

DIE SPERMEN DER AMPHIBIEN.

Taf. XVI—XXVII.

Die Spermien der Amphibien sind schon oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, und zwar sowohl die der Urodelen als die der Batrachier. Hierzu haben offenbar teils ihre nicht selten auffallende Grösse, die ihr Studium leichter machte, teils auch ihre in mancher Beziehung eigentümlichen Bauverhältnisse, durch deren Erkenntnis man hoffte, weiter in die Geheimnisse der Spermienstruktur überhaupt eindringen zu können, beigetragen. Auch erwies sich besonders bei den Urodelen die Härtung und Präparation verhältnismässig leicht.

Infolgedessen gehören die Amphibienspermien zu den bekanntesten. Eine erneuerte Untersuchung derselben erschien auch von vorn herein wenig verheissend. Ich habe schon im J. 1881 über die Spermien des Salamanders eine Mitteilung veröffentlicht und seitdem nur selten Zeit gehabt, auf diesem Gebiete die Studien fortzusetzen. Indessen fand ich es im Zusammenhang mit meinen neuen Untersuchungen über die Spermien der Evertibraten angezeigt, mit den in jüngster Zeit noch mehr verbesserten Mikroskopen den Spermien der Amphibien ein möglichst umfassendes Studium zu widmen. Das Beschaffen des gewünschten Materials bereitete aber in mehrfacher Hinsicht bedeutende Schwierigkeiten, und mehrere interessante Tierarten, deren Untersuchung ich geplant hatte, waren nicht mit reifen Spermien aufzutreiben. So z. B. untersuchte ich vergebens eine ganze Reihe lebendig eingekaufter grosser Exemplare von *Proteus*, ferner auch von *Chioglossus*, *Necturus*, *Menopoma* und *Discoglossus*. Infolgedessen ist meine Untersuchungsreihe nicht so reich geworden, als ich beabsichtigte. Da ich aber schon seit Jahren nicht mit dieser Untersuchung weiter kommen konnte und auch die Tafeln schon lange fertig liegen, will ich die Veröffentlichung nicht mehr aufschieben.

Die von mir in Bezug auf die Spermien eingehender studierten Tiere sind folgende:

<i>Urodelen:</i>	<i>Batrachier:</i>
Siredon pisciformis,	Rana esculenta,
Molge (Triton) viridescens,	Pelobates fuscus,
Molge (Triton) cristata,	Alytes obstetricans,
Molge (Triton) alpestris,	Bombinator igneus,
Molge (Triton) pyrrhogastra,	Bufo vulgaris,
Molge (Triton) vulgaris var. meridionalis,	Callula pulchra,
Salamandra maculosa,	Hyla arborea.
Pleurodeles Waltlii,	
Spelerpes fuscus.	

Da die Spermien dieser verschiedenen Tiere in mancher Hinsicht so verschiedene Formtypen zeigen, lohnt es sich nicht zu versuchen, hier eine für die ganze Amphibienklasse geltende historische Übersicht der bisherigen Untersuchungen ihrer Spermien zu geben. Solche Übersichte sind für die einzelnen Abteilungen schon mehrmals veröffentlicht worden, z. B. von v. SIEBOLD (1850), von E. BALLOWITZ (1890), so dass ich diesmal darauf verzichte, dies ausführlich zu tun, weshalb ich hier nur die nötigsten historischen Angaben anführen will, und zwar bei den Batrachiern jede für sich bei den verschiedenen Formen. Da die Spermien der Urodelen in mancher Beziehung einander sehr ähnlich gebaut sind, können sie in dieser Hinsicht gemeinsam besprochen werden.

A. Die Spermien der Urodelen.

Bekanntlich sind die Spermien der Urodelen von einer ganzen Reihe von Forschern untersucht worden, von SPALLANZANI (1777), PRÉVOST und DUMAS (1821), MAYER (1836), R. WAGNER (1837), DUJARDIN (1838), POUCHET (1847), DUVERNOY (1848), CZERMAK (1849) an. Gerade dieser letztgenannte Forscher hat eine besonders genaue Beschreibung der Spermien einer Urodele, *Salamandra atra*, gegeben, welche als grundlegend bezeichnet werden kann. Nachdem AMICI und POUCHET, von einander unabhängig, den undulierenden *Saum* an dem Schwanz des Urodelen-spermiums erkannt hatten, stellte CZERMAK fest, dass die Spermien von *Salamandra* aus *Kopf*, *Mittelstück* und *Schwanz* bestehen; der lange, schmale Kopf, sagt er, verjüngt sich gegen sein freies Ende und läuft ziemlich plötzlich in ein ungemein feines Stielchen aus, welches fast immer ein kleines Knöpfchen trägt oder mit kaum sichtbarer Spitze endigt; der Schwanz ist länger als der Kopf und besteht aus einem *Hauptfaden* und einem *accessorischen Gebilde*; am Hauptfaden sind drei Abschnitte zu unterscheiden: das *Kopffende*, welches ebenso dick ist wie die Basis des Kopfes und von ihm durch einen Querstrich nur undeutlich abgegrenzt ist; es geht durch einen plötzlichen Absatz in das viel dünnere, aber mehr als zwei Drittel der ganzen Schwanzlänge betragende *Mittelstück* über, und dieses hängt nach einer Verjüngung mit dem letzten dünnsten Teil, dem *Endstück*, zusammen, das stumpf endigt; das *accessorische Gebilde* ist eine überaus dünne Membran, die sich von dem Verbindungspunkt zwischen Kopfstück und Mittelstück des Schwanzes erhebt und an der Rückenseite des Hauptfadens festsetzt, während der zweite, etwas verdickte Rand in einer Wellenlinie hin und her gebogen frei absteht und, am hinteren Schwanzende verjüngt, als zarter Ausläufer dasselbe überragt.

