer *B. hexodonta* sah ich einmal ganz vereinzelte sich zitternd hin und her bewegen, während die Mehrzahl jedoch vollkommen ruhig war. In stark verdünnten oder zu konzentrierten Untersuchungsflüssigkeiten aber nimmt man eine lebhaftere Bewegung wahr, an der nicht bloss der Schwanzfaden, sondern auch das Kopfstück sich beteiligt. Dieselbe besteht in welligen Krümmungen, die über den ganzen Samenkörper hinlaufen, verbunden mit einem schwachen Zittern in der Gegend des kegelförmigen Teiles. Auch hinter dem Kopf abgerissene Schwanzfäden bewegten sich in 1% Salzlösung. Betrachtet man eine lebende *Branchiobdella* von der Bauchseite, so findet man allerdings auch hier einen grossen Teil der Spermiosomen im hinteren Teil des Hodensegmentes in Bewegung, die aber keine eigene ist, sondern ihnen durch die hin und her schwingenden Flimmerhaare der beiden Wimpertrichter mitgeteilt wird.

Litteraturangaben. Da ich nicht Gelegenheit gehabt habe, zum Vergleiche mit den bei *Branchiobdella* gefundenen Thatsachen die Spermio-genese anderer Tiergruppen aus eigener Anschauung kennen zu lernen, so halte ich mich nicht für befugt, aus gewissen, mit den bisherigen Erfahrungen nicht ganz im Einklange stehenden Eigentümlichkeiten bei der Samenbildung von *Branchiobdella* ohne

*) Durch ein Versehen des Lithographen sind die Windungen am Kopfstück der Fig. 38 zu eng dargestellt worden.

weiteres allgemeine Schlüsse zu ziehen. Ich beschränke mich daher hauptsächlich auf die Besprechung der Arbeiten über die Spermato-genese nahe verwandter Tiere, um im übrigen nur einige solche Fälle hervorzuheben, wo sich wegen einer nahe liegenden Uebereinstimmung mit den an anderen Tierklassen gemachten Beobachtungen neue Gesichtspunkte für weitere Untersuchungen zu ergeben scheinen.

In den Hauptzügen geht die Entwicklung der Samenelemente von Branchiobdella in derselben Weise vor sich, wie sie von Lumbricus und von Tubifex durch Blomfield¹⁴⁾ und Nasse¹⁵⁾ beschrieben wird, nur treffen wir am Schluss, bei der Ausbildung der Samenkörper, auf Vorgänge ganz eigentümlicher Art, wie sie bis jetzt an anderen Tieren noch nicht beobachtet worden sind.

Hoden. Die Vermutung Dorner's,¹⁶⁾ dass die von ihm bei jungen Branchiobdellen gefundenen „zwei drüsigen Körperchen, die mit einem kurzen Stiel zu beiden Seiten des Darmes an dem Dissepiment befestigt sind“, die Hoden des Tieres bilden, hat sich, wie wir sahen, bestätigt.

Das was ich über den Bau des Hodens von Branchiobdella angeführt habe, stimmt mit dem überein, was Nasse über den Hoden von Tubifex anführt. Auch dieser besteht aus scharf umgrenzten Zellen¹⁷⁾ und nicht aus einer gemeinsamen Protoplasmamasse mit darin eingebetteten Kernen, wie man früher angenommen hatte.

Eine den Hoden umhüllende Membran ist bei Tubifex nach Nasse nicht vorhanden. Auch Blomfield sagt in Bezug auf den Regenwurm, dass eine Umhüllung von normalem Peritonealepithel am Hoden nicht zu existieren scheine, während sie am Eierstock desselben Tieres unzweifelhaft nachzuweisen sei. Der Hoden des Regenwurms ist nach ihm eine lokale Umbildung des Peritoneums und eine Grenzlinie zwischen gewöhnlichen Epithelzellen der Leibeshöhle und denen, welche die Substanz des Hodens bilden, nicht zu bestimmen. Bei Branchiobdella fand ich schon an dem eben aus

¹⁴⁾ Blomfield, On the development of the Spermatozoa. Part. I. Lumbricus. Quarterly Journ. of Microscopical Science. New Series XX, 1880, pag. 82.

¹⁵⁾ Nasse, Beiträge zur Anatomie der Tubificiden. Inaugural-Dissertation. Bonn 1882, pag. 19.

¹⁶⁾ Dorner, Ueber die Gattung Branchiobdella Odier. Zeitschr. f. wiss. Zool. XV. 1865, pag. 484.

¹⁷⁾ Nasse (siehe Anm. 15), Taf. II. Fig. 16.

dem Cocon geschlüpften Tier die geringe Anzahl von Zellen, aus welchen der Hoden bestand, deutlich vom Peritonaeum gesondert, das sie in Gestalt einer dünnen Membran umgab.

Maulbeerförmige Kernteilungen, durch welche die Kerne direkt in eine grössere Anzahl von Tochterkernen zerfallen, haben v. la Valette St. George¹⁸⁾ und Nussbaum¹⁹⁾ an den Spermato gonien der Wirbeltiere, Max v. Brunn²⁰⁾ an den „Samenmutterkernen“ (Spermatogonien) der Mollusken beschrieben. Auch Edouard van Beneden und Julin²¹⁾ halten es für höchst wahrscheinlich, dass die Vermehrung der „spermatomères“ (Geschlechtszellen) und ebenso der aus diesen hervorgehenden Zellen, der Spermato gonien, bei *Ascaris megalocéphala* auf direktem Wege durch Knospung vor sich gehe. Die Einzelheiten dieser Vorgänge sind jedoch noch nicht sichergestellt und in seiner jüngsten Abhandlung lässt es Nussbaum²²⁾ unentschieden, ob die Maulbeerform der Kerne eine direkte Kernteilung einleite, oder nur in gewissen Fällen ein Anfangsstadium der indirekten Kernteilung darstelle. Für *Branchiobdella* gilt entschieden nur das letztere, denn es liess sich keine Spur von einem wirklichen Zerfall des Kernes in eine Anzahl von Tochterkernen wahrnehmen. Es kommen übrigens hier maulbeerförmige Kerne nur an den Geschlechtszellen, nicht an den Spermato gonien vor.

Die direkte Kernzerschnürung in den Spermato gonien von *Salamandra* wird von Flemming in Abrede gestellt.²³⁾ Nussbaum²⁴⁾ fand neuerdings bei *Rana fusca* dicht neben maulbeerförmigen Kernen solche im Beginn der Fadenmetamorphose, also

¹⁸⁾ v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. Archiv für mikr. Anatomie, XII, 1876, pag. 802.

¹⁹⁾ Nussbaum, Zur Differenzierung des Geschlechts im Tierreich. Arch. für mikr. Anatomie, XVIII, 1880, pag. 8.

²⁰⁾ Max v. Brunn, Untersuchungen über die doppelte Form der Samenkörper von *Paludina vivipara*. Arch. für mikr. Anat. XXIII, 1884, pag. 447.

²¹⁾ Edouard van Beneden et Charles Julin, La spermatogénèse chez l'*Ascaride mégalocéphale*. Bruxelles 1884. (Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 3 sér. tome VII, No. 4, 1884), pag. 16.

²²⁾ Nussbaum, Ueber die Veränderungen der Geschlechtsprodukte bis zur Eifurchung. Arch. für mikr. Anat. XXIII, 1884, pag. 194.

²³⁾ Flemming, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, II. Arch. für mikr. Anat. XVIII, 1880, pag. 235.

²⁴⁾ (Siehe Anm. 22.) Taf. XI, Fig. 51.

ein ganz ähnliches Verhalten, wie ich es auf Taf. XVI, Fig. 26 von Branchiobdella abgebildet habe.

Man sollte meinen, dass die unregelmässige Form der Kerne eine Folge amöboider Bewegungen derselben wäre, aber Nussbaum²⁵⁾ berichtet, dass es ihm an isolierten maulbeerförmigen Kernen der Spermatogonien von Rana und Bombinator auch bei höheren Temperaturen nicht gelungen ist, Bewegungserscheinungen wahrzunehmen. Dagegen sind von Flemming²⁶⁾ an den „Kernen mit eingebuchteten Konturen“ in der Schwanzflosse der lebenden Salamanderlarve langsame Gestaltveränderungen beobachtet worden. Bei Branchiobdella liess sich über das Verhalten der maulbeerförmigen Kerne der Sexualzellen am lebenden Tier nichts feststellen, weil ihre Umrisse nicht deutlich zu erkennen sind.

Die Abtrennung der Spermatogonien vom Hoden ist bereits von Dorner gesehen worden. Er bemerkt bei der Besprechung der den Hoden darstellenden „drüsigen Körperchen“, welche er bei jungen Branchiobdellen sah (l. c. pag. 484): „Ich glaube nun mehrmals gesehen zu haben, dass sich einzelne Zellen von diesem Körperchen ablösen, sodass hier, wenn nicht der eigentliche Hoden, so doch der ursprüngliche Entwicklungs herd der Samenzellen vermutet werden darf.“ Die genauere Beschreibung desselben Vorganges bei Tubifex, welche Nasse (l. c. pag. 17) giebt, gilt auch für Branchiobdella. „In seinem vorderen Teile ist der Hoden kompakt, die Zellen sind blass und daher schwer zu unterscheiden. Im hinteren Teile hängen die Zellen etwas lockerer zusammen und sind daher leichter abzugrenzen. Oft findet man auch am äussersten Ende Zellen, die grade im Begriff zu sein scheinen, sich los zu lösen. Weiter geht die Entwicklung im eigentlichen Hoden nicht; die Spermatogonien fallen vielmehr ab.“ Auch beim Regenwurm sind die Verhältnisse ganz entsprechend, doch sollen nach Blomfield (l. c. pag. 80) hier die Spermatogonien oft so lange am Hoden hängen bleiben, dass sie sich erst nach weiterer Teilung als vielzellige Spermatogemmen ablösen. Dieser Punkt erfordert meiner Ansicht nach jedoch noch eine genauere Untersuchung. An der

²⁵⁾ Nussbaum, Fortgesetzte Untersuchungen, betreffend die Kern- und Zellteilung. Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft in Bonn, 1883, pag. 190.

²⁶⁾ Flemming, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, I. Arch. für mikr. Anat. XVI, 1879, pag. 314.

Abbildung, welche Blomfield l. c. Taf. VI, Fig. 1 vom Hoden giebt, ist leider sehr wenig zu sehen. Die anscheinend am Hoden befestigten Spermatogemmen lagen vielleicht im Präparat nur dicht daneben, ohne wirkliche Verbindung mit ihm. Bei Branchiobdella fand auch ich öfters die verschiedensten Entwicklungsstadien am isolierten Hoden haftend, da bei erwachsenen Tieren im Hodensegment alle Elemente dicht zusammengedrängt sind und dann beim Entfernen aus der Leibeshöhle vieles nicht zusammengehörige aneinander hängen bleibt, wenn die Flüssigkeit der Leibeshöhle gerinnt und als Bindemittel wirkt.

Es wurde oben S. 314 beschrieben, dass von einer Geschlechtszelle aus successive eine ganze Anzahl von Spermatogonien gebildet werden, indem nach der Ablösung der ersten der Kern der Geschlechtszelle sich wieder teilt, um eine zweite zu bilden und so fort. Würde der kurze Stiel, welcher die Verbindung zwischen Geschlechtszelle und Spermatogonie bildet, nicht durchgerissen, sobald letztere fertig ausgebildet ist, so entstünden Ketten von Spermatogonien; ein Vorgang, welcher unter Umständen zur Erklärung gewisser bei Wirbeltieren gemachten Beobachtungen herangezogen werden dürfte, von welchen v. la Valette St. George²⁷⁾ derartige Zellsprossen und Zellketten beschreibt.

Hier ist auch noch die von Ray Lankester aufgestellte und von Blomfield²⁸⁾ veröffentlichte Theorie zu erwähnen, wonach dem grossen Kern, welcher bei Wirbeltieren und Mollusken am Fusse des Samenbüschels liegt, bei Anneliden der Kern einer am Hoden sitzen bleibenden Zelle entspricht. Die Beziehung der Spermatogonie, aus welcher das Samenfadensbüschel entsteht, zu jener unverändert zurückbleibenden Schwesterzelle konnte bei Branchiobdella deutlich nachgewiesen werden (Schema Taf. XVI, Fig. 23, *sg* u. *gz*). Bei Betrachtung der degenerierten Samenelemente desselben Tieres werden wir sehen, dass beide in gewissen Fällen auch bei Würmern dauernd in engerer Verbindung bleiben (Schema Fig. 24).

Dass die Spermatoocyten sich durch fadenförmige Kernteilung (Karyomitose) vermehren ist von Nasse an Essigsäure- und Chromsäure-Präparaten (l. c. Taf. II, Fig. 21 und 22) gezeigt worden,

²⁷⁾ Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere, 1871, I, pag. 528.

²⁸⁾ Blomfield, The general features of the development of the Spermatozoa in the Vermes, Mollusca and Vertebrata. Zool. Anz. III, 1880, pag. 67.

welche Kerne in verschiedenen Teilungsstadien darstellen. Sehr deutliche Kernfiguren erhielt ich bei Branchiobdella durch Färbung mit Grenachers Alauncarmin.

Nach Nasse treten an den Spermatocyten von Tubifex infolge der Kontraktilität ihres Protoplasmas amöboide Formveränderungen ein. An denen der Branchiobdella habe ich bei der Beobachtung des frischen Materiales nie etwas derartiges wahrgenommen.

Was die Entstehung der Spermatogemmen betrifft, so meinten v. Kölliker²⁹⁾ und Dörner, dass im Innern von Mutterzellen zahlreiche kleinere Zellen sich bilden, welche, nachdem sie an den Rand der ersteren gerückt sind, sich in die Samenkörper umwandeln; eine Annahme, zu der sie dadurch geführt wurden, dass bei der Präparation der Samenelemente der Cytophor leicht breit- und dabei die Spermatocyten in die weiche Masse hineingedrückt werden. Die gleiche Ansicht wird noch neuerdings von Perrier³⁰⁾ und von Cosmovici³¹⁾ in Bezug auf andere Anneliden vertreten, indem von diesen Forschern eine Hülle beschrieben wird, welche anfangs die maulbeerförmigen Spermatogemmen umgiebt. Blomfield fand beim Regenwurm und Nasse bei Tubifex ebensowenig eine Hülle wie ich bei den normal entwickelten Spermatogemmen von Branchiobdella.

Betreffs der ersten Entwicklungsstadien der Spermatogemmen und die Entstehung des Cytophors bin ich zu anderen Resultaten gekommen als die letzten beiden Beobachter. Ueber den Cytophor findet sich bei Blomfield (pag. 84) folgendes: „It is in this stage (nämlich der achtzelligen Spermatogemme) that there is first any indication that, as the spermatoblasts (Spermatocyten) are being formed, a slight quantity of protoplasm is being left in the centre of the generating polyblast (Spermatogemme), which, as development proceeds, will form a cushion on which the sperm rods may rest.“ Nasse (l. c. pag. 20) sah bei Tubifex einen centralen Protoplasma-rest erst an Spermatogemmen mit 25 bis 30 Spermatocyten. Ich konnte zeigen, dass der Cytophor nicht erst bei der Teilung der Spermatogonie in Spermatocyten, sondern bereits bei ihrem Ablösen

²⁹⁾ Kölliker, Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Tiere. Berlin 1841, pag. 18.

³⁰⁾ Perrier, Études sur l'organisation des Lombriciens terrestres. IV. Pontodrilus. Archives de zoologie expérimentale et générale, IX, 1881, pag. 231.

³¹⁾ Cosmovici, Sur les organes segmentaires et les glandes génitales des Annelides polychaetes sédentaires. Comptes rendus. Ac. Sc. Paris, t. 88, pag. 395.

vom Hoden infolge einer unvollkommenen Zellteilung seine Entstehung nimmt. An den Abbildungen, welche v. la Valette St. George in Strickers Handbuch (1871, pag. 528) von vierzelligen Spermatozemmen der *Piscicola* giebt, ist der Cytophor bereits deutlich zu erkennen. Da aber hier eine Entstehung der Spermatozemmen durch Knospen- und Sprossbildung angenommen wird, ist der kleinen Protoplasmakugel, welche die einzelnen Zellen zusammenhält, keine weitere Bedeutung beigemessen worden.

Wenn Blomfield im Zwei- und Vierteilungsstadium der Spermatozemmen den Cytophor nicht sah, so liegt dies wohl daran, dass die Samenelemente des Regenwurms nicht so bequem isoliert und so schnell unter das Mikroskop gebracht werden können als diejenigen der *Branchiobdella*. Genau dieselben Bilder, wie sie Blomfield von Spermatozemmen des Regenwurmes giebt (l. c. Taf. VII, Fig. 16 bis 36), erhielt auch ich anfangs häufig bei *Branchiobdella*, wenn die zugesetzten Konservierungs- und Färbemittel etwas zu stark eingewirkt hatten. Dabei muss ich noch auf eine Form aufmerksam machen, welche auch von Nasse als die häufigere bei *Tubifex* gefunden wurde und in folgender Weise beschrieben wird (pag. 19): „Auffallend war mir, dass die Spermatozemmen, frisch in Jodserum gebracht, sehr verschieden aussehen. Meist sind die Spermatozyten dann nicht von einander abgegrenzt; der ganze Haufen zeigt einen scharfen, gekerbten Rand und im Innern manchmal eigentümlich aussehende, radiär gestellte Lücken, die wohl den Grenzen der Spermatozyten entsprechen mögen und in der Zeichnung von Blomfield (Taf. VII, Fig. 28) naturgetreu dargestellt sind. Bisweilen aber sind die Spermatozyten deutlich abgegrenzt und hängen nur locker, wie Beeren an einem Stiel zusammen.“ Jene Spermatozemmen mit undeutlich abgegrenzten Spermatozyten fanden sich anfangs auch in meinen Präparaten häufig, wurden aber immer seltener, je besser mir die Konservierung der Samenelemente gelang und nur die von mir auf Taf. XVII, Fig. 45 abgebildeten kleinen, nicht mehr als achtzelligen Spermatozemmen ganz junger Tiere liessen mitunter keine deutlichen Zellgrenzen erkennen, auch wenn sie völlig unversehrt in der Leibeshöhle der lebenden *Branchiobdella* beobachtet wurden.*)

*) Der Lithograph hat die in meiner Zeichnung nur ganz schwach angedeuteten Grenzlinien zwischen den Zellen der Fig. 45 ausgezogen, wodurch die Darstellung dieser Spermatozemme fehlerhaft geworden ist.

Durch die Klarstellung der ersten Entwicklungsstadien des Cytophors wird die Annahme Blomfields widerlegt, dass derselbe eine wirkliche, aber kernlose Zelle darstelle. Die Behauptung Perriers (29, pag. 231), dass sich im Cytophor von Pontodrilus ein Kern vorfinde, muss ich in Zweifel ziehen, um so mehr, als ich die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen halte, dass bei der Untersuchung des frischen Objektes eine Täuschung durch Vakuolen stattgefunden hat, welche bei Pontodrilus wohl ebenso wie bei Branchiobdella im Cytophor sich finden werden.

Auch bei Turbellarien ist ein Cytophor vorhanden, wie aus der Beschreibung von Graffs³²⁾ hervorgeht. Die Entstehung desselben ist hier noch nicht sicher gestellt. Nach v. Graff bleibt ein Rest der Spermatogonie bei ihrem Zerfall in Spermatocyten nicht übrig; doch muss ich hierzu bemerken, dass ich auch bei Branchiobdella an gefärbten Spermatogemmen in dem von v. Graff auf Taf. XVI, Fig. 11 abgebildeten Stadium oft den Cytophor nur undeutlich habe erkennen können, weil er da meist noch ziemlich klein und kaum gefärbt ist.

Die Entstehung des Cytophors bei *Ascaris megalcephala*, wie sie in der kürzlich erschienenen Arbeit von Edouard van Beneden und Julin³³⁾ eingehend beschrieben wird, ist eine andere, als die von mir an Branchiobdella beobachtete, was nicht weiter auffallen kann, da ja auch die Gestalt des Cytophors und der Spermatogemme in beiden Fällen ganz verschieden ist. Bei *Ascaris megalcephala*, wo die entwickelte Spermatogemme nur vier Spermatocyten besitzt, entsteht der Cytophor während der ersten Teilung der Spermatogonie. (Bei Branchiobdella schon früher, beim Ablösen derselben vom Hoden). Auch bei *Ascaris* findet ein von den gewöhnlichen Zellteilungsvorgängen abweichender Prozess statt, der zu einer unvollkommenen Abschnürung der neu entstandenen Zellen führt, sodass die Spermatocyten mit ihren kegelförmigen cytophoralen Teilen aneinander befestigt bleiben. Lösen sich die Zellen später ab, so bleibt ein aus

³²⁾ v. Graff, Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig 1882, pag. 160 u. 161, wo auch die früheren Beobachtungen von Claparède, Jensen und Hallez angeführt sind.

³³⁾ Siehe No. 21, pag. 25 u. 26. Ausserdem: Edouard van Beneden, Recherches sur la maturation de l'œuf, la fécondation et la division cellulaire, Archives de Biologie, tome IV, Pl. XIX, ter. Fig. 16—20.

vier kleinen, mit den Spitzen zusammenhängenden Kegeln bestehender Cytophor zurück.³⁴⁾

Entwicklung der Spermatogemmen. Nach Blomfield teilen sich die Spermatogemmen des Regenwurmes auf einem gewissen Stadium. Die beiden Hälften fallen auseinander und runden sich jede für sich zu einer Kugel ab; an gewissen Spermatogemmen aber unterbleibt die Teilung und diese behalten dann eine ovoide Gestalt. Bei Branchiobdella kommt eine solche Teilung nicht vor, trotzdem finden sich auch hier sowohl kugelige als ovoide Spermatogemmen. Nach seinen Untersuchungen an Tubifex hält auch Nasse es für unwahrscheinlich, dass die verschiedene Form der Spermatogemmen daher rühre, dass die einen sich früher geteilt haben, die anderen nicht.

In den oben citierten Arbeiten von v. Kölliker und Dorner finden sich bei der Beschreibung der Spermatogemmen von Branchiobdella einige Ungenauigkeiten, welche zu berichtigen ich durch die besseren uns jetzt zur Verfügung stehenden Instrumente leicht in standgesetzt wurde. Die Umbildung der Spermatiden zu Spermatosomen geht bei allen an einer Spermatogemme befindlichen Zellen gleichmässig vor sich. Spermatogemmen, an welchen nur einzelne Zellen Schwanzfäden gebildet haben, die andern noch keine Andeutung davon zeigen, wie sie Dorner Fig. 16 abbildet, fand ich nicht. Ebensowenig sah ich die von Kölliker (pag. 19) beschriebenen Spermatogemmen, an welchen auf der einen Seite die Spermatiden schon völlig in Samenfäden umgewandelt sind, auf der entgegengesetzten Seite aber noch einfache Zellen darstellen, während in der Mitte sich die Uebergänge zwischen beiden finden; eine Darstellung, welche ohne Zweifel auf einer irrthümlichen Deutung des von mir in Fig. 35 abgebildeten Stadiums beruht. Spermatogemmen ohne die centrale Protoplasmakugel, wie sie ebendort beschrieben werden, kommen nicht vor.

Die Entstehung des Schwanzfadens aus einer Ansammlung von Protoplasma am Rande der Zelle wurde auch von Blomfield beim Regenwurm (pag. 85) und von Nasse bei Tubifex (pag. 20) beobachtet.

³⁴⁾ Munk, Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden. Zeitschr. für wiss. Zoologie, IX, 1858, pag. 386.

Nebenkörperchen und Nebenkern. Der an den Spermatozomen der Branchiobdella hängende Nebenkern wurde von v. Kölliker und Dorner gesehen, aber als Rest der Samenzelle gedeutet.

Die direkte Umwandlung eines schon in der Spermatogonie und dem Spermatozyt neben dem Kern gelegenen Körpers in den Nebenkern der Spermatozide ist bis jetzt bei anderen Tieren noch nicht beobachtet worden. Bei *Astacus*, wo in der reifen Samenzelle ein Nebenkörper sich findet, wurde von Grobben³⁵⁾ auch im Spermatoblast (der Spermatogonie) ein wahrscheinlich aus dem Kern hervorgehender Körper gefunden. Dieser verschwindet jedoch bald wieder und ist kein Zusammenhang zwischen ihm und dem Nebenkörper vorhanden.

Max v. Brunn (20, pag. 458) ist geneigt, die selbständige Existenz des Nebenkörpers als eines vom Kern unabhängigen Gebildes und seinen Anteil an der Bildung des Samenkörpers überhaupt zu bezweifeln. Dass er darin zu weit geht, zeigen die vorliegenden Beobachtungen an *Branchiobdella*, wo ja der Nebenkern den grössten Teil des Kopfstückes liefert.

Ich unterlasse es hier, auf die umfangreiche Litteratur über die bei der Samenentwicklung neben dem Kern auftretenden Differenzierungen im Protoplasma der Zelle einzugehen, da dieselbe bereits in den vor kurzem erschienenen Arbeiten von Nussbaum (siehe Anm. 22, Arch. für mikr. Anat. XXIII, pag. 198) und Max von Brunn (Anm. 20, Arch. für mikr. Anat. XXIII, pag. 457) besprochen worden ist, und mache nur darauf aufmerksam, dass man unter der allgemeinen Bezeichnung „Nebenkörper“ offenbar Dinge ganz verschiedener Art zusammenfasst.³⁶⁾ Dass man diese nicht genau unterschieden hat, gab schon häufig zu Missverständnissen Veranlassung. Wie leicht dies möglich ist, wird einleuchten, wenn ich darauf hinweise, dass in den Spermatoziden von *Branchiobdella* allein dreierlei leicht mit einander zu verwechselnde, stark lichtbrechende Körperchen vorhanden sind: das Nebenkörperchen, die

³⁵⁾ Grobben, Beiträge zur Kenntnis der männlichen Geschlechtsorgane der Dekapoden. Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien, I, 1878, pag. 27 und 37.