SCHWEIGGER-SEIDEL (1865) rechnete dann den von CZERMAK als *Kopfstück* des Schwanzes beschriebenen Teil zum Kopfe und bezeichnete ihn als *Mittelstück* des Samenfadens.

Um die hierdurch entstandene Konfusion zu vermeiden, schlug ich bei meiner Beschreibung (1881) dieser Spermien folgende Einteilung vor: das *eigentliche Kopfstück* mit dem *Spiess*, sowie am *Schwanz* das *Verbindungsstück* (das Kopfstück des Schwanzes von CZERMAK, das Mittelstück des Kopfes von SCHWEIGGER-SEIDEL), das *Hauptstück* (das Mittelstück von CZERMAK) und das *Endstück*; ferner die *Flossenmembran* und ihr *Randfaden*, deren Fasernatur von HENEAGE GIBBES (1879) erkannt und von FLEMMING (1880) bestätigt war. Von diesen Teilen gab ich dann eine eingehendere Beschreibung; v. a. zeigte ich, dass der *Spiess* bei *Salamandra maculata* ein besonderes Element bildete, welches sich als ein starrer Faden im Inneren der Kopfsubstanz eine Strecke nach hinten fortsetzte, und sich schliesslich der Wahrnehmung entzog; bei der Eintrocknung in Wärme schwoh die Kopfsubstanz an, der *Spiess* aber nicht. Der *Spiess* ist übrigens mit einem Widerhaken versehen. Auch zeigte ich u. a., dass das Verbindungsstück mit einer vorderen gewölbten Endfläche in das Hinterende des Kopfes hineintritt.

LEYDIG gab dann (1883) eine im ganzen hiermit übereinstimmende Darstellung der Spermien von *Triton*; doch ist in seinen Abbildungen der Randfaden zu weit nach vorn, auf das Verbindungsstück hinaufgehend, gezeichnet.

Gegen diese letztere Tatsache bei *Triton*-Spermien äusserte sich JENSEN (1886)¹⁾, und ich finde bei genauerem Studium seiner Mitteilung die Angabe, dass der Randfaden vorn in einen stark lichtbrechenden Knopf endet; ja das Vorderende stösst nicht einmal direkt an das Verbindungsstück, sondern ist davon durch einen sehr kleinen, klaren Zwischenraum getrennt. Weil JENSEN keinen Spiralfaden um das Verbindungsstück bemerken konnte, schloss er, »dass das Verbindungsstück der Urodelen nicht homolog sei mit dem Verbindungsstück bei den Säugetieren und Vögeln. Wären sie homolog, müsste sich auch ein durch das Verbindungsstück der Samenkörper vom Triton gehender Axenfaden finden, aber ein solcher konnte ebensowenig beobachtet werden.«

In seinen »Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen« vom J. 1890 widmete E. BALLOWITZ²⁾ den urodelen Amphibien eine besondere Abteilung und gab über die Spermien der von ihm studierten Tiere (*Salamandra maculosa*, *Triton cristatus*, *Triton alpestris*, *Triton taeniatus*, *Triton helveticus*, *Triton marmoratus*, *Siredon pisciformis*) eine allen gemeinsame Beschreibung. Diese stimmt im ganzen mit der meinigen von *Salamandra* überein. Er hatte aber den *Spiess* nicht wie ich im Inneren der Kopfsubstanz, sondern an der Oberfläche derselben verlaufend gefunden; diesen Teil sah er ferner aus einem resistenten Innenkörper und einem Mantel bestehen, dem auch der Widerhaken angehöre. Weil BALLOWITZ im Verbindungsstück eine Achsenfadenbildung bemerkte, konnte er

¹⁾ O. S. JENSEN, *Über die Struktur der Samenkörper bei Säugetieren, Vögeln und Amphibien*. Anatomischer Anzeiger, I. Jahrg. (1886) Nr 10.