³⁶⁾ Man vergl. hierüber auch: Strassburger, Ueber den Teilungsvorgang und das Verhältnis der Kernteilung zur Zellteilung. Arch. für mikr. Anat. XXI, 1882, pag. 506.

kuglige Ansammlung von Protoplasma, aus welcher der Schwanzfaden entsteht und drittens Einlagerungen von Reservestoffen. Damit ist aber die Zahl der überhaupt während der Samenentwicklung neben dem Kern auftretenden Gebilde durchaus noch nicht erschöpft. So geht z. B. bei Säugetieren die vergängliche Kopfkappe³⁷⁾ des Spermiosoms aus einer Protoplasmaanhäufung am Kern der Spermatiden hervor. In anderen Fällen wieder verschwindet ein anfangs neben dem Kern vorhandenes Körperchen, wie das oben erwähnte, von Grobden in den Spermatogonien von *Astacus* beobachtete. Vergleicht man schliesslich die Angaben über das Verhalten des Nebenkörpers gegen Färbemittel, so sieht man, dass oft selbst da, wo man den gleichen Körper vor sich zu haben glaubt, seine Eigenschaften durchaus verschieden sind. Bei *Paguristes maculatus* z. B. (Grobden l. c. pag. 34) verhalten sich Kern und Nebenkörper grade umgekehrt wie bei *Branchiobdella*; bei ersterem färbt sich der Nebenkörper am stärksten, bei *Branchiobdella* der Kern.

Hier ist es also nötig, eine Sichtung vorzunehmen und bei jedem einzelnen Nebenkörper zu untersuchen, zu welcher Kategorie er gehört. Es dürfte sich empfehlen, mit „Nebenkörperchen und Nebenkern“ nur solche Bildungen zu bezeichnen, welche sich, wie bei *Branchiobdella*, am Aufbau des Kopfstückes vom Spermiosom beteiligen, und von diesen die anderen als „Bildungskörperchen der Kopfkappe“ und „Bildungskörperchen des Schwanzfadens“ zu unterscheiden. Diesen würden dann wieder die Sekretkörperchen (Strassburger, 35, pag. 502), die Reservestoffkörperchen u. s. w. gegenüberzustellen sein.

Die sonderbare Umwandlung des Nebenkernes in den vorderen Teil des Kopfstückes vom Samenkörper der *Branchiobdella* steht bis jetzt ohne Beispiel da. Vielleicht werden sich aber bei Arthropoden Vorgänge nachweisen lassen, welche mit den obigen zusammengestellt werden können. In dieser Beziehung möchte ich auf die Abhandlung von v. la Valette St. George über die Spermatogenese der Isopoden³⁸⁾ hinweisen. Hier findet sich ein Nebenkörper in den

³⁷⁾ v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. Arch. für mikr. Anat. III, 1867, pag. 265. — A. v. Brunn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörper. Arch. für mikr. Anat. XII, pag. 528.

³⁸⁾ Liber Baro de la Valette St. George, Commentatio anatomica de isopodibus. Bonner Programm 1883, pag. 10, Tab. II, Fig. 37—40.

Spermatocyten und die Samenkörper hängen während ihrer Ausbildung vorn durch einen feinen Faden mit einem runden Körper zusammen, welcher allmählich verschwindet.

Ausgebildetes Spermatosom. In meinem Aufsätze über die Varietätenbildung bei Branchiobdella habe ich den kegelförmigen Teil des Samenkörpers als Mittelstück bezeichnet. Dies ist aber nicht richtig, sondern wenn das von Schweigger-Seidel aufgestellte Gesetz, wonach der Kopf aus dem Kern und das Mittelstück aus der modifizierten Zellsubstanz seine Entstehung nimmt, auch auf die kompliziert gebauten Spermatosomen von Branchiobdella Anwendung finden soll, gehört dieser Teil zum Kopf und die kleine Verdickung an der Basis des Schwanzfadens ist das eigentliche Mittel- oder Verbindungsstück.

Was die Zusammensetzung des Kopfes aus zwei ganz verschiedenartigen Teilen zu bedeuten haben mag, kann nur durch eine eingehende Untersuchung über die Schicksale des Samenkörpers nach seinem Eindringen in das Ei aufgeklärt werden. Nach Flemming (23, pag. 248) bildet sich bei Wirbeltieren der Kopf des Spermatosoms nur aus dem Chromatin, der färbaren Substanz des Kernes. Bei Branchiobdella verringert sich das Volumen des Kernes, wenn er sich in den kegelförmigen Teil umwandelt und er nimmt eine intensivere Färbung an wie früher; ein Zeichen, dass jedenfalls auch hier das Achromatin verschwindet. Aber was aus der Umwandlung des Kernes hervorgeht, ist bei Branchiobdella der bedeutend kleinere Teil des Kopfstückes, die Hauptmasse desselben besteht aus der sich nicht färbenden, stark lichtbrechenden Substanz, welche der Nebenkern liefert. Diese entspricht jedenfalls dem stark lichtbrechenden Teil an den Spermatosomen von *Ascaris megalocephala*, welcher nach Nussbaum (22, pag. 207) bei der Befruchtung eine ganz unwesentliche Rolle spielen soll, indem er gewöhnlich vor dem Eindringen des Samenkörpers in das Ei abgeworfen werde, ohne dass derselbe dadurch seine befruchtenden Eigenschaften einbüsse. Dem widersprechen jedoch van Beneden und Julin (21, pag. 30) auf das Bestimmteste. Mag die Funktion dieses Teiles sein, welche sie wolle, jedenfalls ist er bei *Ascaris* sowohl wie bei Branchiobdella zur Befruchtung notwendig, denn es ist nicht einzusehen, dass die komplizierten Vorgänge bei der Ausbildung desselben bloss dazu

dienen sollten, ein überflüssiges Anhängsel des Spermiosoms zu liefern.

Vielleicht liegt bei *Branchiobdella* nur ein extremer Fall einer im ganzen Tierreich verbreiteten Erscheinung vor, da ja bei der Reifung des Samenkörpers durchgehends eine mehr oder minder vollkommene Umwandlung der Substanz des Kopfstückes in eine stark lichtbrechende Masse eintritt. Hier würde dann allerdings in höchst auffallender Weise dieser Prozess schon sehr frühzeitig, nämlich in der Spermatogonie eingeleitet werden und statt im Kerne selbst, am Nebenkörperchen vor sich gehen, welches wahrscheinlich ein aus jenem herausgetretener Teil des Inhaltes ist. Letzteres ist freilich nur eine Vermutung, denn es konnte von mir über den Ursprung des Nebenkörperchens wegen des zu ungünstigen Objektes nichts beigebracht werden. Es scheint mir aber wenigstens der Umstand dafür zu sprechen, dass bei *Branchiobdella* die Nebenkörperchen stets, auch bei der Teilung, dicht an den Kernen liegen bleiben und dass in den Spermatiden der Nebenkern bereits im frühesten Stadium durch einen zarten, fadenförmigen Schlauch, welcher an der Berührungsstelle sich entwickelt, mit dem Kerne verbunden ist.

Was nun zum Schluss die verschiedene Grösse der reifen Samenkörper von *Branchiobdella* betrifft, so bemerke ich, dass diese Thatsache nicht vereinzelt dasteht. Auch Grobben (34, pag. 26) berichtet ein gleiches vom Krebs und Max v. Brunn (20, pag. 428) von *Paludina vivipara*.

Abnorm gebildete und degenerierte Entwicklungsstadien der Geschlechtsprodukte.

In den vorausgehenden Abschnitten sind beim Eierstock sowohl als beim Hoden nur die in vollständig normaler Weise verlaufenden Umwandlungen beschrieben worden. Jetzt wollen wir noch eine Reihe von Bildungen betrachten, wovon manche nur hin und wieder bei einzelnen Exemplaren gefunden werden, andere bei jeder *Branchiobdella* im Verlaufe der fortschreitenden Entwicklung ihrer Geschlechtsorgane auftreten, die aber alle das gemeinsam haben, dass normal entwickelte, funktionsfähige Eier und Samenkörper aus ihnen nicht hervorgehen. Wir haben es vielmehr hauptsächlich mit fettig degenerierten, rückgebildeten oder in unregelmässiger Weise um-

gebildeten Entwicklungszuständen von Ei- und Samenzellen zu thun oder mit Zellen und Zellgruppen, welche als abnorme Bildungen an Stellen des Peritoneums auftreten, wo sonst keine solchen vorhanden zu sein pflegen.

Wir beginnen mit der Beschreibung derjenigen degenerierten funktionslosen Zellen, welche sich auffallenderweise schon bei einzelnen, eben aus dem Cocon hervorgeschlüpften Tieren finden.

1. Degenerierte Geschlechtszellen am Eierstock und Hoden und Vorkommen von Geschlechtszellen-ähnlichen Gebilden in verschiedenen Teilen der Leibeshöhle bei eben ausgeschlüpften Tieren.

a. Eierstocksegment (achtes Segment). Die Fig. 9, Taf. XVI ($\frac{200}{1}$) zeigt einen Eierstock, an welchem das hintere Ende (*fz*) von degenerierten Zellen gebildet wird. Die Hauptmasse solcher Zellen besteht aus dunkelgelben Fettkügelchen und schwärzlichen Körnchen; dadurch fällt sie an dem sonst farblosen lebenden Tier leicht in die Augen. Zellgrenzen waren an diesem Objekt nicht zu sehen.

An gefärbten, in Canadabalsam eingeschlossenen Präparaten sind die Einlagerungen von Fett nicht wahrzunehmen, weil sie durch das dem Canadabalsam zugesetzte Chloroform gelöst werden. Nur hin und wieder kann man auf ihr früheres Vorhandensein aus der Anwesenheit von kugeligen Höhlungen im Protoplasma der Zelle schliessen, wenn diese durch in ihnen zurückgebliebenes Pigment deutlicher sichtbar gemacht werden. Die Kerne solcher Zellen zeichnen sich dadurch aus, dass sie durch den Druck, welchen die fremden Einlagerungen auf sie ausübten, abgeplattet sind und unregelmässige Formen angenommen haben. In manchen Fällen unterliegen sie auch einer fettigen Entartung und zerfallen.

In Fig. 10 liegt dicht am Eierstock, welcher hier ausnahmsweise weit nach hinten im Segment lag (*di* $\frac{8}{9}$ ist das hintere Dissepiment), eine unregelmässig gebildete Zellmasse (*fz*), zum grössten Teil fettig degeneriert.

Ein anderes Mal fand sich auf der einen Seite bei einer eben ausgeschlüpften Branchiobdella zwischen dem jungen Eierstock und dem Darm eine kompakte Masse von mehr oder weniger verfetteten Zellen, fast genau wie die in Fig. 16 (aus dem siebenten Segment)

abgebildete gestaltet. Sie war durch einen kurzen Stiel am Dissepiment $\frac{7}{8}$ befestigt und machte ganz den Eindruck eines rudimentären Eierstockes, sodass also bei diesem Tier die Anlage des Eierstockes auf der einen Seite doppelt war.

Endlich ist noch das oft beobachtete Auftreten von normal entwickelten Zellen an den Gefässschlingen zu erwähnen (Fig. 11, $\frac{600}{1}$). Dieselben sitzen etwa in der Mitte jedes Gefässbogens und veranlassen gewöhnlich an dem im übrigen gestreckt verlaufenden Gefäss eine oder ein paar unregelmässige kleine Krümmungen. Was diese Zellen zu bedeuten haben mögen, lässt sich nicht mit Sicherheit angeben, doch erinnere ich daran, dass bei Polychaeten das Auftreten von Geschlechtsprodukten an den Gefässen beobachtet worden ist. Von einer weiteren Ausbildung der Anlage bei etwas älteren Branchiobdellen habe ich an lebend untersuchten Exemplaren nichts bemerkt. An konservierten erwachsenen Tieren aber liess sie sich auf Schnitten nicht wiederfinden, da dann der gross gewordene Eierstock bis an die Gefässschlingen heranreicht, ja dieselben grösstenteils umgiebt, sodass etwa vorhandene, an den Gefässen festgewachsene Zellen von den dieselben bloss berührenden Eierstockszellen nur durch ihre besondere Gestalt hätten unterschieden werden können. Dies war aber nicht der Fall; die an den Gefässen liegenden Zellen glichen denen des übrigen Eierstockes und ich glaube daher, dass wir es hier mit einer rudimentären Anlage zu thun haben, die bei älteren Tieren zu Grunde geht oder, wenn sie bestehen bleibt, sich nicht über das in Fig. 11 dargestellte Stadium hinaus entwickelt.

b. Hodensegment (sechstes). Die vorhin ausgesprochene Vermutung, dass die neben dem Eierstock gefundene Zellgruppe einen überzähligen Eierstock darstelle, wird dadurch sehr wahrscheinlich gemacht, dass ich bei einer anderen ganz jungen Branchiobdella auf der rechten Seite zwei deutlich ausgebildete, aus normalen Zellen bestehende Hoden vorfand, welche dicht nebeneinander mit ihren zarten Stielen befestigt waren.

Auch in Bezug auf die verfetteten Zellen haben wir die gleichen Verhältnisse wie beim Eierstock. Entweder befinden sich die degenerierten Zellen in der Masse des Hodens, oder sie hängen, wie dies in Fig. 7 ($\frac{200}{1}$) dargestellt ist, durch einen zarten Faden mit ihm zusammen. Hier zieht sich das Peritonaeum, welches den

Hoden umkleidet, auch über die degenerierten Zellen hinweg und stellt so die Verbindung her. Deutlich sehen wir dies an Fig. 14 ($\frac{600}{1}$), wo das Peritonaeum einen engen Schlauch bildet, welcher sich durch das ganze Segment vom Dissepiment $\frac{5}{6}$ bis zu der gerade gegenüber liegenden Stelle des Dissepiments $\frac{6}{7}$ ausspannt. Es ist an zwei Punkten aufgetrieben, erstens nahe dem vorderen Dissepiment durch die normalen Zellen des Hodens (in welchen noch die Dotterkörnchen *dp* sichtbar sind) und dann durch die dahinter liegenden verfetteten Zellen *fz*, welche, wie gewöhnlich, nur undeutliche Zellgrenzen wahrnehmen lassen. (Man vergleiche hiermit den normalen Hoden Fig. 30, Taf. XVII). In einem anderen Falle (Fig. 8, $\frac{200}{1}$) war der Schlauch nach hinten zu nicht an dem Dissepiment $\frac{6}{7}$, sondern an der Unterseite des Darmes befestigt und es fanden sich an ihm auch noch in verschiedenen Entfernungen vom Hoden einzelne Gruppen von normal ausgebildeten, in Ablösung begriffenen Spermatogonien, *sg*. (Zum Vergleiche betrachte man Taf. XVII, Fig. 32, $\frac{600}{1}$). Aehnliche schlauchförmige Verlängerungen der den Hoden überziehenden Membran wurden noch öfters beobachtet, doch zeigte sich diese abnorme Bildung in den zur Untersuchung gekommenen Fällen nur einseitig ausgebildet, sodass der andere Hoden ganz normal war. (Auch am Eierstock einer jungen Branchiobdella traf ich einmal, vom distalen Ende desselben ausgehend, eine strangartige Verlängerung des Peritonaeums nach dem Dissepiment $\frac{8}{9}$, also ein ähnliches Bild wie Fig. 14, doch ohne degenerierte Zellen).

Die in Fig. 15 ($\frac{600}{1}$) abgebildete Zellgruppe fand sich an der hinteren Wand des Hodensegmentes, also am Dissepiment $\frac{6}{7}$ angeheftet (an derjenigen Stelle, welche in Fig. 14 mit *di* $\frac{6}{7}$ bezeichnet ist). Das Gebilde ist sicher nichts anderes, als ein dritter Hoden, der aber nur aus wenigen Zellen besteht, von denen die mittleren verfettete Sexualzellen (*fz*) die äusseren Spermatogonien (*sg*) darstellen, welche in Ablösung begriffen sind. Dieselben sind abgeplattet wie die in Fig. 31, *sg*₁ dargestellten. Bei einer anderen Branchiobdella war der Hoden auf einer Seite schlecht entwickelt; auf der anderen Körperseite, wo der gut ausgebildete sich befand, sass im hinteren Teile des Segmentes eine zweite Hodenanlage, aber nicht am Dissepiment $\frac{6}{7}$, sondern seitlich an der Körperwand.

In einem eben ausgekrochenen Tier, bei welchem die beiden Wimpertrichter des Hodensegmentes noch geschlossen waren, fand sich an jedem derselben lose angeheftet eine abgeplattete Zelle in Form jener Fig. 85, Taf. XVIII dargestellten. Ihre Membran war ausgedehnt und faltig, im Inneren ein deutlicher Kern; Fettkügelchen oder andere Einlagerungen fehlten.

c. Geschlechtszellen-ähnliche Zellen in anderen Segmenten. Solche Zellen und Zellgruppen an Stellen, wo für gewöhnlich dergleichen nicht vorzukommen pflegen, fanden sich auch in anderen Körpersegmenten, besonders im siebenten, welches die Ausführungsapparate der männlichen Geschlechtswerkzeuge enthält. Fig. 16 zeigt eine Zellgruppe, welche mittelst eines kurzen Stieles am Dissepiment $\frac{6}{7}$ nahe der Bauchwand an einer Stelle befestigt war, die dem Anheftungspunkt von Hoden und Eierstock entsprach. Sie mag wohl ein rudimentäres Geschlechtsorgan darstellen, welches hier ausnahmsweise zur Ausbildung gekommen ist. Eine ganz ähnliche Zellgruppe an derselben Stelle fand ich noch ein- oder zweimal bei anderen Tieren.

Die einzelne Zelle, Fig. 17, war am Dissepiment $\frac{7}{8}$ angeheftet.

Da während der Untersuchung der ersten Entwicklungsvorgänge an den Geschlechtsorganen meine Hauptaufmerksamkeit auf das sechste und achte Segment gerichtet war, so habe ich die übrigen nur hin und wieder sorgfältiger nach degenerierten Zellen durchsucht und es finden sich in meinen Aufzeichnungen nur ein paar Fälle notiert. Anhängsel, aus wenigen verfetteten Zellen bestehend, wurden noch beobachtet im zweiten, fünften und neunten Segment. In den beiden letzteren Fällen waren sie mit dem Segmentalorgan in Verbindung. Ob auch diese degenerierten Zellen mit rudimentären Geschlechtsanlagen in Beziehung zu bringen sind, bleibt dahingestellt, wie denn überhaupt erst die Entwicklungsgeschichte der Branchiobdella einen sicheren Aufschluss über die Bedeutung aller der eben beschriebenen Gebilde geben kann.

Die bisher angeführten Beobachtungen beziehen sich sämtlich auf junge Tiere. Bei erwachsenen lassen sich solche kleine, irgend einer Stelle der Leibeshöhlenwand ansitzende Zellhaufen weder am lebenden Tier, noch auf Schnitten sicher erkennen. Doch ist es sehr wohl möglich, dass sich die bei jungen Tieren gefundenen rudimentären Bildungen in vielen Fällen erhalten. Die im oder

dicht am Hoden und Eierstock liegenden Zellgruppen erfahren in bestimmten Fällen, wenn ihre Verfettung von vorn herein nicht zu weit fortgeschritten war, noch eine eigentümliche Weiterbildung, auf welche wir später zu sprechen kommen werden.

Frei schwimmend fand ich bei einem ganz jungen Tiere im siebenten Segment die in Fig. 18 dargestellte Zellgruppe. (Eine ebensolche wurde bei einem anderen im neunten Segment an der Ventralseite des Segmentalorganes, diesem nur ganz lose angeheftet gefunden). Die in Fig. 19 abgebildeten Zellen im Vierteilungsstadium sind ebenfalls aus dem siebenten Segment. Normalerweise kommen (mit Ausnahme der Samenelemente) bei Branchiobdella frei schwimmende Zellen, z. B. Lymphzellen, in der Leibeshöhle nicht vor. Nur vom Darm abgelöste Chloragogenzellen finden sich hin und wieder ausnahmsweise und sind von den bis jetzt besprochenen Elementen bei einiger Aufmerksamkeit nicht schwer zu unterscheiden.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung weiterer degenerierter Entwicklungsstadien von Samenelementen und Eiern, von denen gewisse, unten näher bezeichnete Formen so häufig vorkommen, dass man kaum bei irgend einer Branchiobdella vergeblich danach suchen wird.

2. Degenerierte Entwicklungsstadien von Spermatogonien und Spermatogemmen. Bei Tieren von jedem Alter finden sich neben den normal ausgebildeten Samenelementen im Hodensegment höchst sonderbar gestaltete Gebilde, von denen ich in Fig. 78 u. fgd. eine Zusammenstellung gebe. Dieselben sind alle bei gleicher Vergrößerung ($\frac{500}{1}$) teils nach frischen teils nach gefärbten Präparaten gezeichnet. Indem ich den Leser bezüglich der Einzelheiten auf die Tafelerklärung verweise, beschränke ich mich hier darauf, nur auf solche Dinge aufmerksam zu machen, welche eine sichere und ungezwungene Erklärung gestatten. Dagegen unterlasse ich es, für jede einzelne der abgebildeten degenerierten Formen auszuklügeln, mit welchem normalen Stadium sie etwa in Beziehung zu bringen ist, denn bei den bizarren und vielgestaltigen Objekten wäre doch der Phantasie der freieste Spielraum gelassen, zu gunsten einer beliebigen Ansicht bald aus diesem, bald aus jenem Präparat Eigentümlichkeiten herauszufinden, welche für dieselbe zu sprechen scheinen.

Da hin und wieder Chloragogenzellen sich vom Darm ablösen und mit zwischen den Samenelementen schwimmen, so hat man sich zu hüten, dergleichen ebenfalls für degenerierte Entwicklungsstadien des Samens zu nehmen; und zwar unsomehr als einige der letzteren, wenn sie zahlreiche Fetttropfchen enthalten (Fig. 91) den Chloragogenzellen mit ihren stark lichtbrechenden Kügelchen im Innern nicht unähnlich sind. Diese sind aber stärker glänzend als die Fetttropfchen der degenerierten Zellen, regelmässiger in der Zelle verteilt und nicht von so ungleicher Grösse.

Was die Reihenfolge betrifft, in welcher die abgebildeten abnormen Entwicklungsstadien nacheinander auftreten, so lässt sich dieselbe dadurch feststellen, dass man darauf achtet, wie weit bei den untersuchten Tieren die normalen Samenelemente ausgebildet sind. So fanden sich Fig. 78—84 bei ganz jungen Branchiobdellen, in deren Leibeshöhle nur Spermatogonien und zwei- bis achtzellige Spermatogemmen vorhanden waren. Fig. 85—87 wurden bei etwas grösseren Exemplaren gefunden. Mit dem Auftreten der ersten ausgebildeten Spermatozoon erschienen Körper wie Fig. 92 und 93, und bei völlig geschlechtsreifen Tieren fanden sich neben vereinzelt Zellen in Gestalt der Fig. 91 vorwiegend die in Fig. 94 u. fgd. abgebildeten Knäuel, welche der Hauptsache nach aus Spermatozoon bestehen, die bald völlig ausgebildet sind, bald auch nur den Schwanzfaden erkennen lassen.

In der bei weitem grössten Mehrzahl der Fälle, bei älteren Tieren durchgehends, befanden sich in den degenerierten Elementen Einlagerungen von Fett in Form von stark lichtbrechenden gelben Tröpfchen (Fig. 107, *f*, 91), dunkelgelben unregelmässigen Klümpchen (Fig. 99, *f*, 101) oder schwärzlichen punktförmigen Partikeln (Fig. 92, 109). Hieran sind die verfetteten Körper unter den völlig ungefärbten übrigen Bestandteilen des Samens leicht zu erkennen. Nur bei ganz jungen Tieren sind öfters keine Fetteinlagerungen zu sehen (Fig. 83—85) und die betreffenden Zellen ganz durchsichtig. Lässt man zu frisch entleertem Samen unter dem Deckgläschen Schwefeläther hinzutreten, so wird das Fett schnell gelöst, wo derselbe nach Verdrängung der den Samen enthaltenden Flüssigkeit direkt mit den degenerierten Elementen in Berührung kommt. Bei dem in einen Tropfen Hämatoxylin entleerten Sperma trat aus ihnen

das Fett in Gestalt von grösseren Tröpfchen aus, die bald heller, bald dunkler gelb gefärbt waren.

Eine auffallende Erscheinung, welche an den degenerierten Zellen auftritt, ist eine starke Wucherung der Zellmembran (Fig. 84, 85, 91). Besondere Erwähnung verdienen hierbei Bilder wie Fig. 83. Hier sieht man eine Anzahl Fortsätze, wie zarte Fäden, die sich in verdünnter Zusatzflüssigkeit langsam pseudopodienartig bewegen. Genauere Untersuchung zeigt aber, dass diese scheinbaren Fäden die optischen Querschnitte von Falten der äusserst zarten Zellmembran sind und dass nur die letztere an den Stellen, wo sie glatt ist, trotz der starken Vergrösserung nicht deutlich wahrgenommen werden kann. Die Bewegung erklärt sich dadurch, dass durch das eindringende Wasser die Zellmembran ausgedehnt wird. Hierbei glätten sich die Falten allmählich, was im optischen Querschnitt wie eine Bewegung und Streckung der scheinbaren Fäden sich ausnimmt. An Zellen mit stärkerer Membran, wie Fig. 84, lassen sich dieselben Erscheinungen besser wahrnehmen und man sieht hier schliesslich die Membran eine ganz gewaltige Ausdehnung erreichen. Dass die zarten Ausläufer der Fig. 83 keine Fäden sind, lässt sich übrigens auch an Präparaten, welche in indifferenten Flüssigkeiten untersucht werden, wo die beschriebenen Bewegungserscheinungen sich nicht zeigen, feststellen. Man bemerkt bei aufmerksamer Benutzung der Mikrometerschraube, dass die vermeintlichen Fäden sich hin und her schieben, statt gleich zu verschwinden, sobald die Stellung des Tubus verändert wird.

Nach Zusatz von Wasser bilden sich im Protoplasma der degenerierten Zellen zahlreiche Vakuolen, man sieht solche aber auch schon, während die Elemente sich noch im lebenden Tier befinden (Fig. 80—82, v).