²⁾ E. BALLOWITZ, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen*. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XXXVI, 1890.

sich der Ansicht JENSEN's hinsichtlich der Homologisierung dieses Stückes nicht anschliessen, wenn er auch zugeben musste, dass die Struktur desselben von derjenigen bei den Säugetieren und gewissen Vögeln in sehr beachtenswerter Weise abweicht. Neben dem Hauptfaden der Spermien sah er bei manchen Tritonen einen noch schmälern »Nebenfaden«. Die undulierende Membran ist bei verschiedenen Tierarten verschieden breit. Der Randfaden ist überall scharf abgesetzt, und an seiner Innenseite hebt sich sehr scharf die Zwischenmembran ab, aber neben dem Rande des Randfadens sah er ausserdem eine fast fadenartige protoplasmatische Verdickung der Membran, welche nach hinten hin undeutlicher wird; das von JENSEN bei Triton taeniatus erwähnte vordere Knöpfchen des Randfadens sah auch BALLOWITZ, nämlich bei Triton cristatus. Bei *Salamandra* läuft der Randfaden an dem Endstück vorbei und von ihm getrennt hinten frei aus (CZERMAK, RETZIUS); die Flossenmembran setzt sich aber zwischen ihnen bis zum Hinterende des Endstücks fort; deshalb kann nach BALLOWITZ das Endstück nicht einfach der entblösste Achsenfaden sein.

Bei *Triton* sah er dagegen, wie LEYDIG, das Hinterende des Hauptfadens als feines blasses Endstück abgesetzt, welches sich nach hinten allmählich zu einem sehr feinen, blassen Faden verjüngt, der wesentlich dünner und feiner als der Randfaden ist; beide Fäden treten dann unter einem spitzen Winkel, das abgeschlossene Ende der Membran zwischen sich fassend, zusammen, so dass hier eine wirkliche Verbindung der beiden Fäden stattfindet. »Ob nun aber,« sagt er, »das dünne Ende der Hauptfaser bis in die äusserste Geisselspitze reicht, oder früher aufhört, vermag ich nicht zu sagen«.

Bei *Siredon* gestaltet sich nach BALLOWITZ der Bau des Geisselendes komplizierter. Auch hier verschmälert sich allmählich die Hauptfaser, um dann mit der Randfaser in Verbindung zu treten; »einen deutlichen Absatz, mit welchem die Verschmälerung beginnt, habe ich«, sagt er, »indessen nicht wahrnehmen können«; gleichzeitig erhebt sich auf der einen Seite der Hauptfaser in einiger Entfernung vom hinteren Rande ein zarter, saumartiger, dem Mantel der Hauptfaser angehöriger Kamm, der »Steuersaum« oder »Kielsaum«, welcher kurz vor der Vereinigung der Randfaser mit der Hauptfaser schräg abgestutzt aufhört. Das letzte Ende der vereinigten Fasern stellt sich als ein feines, kurzes, blasses, gerades Fädchen dar, welches BALLOWITZ als eigentliches »Endstück« bezeichnet und für die frei ausragende Spitze des Achsenfadens hält; bei *Siredon* würde also das einfache Geisselende von dem Randfaden und dem Achsenfaden gebildet sein, also anders als bei *Salamandra*.

Über den inneren Bau der Spermien der Urodelen gab die Fäulnismazeration einigen Bescheid; der Mantel des Achsenfadens zerfiel dadurch der Quere nach und bröckelte ab, später wird die ganze Umhüllung aufgelöst, so dass der letztere freiliegt. Vorher zeigte sich zuerst eine feine Querstreifung; ob es sich aber hier um eine Spiralbildung handelt, liess sich nicht entscheiden. Reste des Nebenfadens waren als der Quere nach gebrochene Segmente vorhanden; aus allem ging hervor, dass dieser Faden als Teil der Hülle anzusehen ist. Der Achsenfaden zeigt sich, vom Mantel entblösst, ganz strukturlos, besitzt keinen faserigen Bau, ist aber vorn durch ein querliegendes Endknöpfchen abgeschlossen, welches bisweilen wie aus zwei Teilen zusammengesetzt erscheint und unterhalb des Achsenkörpers des Verbindungsstückes liegt, »so dass das letztere nicht mehr dem eigentlichen Achsenfaden zugesprochen werden kann«, obwohl es wahrscheinlich ihm ursprünglich angehört und sich von ihm später differenziert hat. Dagegen liess sich der Randfaden durch Mazeration nicht nur von der Flossenmembran ganz ablösen, sondern auch in zwei Fasern zerspalten, welche sich dann wieder noch in feinste Fibrillen (4—6) zerlegen lassen; da nur der Randfaden beweglich ist, hängt dies mit seiner fibrillären Zusammensetzung zusammen.