Die in Fig. 99 u. fgdn. dargestellten Formen, welche bei keinem geschlechtsreifen Tier zu fehlen scheinen, müssen wir einer etwas eingehenderen Betrachtung unterziehen. Meist sind dieselben stark abgeplattet, nicht selten nach verschiedenen Ebenen gekrümmt (Fig. 108). Dass wir es hier mit degenerierten Spermatogemmen zu thun haben, ergibt sich ohne weiteres aus der Betrachtung von Präparaten wie Fig. 99—101, wo der Cytophor (*cp**h*) noch deutlich zu sehen ist. In Fig. 100 enthält er eine grössere Anzahl von Vakuolen. Während an normalen Spermatogemmen die Sperma-

tiden bis zur vollständigen Ausbildung der Spermatozomen am Cytophor sitzen bleiben, lösen sie sich hier frühzeitig ab und sind regellos in den Knäueln zertrennt (Fig. 100). Die Ausbildung der einzelnen Elemente in ihnen hält nicht gleichen Schritt, man findet neben völlig ausgebildeten Spermatozomen Reste früherer Entwicklungsstadien (Fig. 100, *n*, *ko*, 103), isolierte Nebenkerne (Fig. 102, 109, *n*) und andere Unregelmässigkeiten mehr; eine Bestätigung für die oben über die normalen Spermatozomen mitgeteilte Ansicht, dass der Cytophor das Wachstum und die Ausbildung der an ihm sitzenden Zellen reguliert.

In Fig. 99 haben wir den seltenen Fall, dass die Membran, welche das Ganze umhüllt, auf der einen Seite wenigstens, noch deutlich zu sehen ist (*me*). Diese aufangs überall vorhandene Hülle ist die Ursache, dass die Schwanzfäden nicht frei hervorstehen, wie in den normalen Spermatozomen, sondern sich aufgeringelt haben. In Fig. 94, 101 und einigen anderen ist dieselbe vielleicht noch vorhanden. An den meisten ist sie indessen sicher geschwunden, wie man daran erkennt, dass einzelne Schwanzfäden der aufgeknäuelten Spermatozomen frei hervorstehen (Fig. 102, 106, 109). Als Ausnahme fand sich Fig. 104 mit büschelweise hervorstehenden Schwanzfäden, wo die Membran sehr frühzeitig zu Grunde gegangen sein muss.

Schnurförmig aneinander gereihte Fettkügelchen, welche man öfters in den Knäueln findet (Fig. 94, *sp*, 110) werden aus der Verfettung von Kopfstücken der Samenkörper hervorgegangen sein.

Eine Eigentümlichkeit zeigt sich aber nun noch, welche sich nicht durch einfache Vergleichung von normalen Spermatozomen mit den Samenfädenknäueln erklären lässt. Dies ist das Auftreten von wohl ausgebildeten, grossen ovalen Kernen, welche etwa 0,010 mm im längsten und 0,007 mm im kürzesten Durchmesser haben. Gewöhnlich findet sich nur einer im Knäuel (Fig. 94, 101, 102, 106, *k*); nicht selten auch zwei, die bald dicht zusammen liegen (Fig. 107), sodass man erkennt, dass sie durch Teilung des ursprünglich vorhandenen einzelnen entstanden sind; bald auch weiter voneinander entfernt getroffen werden, wie in Fig. 109 und 110. Einmal fand ich auch vier zusammenhängende Kerne (Fig. 95).

Bevor ich eine Erklärung dieser Erscheinung versuche, will ich, um erst mit der Beschreibung der degenerierten Formen ab-

zuschliessen, noch auf Fig. 97 hinweisen, welche eine einzelne degenerierte Spermatische zu sein scheint, etwa im Stadium der Fig. 119. Sie wird aus dem Zerfall eines Knäuels in seine einzelnen Bestandteile hervorgegangen sein, denn freie, mit verfetteten Zellen besetzte Cytophoren habe ich nie beobachtet, ebensowenig einzelne degenerierte Spermatischen an einer sonst normalen Spermatozemme.

Von den in normaler Weise zur Reife gelangten Spermatozomen unterliegen bei Branchiobdella keine mehr einer fettigen Degeneration.

Schliesslich noch einige Masse von Samenfädenknäueln:

Längster Durchmesser:	0,070,	0,050,	0,050,	0,050,	0,040 mm
Kürzester	0,040,	0,050,	0,045,	0,025,	0,030 „

Um nun wieder auf die oben erwähnten grossen Kerne zurückzukommen, weise ich auf die Abbildung Fig. 111 hin, die mich auf eine Vermutung gebracht hat, welche die Herkunft derselben vielleicht erklären dürfte. Die Figur ist der Raumersparnis wegen nur $\frac{1}{4}$ so gross wie die übrigen gezeichnet ($\frac{150}{1}$) und stellt einen Teil eines degenerierten Knäuelhaufens dar, wie solche öfters am Hoden sitzend, bisweilen aber auch ausser Zusammenhang mit ihm gefunden wurden. Auch der ganze übrige, hier nicht mitgezeichnete Teil bestand aus ebensolchen Knäueln; frühere Entwicklungsstadien und einfache Zellen waren daran nicht zu finden. Ausnahmsweise liessen sich an der abgebildeten Stelle die Details ziemlich gut erkennen, weil die einzelnen Elemente nicht zu dick übereinander lagen, während man sonst nur eine dunkle, unregelmässige Masse findet. Jedenfalls stammen die isoliert im Hodensegment schwimmenden Knäuel alle von solchen kompakten Haufen, von denen sie sich abgelöst haben.

Man findet degenerierte Zellkomplexe in oder neben dem Hoden vom jungen, eben ausgeschlüpften Tier an (Taf. XVI, Fig. 7, 8) in allen Altersstadien der Branchiobdella. Da nun der Hoden nur aus Geschlechtszellen und noch nicht abgelösten Spermatozomen besteht, so folgt daraus, dass wir an die frühesten Entwicklungsstadien, die Bildung und Ablösung der Spermatozomen und nicht an die frei schwimmenden Spermatozomen uns halten müssen, wenn unsere Deutung der mit dem Hoden zusammenhängenden verfetteten Zellen und Spermatozomenknäuel das Richtige treffen soll. Je nach dem Alter des Tieres findet man gelegentlich zwischen Fig. 14, fz und

Fig. 111 liegende Umbildungsstadien, aber, wie schon erwähnt, sind Details immer nur undeutlich wahrzunehmen, weshalb von einer Wiedergabe derselben durch Zeichnung Abstand genommen werden musste. Auch auf Schnitten konnte ich in Bezug auf die Einzelheiten der degenerierten Zellhaufen keine genügend klaren Bilder erhalten und so kommt es, dass der von mir in Fig. 24 schematisch dargestellte Entwicklungsgang der Samenfädenknäuel an dem Mangel leidet, dass er sich nicht durch eine völlig entsprechende lückenlose Präparatenreihe belegen lässt. Doch bieten, glaube ich, die abgebildeten, isoliert gefundenen Formen Anhalt genug, um auf die Vorgänge einiges Licht zu werfen und die Richtigkeit des Schemas zu prüfen.

Wir bedürfen im Grunde zur Erklärung weiter nichts, als die Annahme, dass jene früher beschriebene abnorme Wucherung der Membran degenerierter Zellen (Fig. 81—85 und andere) von vorn herein eine massgebende Rolle spielt. Vergewärtigen wir uns nun zuerst nach Schema, Fig. 23, die Ablösung der Spermatogonien vom Hoden bei normaler Entwicklung und nehmen wir an, dass die von der Geschlechtszelle aus gebildeten Elemente mit dieser zusammen in einer gemeinschaftlichen Hülle liegen bleiben, so erhalten wir die im Schema Fig. 24 dargestellten Verhältnisse. Hier zeigt sich also bereits die Membran (*me*) der an der Oberfläche des Hodens sitzenden Zelle (*gz*) nach abnormem Wachstum vom Protoplasma derselben abgehoben. Nun teilt sich der Kern der Geschlechtszelle, es bildet sich die Spermatogonie (*sg*) und löst sich dann von *gk* ab (*sg₁*), bleibt aber zugleich mit dem Geschlechtszellenkern *gk* von der ursprünglichen Membran umschlossen. Während sich nun die Spermatogonie und die aus ihr durch Teilung hervorgehenden Spermatocyten (*sc*) mit einer neu gebildeten sekundären Membran umgeben (vergl. Fig. 99, *std*, wo dieselbe vorhanden ist), geschieht dies bei der am Fusse zurückbleibenden Geschlechtszelle nicht, sondern ihr Kern bleibt frei in der primären grossen Membran liegen. Das ihn umgebende Protoplasma zeigt keine scharfe Abgrenzung mehr, sondern verteilt sich innerhalb des ganzen von der erweiterten Membran umschlossenen Raumes (Fig. 101). Diese Hülle, welche anfangs aktiv durch starkes Wachstum zunimmt, indem sie jedenfalls stellenweise mit dem Protoplasma der Zelle längere Zeit in Berührung bleibt, wird dann durch das Grösserwerden der

Spermatogemme (Fig. 24, *sge*) noch passiv eine Zeit lang gedehnt, bis sie schliesslich so dünn wird, dass sie schwindet.

Der Teilung des Kernes (Fig. 107—110) entspricht im normalen Verhalten die einfache Vermehrung der Geschlechtszellen, denn wie leicht einzusehen ist, können bei diesen durch eine Zellteilung zwei verschiedene Vorgänge eingeleitet werden. Entweder löst sich die neu entstandene Zelle ab und bildet eine Spermatogonie, oder sie bleibt neben ihrer Schwesterzelle am Hoden sitzen und bildet auch eine Geschlechtszelle, wodurch die allmähliche Vergrösserung des Hodens beim Heranwachsen der Branchiobdella bewirkt wird.

Da die Kerne völlig frei im Knäuel liegen, hat es nichts Auffallendes, dass sie keine bestimmte Lage einnehmen und nur hin wieder am Fusse derselben zu finden sind, wie es dem Schema entspricht.

Wir haben gesehen, dass von einer Geschlechtszelle aus in normalen Verhältnissen successive eine ganze Anzahl von Spermatogonien (und indirekt, durch weitere Teilung der letzteren, von Spermatogemmen) gebildet werden. Man könnte also auch erwarten, mitunter in den Knäueln mehr als eine Spermatogemme zu finden, indem ebenso wie dort von dem der Geschlechtszelle entsprechenden Kern sich nacheinander mehrere Spermatogonien abschnürten, doch ist dies nicht der Fall und stellt der Kern in dieser Beziehung nach der Bildung der ersten Spermatogonie seine Thätigkeit ein.

Litteraturangaben. In dem 1871 veröffentlichten Aufsätze Ray Lankesters³⁹⁾ über die Organisation der Oligochaeten findet sich folgende kurze Notiz: „I have also found curious corpuscles, evidently aborted sperm-cells, in the perivisceral cavity of Tubifex in the autumn.“ An diese Beobachtung scheint Ray Lankester sich neuerdings nicht mehr erinnert zu haben, sonst wäre er wohl leicht auf den Gedanken gekommen, dass die auffallenden „braunen Körperchen“, welche Blomfield bei der unter seiner Leitung angestellten Untersuchung im Regenwurm fand, ebenfalls nichts anderes als degenerierte Samenelemente sind. Die braune Färbung wird

³⁹⁾ Ray Lankester, Outline of some Observations on the Organisation of Oligochaetous Annelids. Annals and Magazine of Nat. Hist., IV. ser., vol. VII, 1871, pag. 96.

auch dort, wie bei Branchiobdella, durch Fetteinlagerungen hervorgerufen werden. Ein Blick auf die Abbildungen, welche Blomfield giebt und eine Vergleichung des Textes zeigt, dass sie in allen Einzelheiten mit den Samenfädenknäueln der Branchiobdella übereinstimmen; sie sind abgeplattet, besitzen einen oder zwei grosse Kerne und im Innern ein Netzwerk von Protoplasmasträngen, die ohne allen Zweifel Spermatozoon darstellen. Nasse beschreibt bei Tubifex nichts von degenerierten Entwicklungsstadien der Samenelemente. Doch fand er im Hodensegment desselben eine Anzahl problematischer Körper, welche er, allerdings mit Vorbehalt, als Entwicklungsstadien von Parasiten deutet. Wenn nicht bei einzelnen derselben ein Wimperüberzug beschrieben und abgebildet würde, so läge die Vermutung sehr nahe, dass jene sonderbaren Cysten, welche in ihrem Innern Stäbchen enthalten, die aus Kopf, Mittelstück und Schwanz bestehen (l. c. pag. 27) ebenfalls nichts anderes als degenerierte Samenfädenknäuel sind. Da es mir leider nicht möglich war, selbst diese Dinge genauer zu untersuchen, so muss ich die Sache unentschieden lassen. Was aber Nasse auf Taf. II, Fig. 12 abbildet, ist ganz gewiss kein Parasit, sondern eine normale, aber bei der Präparation breitgedrückte Spermatozoon. Um sich davon zu überzeugen, vergleiche man mit dieser die Fig. 36 auf Taf. VII der Arbeit Blomfields.

Die eben angeführten Fälle von abnorm entwickelten und fettig degenerierten Samenelementen stehen bis jetzt fast ganz vereinzelt da. Es ist aber anzunehmen, dass man derartiges noch häufiger finden wird, nachdem man mit dieser eigentümlichen Thatsache bekannt geworden ist. Bei der wohlberechtigten Vorsicht, mit der man fremdartige, zwischen den Samenelementen liegende Körper zu betrachten pflegt, ist es leicht möglich, dass man sie in vielen Fällen nicht beachtet hat, weil man sie für zufällig zwischen letztere geratene Gewebeteile oder für schlecht konservierte Entwicklungsstadien der Samenelemente hielt. Man vergleiche z. B. die unten unter 3 angeführte Notiz von v. la Valette St. George. Dass bei Tieren mit periodischer Brunst jedesmal nach beendigter Geschlechtsthätigkeit die Follikelreste einer fettigen Entartung anheimfallen, hat mit den hier behandelten Vorgängen natürlich nichts zu thun.

Beiläufig will ich hier noch darauf hinweisen, dass vielleicht

die degenerierten Samenfädenknäuel der Oligochaeten sich mit den wurmförmigen Samenkörpern von *Paludina vivipara* und verwandter Arten in Beziehung bringen lassen werden, falls sich nämlich herausstellen sollte, dass das Cilienbüschel, welches bei dieser durch den ganzen wurmförmigen Samenkörper verläuft und an dem einen Ende frei hervorsteht (Fig. 20, Taf. XXI, Fig. 9, 10 b. c.) einem Büschel fadenförmiges Spermiosomen entspräche.

Im Anschluss an die oben angeführten Fälle lasse ich hier noch einige Litteraturangaben über degenerierte Entwicklungsstadien von Samenelementen in anderen Tierklassen folgen:

1. Lorenz. Ueber die Organisation der Gattung *Axine* und *Microcotyle*. Arb. aus d. zool. Inst. d. Univ. Wien I, 1878, pag. 32. Tafelerklärung. „Degenerierte Samennutterzelle, wie man sie nicht selten unter den normalen Entwicklungsstadien findet.“ Taf. II, Fig. 12, n.

2. Blanc. Anatomie et Physiologie de l'appareil sexuel mâle des Phalangides. Dissertation. Freiburg im Breisgau, 1880, pag. 23. Degenerierte „cellules mères“.

3. v. la Valette St. George. Ueber die Genese der Samenkörper. Arch. für mikr. Anat. X, 1874, pag. 499. „In alten Männchen des Maikäfers findet man schlauchförmige Körper, deren Inhalt entweder nicht zur Reife gelangt oder zurückgebildet ist.“ Taf. XXXV, Fig. 51.

4. Max von Brunn. Untersuchungen über die doppelte Form der Samenkörper von *Paludina vivipara*. Arch. für mikr. Anat. XXIII, 1884, pag. 477. Fettiger Degeneration anheimgefallener Mutterkern von *Ampullaria*. Taf. XXII, Fig. 18, a.

5. Sabatier. De la Spermatogénèse chez les Plagiostomes et chez les Amphibiens. Journ. de Microgr., Taf. VI, 1882, pag. 295. Fettig degenerierte Dentospermoblasten (Spermatocyten) bei Plagiostomen. Pag. 296, desgl. bei Amphibien.

Parasiten. Wenn mir auch durch die im letzten Abschnitte behandelten degenerierten Samenelemente die Untersuchung der normalen Entwicklung der Spermiosomen erschwert worden ist, so habe ich wenigstens insofern bei *Branchiobdella* Glück gehabt, als ich nicht durch häufiges Auftreten von Parasiten in den Geschlechtsorganen gestört wurde. Unter den Hunderten von untersuchten Tieren habe ich nur in zwei Fällen einen kleinen Nematoden in der Leibeshöhle schmarotzend gefunden, und zwar das eine Mal im Hodensegment (dem sechsten) bei einer jungen *Branchiobdella*, das andere Mal im siebenten Segment bei einer erwachsenen.

Degenerierte Zellen des Eierstockes.

Entsprechend den degenerierten Zellkomplexen am Hoden finden sich am Eierstock gleichfalls Elemente, welche mit der normalen Entwicklung der Eier nichts zu thun haben. Aber wie die Eibildung viel einfacher als die Samenbildung ist, so sind auch die hier auftretenden abnormen Umgestaltungen der Zellen nicht im geringsten so kompliziert wie die der männlichen Geschlechtsprodukte.

Verfettete und vielkernige Zellen. Wir treffen hier erstens in allen Altersstadien der Branchiobdella (aber nicht bei allen Exemplaren) Gruppen von mehr oder weniger verfetteten Zellen, welche am frischen Objekt durch ihre gelbbraune Farbe kenntlich sind. Sie befinden sich entweder zerstreut an verschiedenen Stellen des Eierstockes oder, was der gewöhnlichere Fall ist, es besteht ein ganzer Zipfel des im übrigen normalen Eierstockes fast ausschliesslich aus verfetteten und umgebildeten Elementen.

Diese Umbildung, welche auch an anderen Zellen auftritt, in denen man keine deutlichen Fetteinlagerungen wahrnehmen kann, besteht in einer starken Kernvermehrung ohne nachfolgende Zellteilung, sodass das ganze Gebilde dabei bedeutend an Grösse zunimmt. Auf Schnitten zeigen sich die Kerne der verfetteten Zellen als eine dunkel gefärbte, glänzende Masse (Taf. XVI, Fig. 28), an welcher man häufig die einzelnen Bestandteile gar nicht mehr unterscheiden kann. An weniger stark oder nicht verfetteten Zellen aber lassen sich die einzelnen Kerne deutlich erkennen und ist auch überall das Kernkörperchen wahrzunehmen (Fig. 22). Wenn man sich beim Anblick dieser vielkernigen Zellen an das Vorkommen von maulbeerförmigen Kernen in den Zellen des ganz jungen Eierstockes (Fig. 27) erinnert, so könnte man in Versuchung kommen, beides miteinander in Beziehung zu bringen und hier an eine wirkliche Kernfragmentation zu glauben. Aber abgesehen davon, dass dies unwahrscheinlich ist, weil bei ganz jungen Tieren sämtliche Kerne des Eierstockes Maulbeerform besitzen, vielkernige Zellen dagegen nur bei gewissen Exemplaren und nur an einzelnen Stellen des Eierstockes vorkommen; kann man sich auch an den Präparaten davon überzeugen, dass die Kernhaufen durch Zweiteilung des Kernes entstehen und dass dieser Vorgang auch noch bei erwachsenen Tieren stattfindet (Fig. 22, *h, t*).

Fig. 29 zeigt eine abnorme, nur dieses eine Mal beobachtete Erscheinung, welche sich an einer Zelle aus dem degenerierten Abschnitt eines Eierstockes zeigte. Während die normalen Zellen nur 0,012mm Durchmesser haben, wenn sie sich teilen, hat sich hier eine Zelle von der doppelten Grösse noch zur Teilung angeschickt, aber die Kernfigur ist höchst unregelmässig, die Fäden liegen verworren durcheinander und sind von ganz ungleicher Grösse.

Durch Aufnahme grosser Mengen von Flüssigkeit degenerierende Zellen. Eine zweite Art von entarteten Zellen, welche sich im Gegensatz zu den eben beschriebenen, nur bei einzelnen Exemplaren vorkommenden, in den Eierstöcken sämtlicher erwachsener Branchiobdellen zu finden scheinen, ist in Fig. 6, *d z* dargestellt. Dass man es hier mit aneinander liegenden umgebildeten Zellen zu thun hat, lässt sich nicht ohne weiteres an allen Präparaten feststellen. Man sieht auf Schnitten im Innern des bei älteren Tieren zwischen Darm und Leibeswand breitgedrückten und an seinem distalen Ende ungleichmässig gelappten Eierstockes in vielen Fällen nur eine verschwommene Masse, welche nicht selten beim ersten Anblick den Eindruck macht, als wären die betreffenden Teile infolge schlechter Konservierung mazeriert und dadurch unkenntlich geworden. Denn man ist hier nicht imstande, bestimmte Details zu erkennen, die Konturen der Masse sind an manchen Präparaten ganz undeutlich und ausserdem ziehen sich unregelmässige Fortsätze und Ausläufer von ihr zwischen die benachbarten Zellen hinein. Je nach der Behandlungsweise zeigte sich das Ganze bald gleichmässig gefärbt und homogen, wie dies an den mit Pikrocarmin gefärbten Eierstöcken der Fall war, bald fand sich aber auch, und zwar an vielen stark mit Alauncarmin behandelten Präparaten, ein verworrenes Netzwerk von dunkler gefärbtem Protoplasma (Fig. 6). An denjenigen, wo auch das Protoplasma der normalen Eierstockzellen in der Weise geronnen war, dass es ein Netzwerk von Balken und Fäden bildete, welche mit einander anostomosierend radiär vom Kern nach der Zellwand verliefen, befanden sich in dem schwammigen Gerüst der degenerierten Zellmasse des Inneren grosse Lücken, welche durch das Gerinnen und Schrumpfen ihres Protoplasmas bei der Wasserentziehung entstanden waren.

Mit Alauncarmin gelingt es nun auch, an günstigen Objekten in der Masse Zellgrenzen sichtbar zu machen und Spuren der Kerne

nachzuweisen, welche hier und da als dunkle Flecke auftreten (Fig. 6) und nur in seltenen Fällen schärfere Konturen haben und das Kernkörperchen erkennen lassen. Die Zellgrenzen sind nicht überall vollständig, wie in Fig. 6, sondern im Gegenteil in den meisten Fällen ganz oder teilweise geschwunden, sodass der Inhalt der einzelnen Zellen miteinander verschmolzen ist. In manchen Eierstöcken fanden sich ausser Zusammenhang mit der grösseren Masse, aber in deren Nähe, einzelne dieser degenerierten Zellen isoliert, d. h. rings von normalen Zellen umgeben. Meist war auch hier der Kern nicht mehr vorhanden.

Am ganz jungen Eierstock ist von diesen Gebilden nichts wahrzunehmen. sie treten erst beim Aelterwerden der Tiere auf und entstehen dadurch, dass einzelne Zellen im Inneren des Eierstockes stark zu wachsen anfangen (Fig. 13, *d z*), indem ganz wie bei jungen Eiern anfangs auch der Kern an Grösse zunimmt. Bald aber tritt an Stelle des normalen, durch Bildung neuer Zellsubstanz bewirkten Wachstumes ein abnormes, so zu sagen passives, indem der Kern allmählich schwindet und die Zelle bloss noch durch Aufnahme von Flüssigkeit, aber dadurch ganz bedeutend an Grösse zunimmt. In Anbetracht dessen, dass das in Fig. 13 dargestellte Anfangsstadium eine gewisse Aehnlichkeit mit einem ganz jungen Ei hat, wäre es nicht unmöglich, dass derartige Zellen auch Anlagen von Eiern sind, welche sich aber im Inneren des Eierstockes nicht normal entwickeln können, weil hierzu die freie Lage an der Peripherie des Organes und die unmittelbare Berührung mit der Leibeshöhlenflüssigkeit notwendig zu sein scheint.

Kürzlich wurden von Flemming⁴⁰⁾ im Follikelepithel des Kaninchenovariums vorkommende „Degenerationsvakuolen“ beschrieben. Dieselben bieten eine gewisse Analogie mit den eben besprochenen Dingen, insofern als sie auch durch Zellen gebildet werden, welche durch Aufnahme von Flüssigkeit degenerieren, während die Kerne zu Grunde gehen.

Dotterkerne, Pseudonuclei. Hier lässt sich nun füglich noch die Beschreibung von kernähnlichen Protoplasmaklumpchen in den Eiern anreihen, welche zwar auch insofern abnorme Erscheinungen

⁴⁰⁾ Flemming. Studien über Regeneration der Gewebe. Arch. für mikr. Anat. XXIV, pag. 378, Taf. XIX, Fig. 32—36.

sind, als sie bei verhältnismässig sehr wenig Tieren auftreten und auch hier nur in einzelnen Eiern sich vorfinden, von welchen aber nicht behauptet werden soll, dass sie Zeichen einer Degeneration der mit ihnen angefüllten Eier seien und dass diese infolgedessen funktionslos d. h. nicht befruchtungsfähig seien. Diese Dotterkerne finden sich immer in sehr grosser Anzahl (Fig. 21, $\frac{60}{1}$) und erscheinen in den meisten Fällen als kugelige, scharf umschriebene, wie die Kerne dunkel gefärbte Ansammlungen von Protoplasma. Ihre Grösse ist ungleich, viele haben den Umfang der Kerne gewöhnlicher Eierstockszellen, aber stets sind auch die grössten beträchtlich kleiner als das Keimbläschen des Eies, in welchem sie liegen. Ausser kugeligen Dotterkernen trifft man solche von halbmondförmigem, länglichem oder ganz unregelmässigem Querschnitt, wobei dahingestellt bleiben mag, ob dies dem Einfluss der Reagentien zuzuschreiben ist. Mitunter sieht man neben Eiern mit ganz dunkel gefärbten Dotterkernen auf demselben Querschnitt ein oder ein paar andere, wo die Dotterkerne nur als kaum bemerkbare matte Flecken in regelmässigen Abständen durch den ganzen Dotter zerstreut sind, aber auch in solchen Präparaten sind an der Mehrzahl der Eier gar keine Einlagerungen wahrzunehmen. Das Vorkommen der Dotterkerne wurde schon in den allerjüngsten Eiern (Fig. 20, $\frac{600}{1}$) beobachtet; über ihre Entstehung aber gaben die Präparate keine Auskunft.

Würzburg, im Februar 1885.

Buchstabenerklärung.

- | | |
|---|---|
| <p><i>co</i> Stiel der Spermatide, welcher die Kommunikation zwischen dieser und dem Cytophor vermittelt.</p> <p><i>cph</i> Cytophor.</p> <p><i>d</i> Darm.</p> <p><i>di</i> Dissepiment.</p> <p><i>dk</i> Dotterkern.</p> <p><i>dp</i> Dotterpartikeln.</p> <p><i>dz</i> Degenerierte Zellen.</p> <p><i>e</i> Eierstock.</p> <p><i>ei</i> Ei.</p> <p><i>f</i> Fetteinlagerungen.</p> <p><i>fk</i> Kern im Stadium der Fadenmetamorphose (Karyomitose).</p> <p><i>fz</i> Fettig degenerierte Zellen.</p> <p><i>gk</i> Kern der Geschlechtszelle.</p> <p><i>gz</i> Geschlechtszelle.</p> <p><i>h</i> Hoden.</p> <p><i>k</i> Kern.</p> <p><i>ks</i> Kopfstück des Spermiosoms.</p> <p><i>kt</i> Kernteilung.</p> <p><i>m</i> Muskelzelle.</p> <p><i>me</i> Zellmembran.</p> <p><i>mi</i> Mittel- oder Verbindungsstück des Spermiosoms. In den Spermiosomen Bildungskörperchen des Schwanzfadens.</p> | <p><i>mk</i> Maulbeerförmiger Kern.</p> <p><i>n</i> Nebenkörperchen, später Nebenkern.</p> <p><i>np</i> Nahrungsprotoplasma.</p> <p><i>oe</i> Oeffnung an der Geschlechtszelle nach dem Abtrennen der Spermatogonie.</p> <p><i>p</i> Peritoneum.</p> <p><i>pi</i> Vom Peritoneum gebildeter Stiel des Hodens und Eierstockes.</p> <p><i>pr</i> Kurze protoplasmatische Anhängsel am Stiel der Spermatogonie.</p> <p><i>pro</i> Protoplasma der Spermatide.</p> <p><i>s</i> Segmentalorgan.</p> <p><i>sc</i> Spermiosocyt.</p> <p><i>sch</i> Schlauch, welcher die Membran vom schraubigen Teil des Kopfstückes bildet.</p> <p><i>sg</i> Spermatogonie.</p> <p><i>sgc</i> Spermiosogemme.</p> <p><i>sp</i> Spermiosom.</p> <p><i>std</i> Spermatide.</p> <p><i>t</i> Zellteilung.</p> <p><i>v</i> Vakuole.</p> <p><i>vk</i> Vielkernige Zelle.</p> |
|---|---|
-

Tafelerklärung.

Tafel XVI.

- Fig. 1. $\frac{90}{1}$. Seitlich von der Mittelebene geführter Sagittalschnitt. *d* Flachschnitte vom Darm. *s* Segmentalorgan, *di* $\frac{5}{6}$, *di* $\frac{7}{8}$ Dissepimente. *h* Hoden. *e* Eierstock.
2. $\frac{600}{1}$. Linker Eierstock einer ganz jungen lebenden Branchiobdella von der Bauchseite. *m* Die beiden Muskeln des Stieles. *p*, *p*₁ Peritoneaum. *di* $\frac{7}{8}$ Dissepiment.
- Fig. 3 bis 10 $\frac{200}{1}$.
3. Eierstock einer ganz jungen Branchiobdella. Pikrocarmin. *m* Kerne der Muskelzellen des Stieles.
4. Eierstock einer wenig älteren Branchiobdella. Alauncarmin. Am distalen Ende finden lebhafte Zellteilungen statt. Abschnitt vom Eierstock einer erwachsenen Br. Pikrocarmin. Einzelne Zellen am Rande desselben vergrössern sich, um zu Eiern heranzuwachsen, *ei*.
6. Ein Zipfel vom Eierstock einer erwachsenen Br. Alauncarmin. Im Innern befinden sich durch Aufnahme reichlicher Mengen von Flüssigkeit degenerierte Zellen *dz*. *ei* Normales junges Ei. Von letzterem und den normalen Eierstockszellen sind in dieser Zeichnung bloss die Umrisse und die Kerne wiedergegeben.
- Fig. 7—12 frisch, nach dem lebenden, durchsichtigen Tier gezeichnet.
7. Hoden einer eben ausgekrochenen Br. mit anhängenden fettig degenerierten Zellen *fz*.
8. Hoden eines etwas älteren Tieres. *p*₁ Peritoneaum, welches den Stiel und bei *p* eine schlauchförmige Verlängerung am distalen Ende des Hodens bildet. *fz* Verfettete Zellen. *gz* Geschlechtszellen. *sg* Spermato gonien.
9. Eierstock. Das hintere Ende besteht aus fettig entarteten Zellen *fz*.
10. *e* Eierstock. *di* Dissepiment $\frac{9}{10}$. (Der Eierstock liegt hier ausnahmsweise weit nach hinten). *fz* Fettig degenerierte Zellen.
11. $\frac{600}{1}$. Ein Stück der Gefässschlinge des Eierstocksegmentes mit ansitzenden Zellen.
12. $\frac{20}{1}$. Ahtes Segment einer geschlechtsreifen lebenden Br. Ein Ei tritt unter dem Druck des Deckgläschens durch den Genitalspalt aus (*ei*). *d* Darm. Das Kopfende des Tieres liegt nach rechts.

Fig. 13. $\frac{200}{1}$. Alauncarmin. *dz* Eine jener Zellen, welche später durch Aufnahme grosser Mengen von Flüssigkeit degenerieren. Sie enthält ausnahmsweise zwei Kernkörperchen.

Fig. 14 bis 19 $\frac{600}{1}$; frisch, im lebenden Tier.

14. Hoden, *h*, einer ganz jungen Br. *di* $\frac{5}{6}$, *di* $\frac{6}{7}$ Dissepimente. *dp* Dotterkugelchen. *fz* Degenerierte Zellen. *p* Peritonaeum.
 15. Im Hodensegment am Dissepiment $\frac{6}{7}$ nahe der Bauchwand angeheftete Zellgruppe. *p*₁ Stiel. *sg* Spermatogonien. *fz* Verfettete Geschlechtszellen.

Fig. 16–19. Bei ganz jungen Br. im 7. Segment gefunden.

16. Zellgruppe, welche am vorderen Dissepiment des siebenten Segmentes angeheftet war.
 17. Am hinteren Dissepiment des 7. Segmentes angeheftete Zelle.
 18. Im 7. Segment freischwimmende Zellgruppe.
 19. Desgl.

Fig. 20–22 von erwachsenen Tieren. Alauncarmin.

20. $\frac{600}{1}$. Ganz junges Ei mit Dotterkernen *dk*.
 21. $\frac{60}{1}$. Halbreifes Ei, durch den Druck der benachbarten Eier von unregelmässiger Form. (Längsdurchmesser 0,26 mm, Querdurchmesser 0,21 mm.) Im Innern das Keimbläschen und zahlreiche Dotterkerne, die im Durchschnitt 0,015 mm gross waren.
 22. $\frac{600}{1}$. *vk* Vielkernige Zellen zwischen normalen Zellen des Eierstockes. Die grösseren messen etwa $0,05 \times 0,03$ mm. *kt* Kernteilung.
 23. Schema für die Ablösung der Spermatogonie vom Hoden. *gz* Geschlechtszellen. *oe* Öffnung, welche an diesen bei der Abtrennung der Spermatogonie entsteht. *sg* Am Hoden sitzende, *sg*₁ abgelöste Spermatogonie. *sc* Spermatocyten. *cph* Cytophor.
 24. Schema für die Bildung der Samenfädenknäuel. *gz* Geschlechtszelle. *me* Stark wachsende Membran derselben. *gk* Neuer Kern der Geschlechtszelle. *sg*_e Spermatogemme. *std* Spermatide. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 23.

Fig. 25–29. $\frac{600}{1}$. Alauncarmin.

25. Schnitt von $\frac{1}{100}$ mm durch den Hoden einer ganz jungen Br. Maulbeerförmige Kerne.
 26. Desgl. von einem wenig älteren Tiere. *fk* Teilung eines Kernes durch Fadenmetamorphose. *k* Kern einer frisch geteilten Zelle.
 27. Schnitt durch den Eierstock einer jungen Br. *mk* Maulbeerförmige Kerne. In der Zelle *fk* scheinen sich die Chromatinkörnchen zu Fäden anzuordnen.

Fig. 28 und 29 aus dem Eierstock erwachsener Tiere. Alauncarmin.

28. Vielkernige verfettete Zelle (0,030 mm). Der abgeplattete, isoliert liegende Kern mass 0,006 mm in der Länge und 0,002 mm in der Dicke.
 29. Eine 0,022 mm grosse degenerierte Zelle. Der Kern aufgelöst in ein Konglomerat von unregelmässig angeordneten und ungleich grossen Fäden.

Tafel XVII.

Mit Ausnahme der Fig. 34 und 35 ($\frac{125}{1}$) sind alle Figuren dieser Tafel bei 600facher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 30–32 nach dem lebenden, durchsichtigen Tier.

Fig. 30. Hoden einer ganz jungen Branchiobdella von der Bauchseite. *gz* Geschlechtszellen. *p* Peritoneum, welches bei *p*₁ den Stiel des Hodens bildet. *di* Dissepiment $\frac{5}{6}$ mit den optischen Querschnitten zweier Muskeln.

31. Hoden einer wenig älteren Br., in der Seitenlage des Tieres gezeichnet. *di* $\frac{5}{6}$ Ein Muskel des Dissepimentes in der Längsansicht. Der Stiel des Hodens ist hier nicht zu sehen. *sg* Spermatogonie, in Ablösung begriffen. *sg*₁ Eine solche nach dem Freiwerden. *pr* Protoplasmatische Anhängsel am Stiel der Spermatogonie. *oe* Stelle, an welcher sich eine Spermatogonie von dieser Zelle abschnürte.

32. Hoden einer mit der vorigen gleichalterigen Br. von der Bauchseite. *sc* Spermatogonie nach ihrer Teilung in zwei Spermatocyten. Die übrigen Bezeichnungen wie vorher.

33. Hoden einer erwachsenen Br., isoliert und frisch in indifferenten Zusatzflüssigkeit untersucht. *sg* Zahlreiche in Ablösung begriffene Spermatogonien. *t* Eine solche in Teilung.

34 und 35. $\frac{125}{1}$. Alauncarmin. Streckung der Spermatosomen. Je nachdem dabei der gefärbte kegelförmige Teil *k* des Kopfstückes oder der ungefärbte Nebenkern *n* am Cytophor *cph* hängen bleibt, bieten sie das in Fig. 34 oder das in Fig. 35 dargestellte Bild.

Fig. 36–52 nach frischen Präparaten.

36 bis 38. Reife Spermatosomen von verschiedenen alten Branchiobdella astaci, in indifferenten Untersuchungsflüssigkeit.*)

39. Reifes Spermatosom von *B. hexodonta*.

Fig. 40–52 Spermatozomen im frischen Zustande. Fig. 40–45 von jungen, noch nicht geschlechtsreifen Tieren. Fig. 46 von einem geschlechtsreifen, aber erst halb erwachsenen. Fig. 47–52 von erwachsenen Tieren.

40. Spermatogonie, in Zweiteilung begriffen. Salzlösung. *cph* Cytophor. Dieses Stadium bildet den Uebergang zwischen den in Fig. 32 mit *sg*₁ und *sc* bezeichneten.

41. Selten vorkommende platte Doppelzelle. Nach einem ganz jungen lebenden Tier.

42. Teilungsstadium. Salzlösung.

43. Vierzellige Spermatozome. Frisch im lebenden Tier.

44. „ „ „ Nach längerem Verweilen in Salzlösung sind die Kerne und Nebenkörperchen sichtbar geworden.

45. Achtzellige Spermatozome. Im lebenden Tier. Die platten Zellen liegen in einer Ebene und schliessen dicht aneinander, sodass ihre Grenzen nicht überall deutlich hervortreten.**)

*) In Fig. 38 sind aus Versehen die Windungen des Kopfstückes zu eng dargestellt.

**) Vergl. die Anmerkung Seite 336.

Fig. 46. Spermatogemme mit nur 32 Spermatiden. In einem jungen, ganz durchsichtigen Tier beobachtet. Man konnte die Schwanzfäden bis zu den Bildungskörperchen *mi* verfolgen. Dieselben liegen dicht am Kern. Ausser diesem befindet sich in den Spermatiden noch ein zweiter runder Körper von gleicher Grösse, der Nebenkern. *cph* Cytophor. Bei diesem ganz jungen Tier waren die Schwanzfäden etwas länger als der Längsdurchmesser des Hodensegmentes, daher zeigten sich ihre Enden umgebogen.

47 bis 51. Spermatogemmen von erwachsenen Tieren.

52. Spermatogemme mit vielen Spermatiden, welche den Cytophor ganz verdecken. Beginn der Umwandlung in Spermiosomen.*) Die hervorstwachsenden Schwanzfäden sind anfangs nach allen Seiten hin gerichtet. Erst später legen sie sich alle nach einer Seite wie in Fig. 46.

Fig. 53—55. Kernteilungsfiguren von Spermatoeyten. Alauncarmin.

53. Achtzellige Spermatogemme. Die achte Zelle wurde durch den Cytophor verdeckt und ist in der Zeichnung nicht wiedergegeben.

54. Spermatoeyt von einer achtzelligen Spermatogemme. Knäuelform des Kernes. Um denselben ein heller Hof. *n* Nebenkörperchen.

55. Von einer vierzelligen Spermatogemme. Das Nebenkörperchen ist nicht zu sehen.

Fig. 56—58. Pikrocarmin.

56. Zweizellige Spermatogemme mit in Teilung begriffenen Spermatoeyten.

57. Vierzellige Spermatogemme. Die Teilung des Nebenkörperchens erfolgt vor der Kernteilung.

58. Vierzellige Spermatogemme. Auch die Kerne geteilt.

59. Spermatide aus einem Schnitt von $\frac{1}{200}$ mm Dicke durch das Hodensegment. Alauncarmin. *k* Kern, welcher in Umwandlung zum kegelförmigen Stück begriffen ist. Dunkel gefärbte peripherische Zone, Mitte ungefärbt. *n* Nebenkern, welcher nur äusserst schwache Färbung annimmt.

60 bis 65. Umwandlung des Kernes in den hinteren, kegelförmigen Teil des Kopfstückes.

66. Cytophor aus einem Schnitt von $\frac{1}{200}$ mm Dicke. In demselben ist durch Alauncarmin ein Netzwerk von Protoplasmabalken sichtbar geworden. *v* Vakuole. Daneben eine kleine, welche in der Dicke des Schnittes liegt.

67. Spermatoeyt nach eben beendigter Achtteilung der Spermatogemme. Frisch. Der Kern ist noch klein, dicht an ihm das Nebenkörperchen. Fig. 68—70. Mit Alauncarmin gefärbte Spermatoeyten.

68. Von einer 16-zelligen Spermatogemme. Nebenkörperchen in Teilung begriffen. In den meisten der übrigen 15 Spermatoeyten waren die Nebenkörperchen noch rund.

*) Die Nebenkörperchen und die Bildungskörperchen der Schwanzfäden (vergl. Fig. 113, *n* und *mi*) waren an diesem Präparat kaum zu erkennen. Die ersteren sind vom Lithographen zu dunkel und zu scharf konturiert dargestellt, die letzteren übersehen worden. Da Fig. 52 nur das Gesamtbild einer Spermatogemme geben soll, so stört dieser Fehler weiter nicht.

- Fig. 69. Von einer achtzelligen Spermatogemme. Zwei Nebenkörperchen. Kern noch ungeteilt.
70. Von einer 12-zelligen Spermatogemme. Desgl. Auch die 11 übrigen Zellen schienen schon sämtlich zwei Nebenkörperchen zu haben.
Fig. 71—74. Isolierte Spermatiden. Frisch.
71. Der hier nur in seinem oberen Teile dargestellte Schwanzfaden lässt sich bis zu seinem Bildungskörperchen *mi* (dem späteren Mittel- oder Verbindungsstück verfolgen). Neben dem Kern *k* liegt das etwas herangewachsene Nebenkörperchen *n*.
72. Das Nebenkörperchen ist zum Nebenkern *n* herangewachsen. *mi* wie in Fig. 71.
73. Ausser Kern und Nebenkörperchen finden sich in der Spermatide kugelige Massen von Nahrungsprotoplasma *np*. *mi* scheint das Bildungskörperchen des Schwanzfadens zu sein, doch liess sich derselbe, da er unter der Zelle hinweg verlief, nicht bis hier heran verfolgen.
74. Wie Fig. 73. *n* Nebenkern. Der Schwanzfaden ist hier gleichfalls weggelassen.
75. Stück eines Cytophors nach Behandlung mit Osmiumsäuredämpfen. Die Spermatiden waren zum Teil beim Präparieren abgerissen. Man sieht die Vertiefung, in welcher eine derselben sass.
76. Ein entsprechendes Bild aus einem Schnitt von $\frac{1}{200}$ mm Dicke.
77. Stück eines Cytophors, wie Fig. 75 behandelt. Die Spermatide steht mit ihm durch einen kurzen Stiel *co* in offener Kommunikation.

Tafel XVIII.

Mit Ausnahme der Fig. 111 und 112 ist auch hier alles bei 600facher Vergrößerung gezeichnet. Doch sind aus Versehen die degenerierten Samenelemente Fig. 78—110 ein wenig kleiner in der Zeichnung ausgefallen als die normalen, Fig. 113 und fgde.

Fig. 78—84, Degenerierte Zellen von eben ausgekrochenen Tieren. Fig. 78—82, im lebenden Tier beobachtet. Fig. 83 und 84, isoliert und in indifferenten Zusatzflüssigkeit untersucht.

- Fig. 78. Von einer ganz jungen Branchiobdella (var. *astaci*). Zwei Kerne, *k*.
79. Von einer ganz jungen B. (var. *heterodonta*). Drei Kerne. Die dunklen Punkte stellen Fettpartikeln dar.
80. Von derselben B. *astaci* wie Fig. 78. *v* Vakuole. Neben dem oberen Kern liegen drei kugelige Körper von demselben Glanz und Aussehen wie die Kerne.
81. Von demselben Tier. Um den Kern *k* ein mit farbloser Flüssigkeit gefüllter Hof. *v* Vakuolen. Die feinen Striche der Zeichnung stellen Falten der Zellmembran dar.
82. Von einer jungen B. *parasita*. Ein Kern und eine Vakuole. Zellhaut faltig.
83. Aus einer jungen B. *hexodonta*. Isoliert, frisch untersucht. Kern von unregelmässiger Gestalt. Um ihn ein heller Hof. Die Zellmembran ist äusserst zart. Man sieht nur die stärkeren Falten derselben, sodass es den Eindruck macht, als ob feine Fasern von der Zelle ausgingen.
84. Aus demselben Tier. Zelle mit stark faltiger, dicker Membran, welche den Inhalt verdeckt.

Fig. 85—87 von etwas älteren Tieren.

- Fig. 85. Von *B. astaci*. Im lebenden Tier. Deutlicher Kern und faltige Membran. Durch die Bewegungen der Leibesflüssigkeit wurde die Zelle hin und her getrieben, wobei sich zeigte, dass sie stark abgeplattet war (β Ansicht von der Seite).
86. Von *B. heterodonta*. Isoliert. Frisch untersucht. Grosser Kern von 0,025 mm Durchmesser. Neben in ein rundes Körperchen n von 0,005 mm Grösse, welches an das Nebenkörperchen der Spermatogonien erinnert. Es unterschied sich in Färbung und Lichtbrechungsvermögen deutlich von den gelbl. Fetttropfchen f . Aehnliche Zellen wurden öfters gefunden.
87. Von *B. astaci*. Isoliert. Nach kurzer Einwirkung von Osmiumsäuredämpfen. k Kern, 0,015 mm. Ueber ihm ein gelber Körper von 0,010 mm im kürzesten, 0,015 im längsten Durchmesser. Die ganze Zelle 0,025 mm.
88. Von einer geschlechtsreifen *B. astaci*. Osmiumsäuredämpfe. Viele Kerne und ein grösserer dunkler Körper. Zahlreiche dunkelgelbe Fetttropfchen.
89. Zweizellige Spermatogemme von einer lebenden jungen *B. parasita*. Die Spermatoocyten mit warzenförmigen Anhängseln.
90. Aus einer jungen *B. astaci*. Isoliert, frisch in indifferenten Flüssigkeit. Die untere, verfettete Hälfte war dunkelgelb gefärbt.
91. Von *B. astaci*. Aus der unverdünnten, durch Anstechen der Leibeshöhle entleerten Samenflüssigkeit. Deutlicher Kern. Die faltige Zellmembran ist vom Protoplasma abgehoben.
92. Von einer geschlechtsreifen *B. hexodonta*. In der durch Zusetzen von Salzlösung verdünnten Samenflüssigkeit.
93. Von einer erst halb erwachsenen, aber geschlechtsreifen *B. parasita*. Nach dem lebenden Tier gezeichnet. Aufgeknäuelte Schwanzfäden. v Vakuolen.
- Alle folgenden Figuren von erwachsenen Branchiobdellen.
94. Degeneriertes Samenfädenknäuel. Die schnurförmigen Reihen von dunkel pigmentierten Fetttropfchen sp entsprechen jedenfalls verfetteten Spermatosomenköpfen.
95. Vier Kerne aus einem Knäuel.
96. Langgestrecktes Knäuel. n Nebenkern.
97. Degenerierte Spermatide mit gefärbtem Kern und ungefärbtem Nebenkern.
98. (Normales Bildungsstadium). Spermatosom im Stadium der Fig. 132, zum Teil noch aufgeringelt (β). Daneben ein beim Präparieren abgerissener Nebenkorn (α). Die Stelle, wo der Schlauch sich an ihn ansetzt, ist als ein runder, heller Fleck zu erkennen.
- Fig. 99—111. Degenerierte Knäuel.
99. Frisch, in indifferenten Flüssigkeit. In der Mitte der Cytophor. An ihm sitzen die Spermatiden std . Das Ganze ist von einer zarten Membran me umgeben, welche auf der einen Seite noch deutlich sichtbar ist.*) f dunkelgelbe Fetteinlagerungen, ausserdem zahlreiche stark lichtbrechende Fettkügelchen.

*) Der doppelte Kontur an der mit me bezeichneten Stelle ist ein Versehen des Lithographen.

- Fig. 100. Nach Einwirkung von Osmiumsäuredämpfen. Cytophor mit Vakuolen. Die zahlreichen kugeligen Körper sind Nebenkern. An dem mit *n* bezeichneten sieht man nach unten zu den umgebildeten Kern ansitzen (entspricht etwa dem normalen Stadium, Fig. 119). Die übrigen sind isoliert. *ko* ein ausgebildetes Kopfstück.
101. Schwach mit Pikrocarmin gefärbtes Präparat. *k* Kern, welcher wahrscheinlich dem Kern der Geschlechtszelle entspricht. Der Cytophor färbt sich ebenfalls, aber schwächer wie der Kern und wurde hier schwarz gelassen. Grössere Fettsammlungen *f* und zahlreiche kleine Fettkügelchen.
102. Schwache Einwirkung von Osmiumsäuredämpfen. Ein vollständig ausgebildetes Spermiosom. *n* Nebenkern. *k* Kern. Geringe Fetteinlagerungen, welche als feine Punkte erscheinen.
103. Oben drei noch nicht ganz fertig ausgebildete Spermiosomen mit anhängendem Nebenkern.
104. Hier sind ausnahmsweise die Schwanzfäden nicht aufgekäuelt, sondern stehen als ein Büschel hervor. In Wirklichkeit waren dieselben etwa noch einmal so lang als sie in der Zeichnung dargestellt sind. Cytophor *cph* mit Vakuolen.
105. Ausnahmsweise spindelförmig gestaltetes Spermiosom von einer *B. astaci*.
- 106—110 stellen das Verhalten des Kernes der Samenfädenknäuel dar. Fig. 107 Teilung.
111. $\frac{150}{1}$. Zusammenhängende Knäuel. *cph* Cytophoren. *ko* Kopfstücke von Spermiosomen.
112. $\frac{900}{1}$. Untere Hälfte des Kopfstückes und Mittelstück *mi* eines normalen reifen Spermiosoms.
- Fig. 113—115. Normale Entwicklung der Spermiosomen.
113. Zwei Spermiosomen am Cytophor. Ausser dem Kern sieht man in ihnen das Nebenkörperchen *n* und das Bildungskörperchen des Schwanzfadens *mi*. Die linke Zelle zeigt letzteres im Profil. Ein Zusammenhang zwischen Kern und Schwanzfaden ist nicht zu erkennen.
- Die folgenden Spermiosomen waren isoliert, d. h. beim Präparieren vom Cytophor abgefallen. (Als Färbemittel wurden Pikrocarmin und Alauncarmin benutzt, in den Zeichnungen aber aus technischen Gründen die gleiche Färbung für alle gewählt).
- 114—117. Heranwachsen des Nebenkörperchens zum Nebenkern. Der Kern allein färbt sich. *mi* Bildungskörperchen des Schwanzfadens. In Fig. 115 und 116 war dieses und ebenso auch der feine Schwanzfaden in Fig. 114 bis 117 nicht deutlich zu erkennen, weshalb sie in den Zeichnungen weggelassen wurden. (Die Schwanzfäden der Fig. 113 sind in ihrer ganzen Länge, die der Fig. 118 bis 135 verkürzt dargestellt.) Seitlich von Kern und Nebenkörperchen befindet sich in den Zellen stark lichtbrechendes Protoplasma.
118. Der Nebenkern hat seine volle Grösse erlangt.

Fig. 119, 120. Ansicht von der Seite und von oben. Der Kern ist eiförmig geworden und verwandelt sich in den hinteren Teil des Kopfstückes. In der Zelle aufgerollt liegt der schraubig gewundene Schlauch, welcher später die Membran des vorderen Teiles vom Kopfstück bildet.

121, 122. Kern schlank, kegelförmig. Neben ihm der regelmässig aufgewundene Schlauch.

123—131. Durch den Druck des Deckgläschens gesprengte Spermatiden, *sch* Schlauch. *pro* Protoplasma der Zelle.

132—135. Vom Cytophor abgefallene Spermatozoonen. Der Inhalt des Nebenkernes dringt in den Schlauch ein. *mi* Mittelstück.