Ich habe diese Darstellung von BALLOWITZ so ausführlich referiert, weil sie die eigentlich einzige eingehende über den Bau dieser Spermien im fertigen Zustande ist und ich daher bei meiner eigenen Beschreibung derselben hier unten um so kürzer sein und auf die seinige hinweisen kann.

In der bedeutungsvollen Abhandlung v. BRUNN's¹⁾ über die Spermien bei Säugetieren und Vögeln bespricht der Verf. auch gelegentlich die Verhältnisse bei *Salamandra maculosa*; wie bei den Säugetieren fand er auch hier am Hauptstück des Schwanzes einen Achsenfaden, der von einem Protoplasmamantel umgeben ist, welcher letztere aber an dem Endstück fehlt; die Flossenmembran rechnet er auch als diesem Mantel angehörig.

Von den folgenden, die Spermien der Urodelen betreffenden Arbeiten behandeln die meisten die Entwicklung derselben; hier sollen besonders diejenigen von FLEMMING, HERMANN, BERTACHINI, MEVES und MAC GREGOR an-

¹⁾ A. VON BRUNN, Beiträge zur Kenntniss der Samenkörper und ihrer Entwicklung bei Säugethieren und Vögeln. Archiv f. mikroskop. Anatomie 23. Band, 1884.

geführt werden. Da aber in dieser Abhandlung die Spermatogenese nicht besonders besprochen wird, will ich aus diesen Mitteilungen nur die Angaben berühren, welche für das reife Stadium von besonderer Bedeutung sind. In seiner wichtigen Arbeit »Ueber Structur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra maculosa*» behandelt MEVES¹⁾ eingehender den von ihm in einer früheren Mitteilung schon vorher kurz berührten feineren Bau der Spermien von *Salamandra*. Er zeigte, am Querschnitt des Schwanzes, dass der Achsenfaden nicht rund, sondern hufeisenförmig gestaltet ist. Mit CZERMAK unterschied er eine Rückenseite und eine Bauchseite des Schwanzes, von denen die erstere die Flossenmembran trägt, und zwar in ihrer Rinne. Diese Membran gehört nicht der Mantelschicht an, sondern letztere bekleidet nur die konvexe Bauchseite. Das sog. Mittelstück besteht, auch bei den reifen Spermien, aus zwei Teilen, einem vorderen grösseren, von vorn und dorsal nach hinten und ventral abgechrägten und einem kleineren hinteren, jenem angelagerten Teil. Hinsichtlich der Entstehung dieser Teile des Mittelstücks wissen wir, dass sie sich aus dem schon von HERMANN beschriebenen Stäbchen und Ring entwickeln, die auch schon vorher (1895) von BÖHM und DAVIDOFF als Abkömmlinge eines Zentrosomas bezeichnet worden waren. Der Spiess entwickelt sich aus dem Sphärenbläschen. Von den beiden Zentralkörpern der Spermide ist bei den reifen Spermien der eine zu der grösseren Vorderpartie des Mittelstückes herangewachsen; der andere Zentralkörper ist zur Hälfte in die Bildung der kleineren Hinterpartie des Mittelstückes aufgegangen; die zweite von ihm abgspaltete Hälfte dagegen ist am Achsenfaden entlang bis zur Grenze zwischen Hauptstück und Endstück des Schwanzes gewandert.

Über die Spermatogenese von *Triton cristatus* hat BERTACHINI²⁾ eine Arbeit veröffentlicht, in der er auch einige Stadien schildert, welche nicht weit von der Reife entfernt sind. Es würde indessen zu weit führen, hier auf seine Ansichten näher einzugehen.

Über die Entwicklung der Spermien von *Amphiuma means* lieferte MAC GREGOR³⁾ eine interessante Mitteilung. Er folgte derselben durch die meisten Stadien bis zur Nähe der Reife und schilderte v. a. das Verhalten der Zentralkörper, resp. des Mittelstückes und des Spiesses (des Acrosomas). Von den reifen Spermien gab er zwar eine gute Abbildung, aber keine weitere Beschreibung. Die Form dieser Spermien ähnelt in hohem Grade derjenigen der verwandten Urodelen. Es scheinen aber das Endstück und der Randfaden schliesslich spitz zusammenzulaufen und von gleicher Länge zu sein. Auch scheint das Spitzenstück keinen Widerhaken zu besitzen.

BROMAN zeigte in einer schwedischen Schrift⁴⁾, dass die Differenz zwischen meiner und BALLOWITZ' Darstellung von der Entwicklung des Spiessstückes am Kopfe der Urodelen davon herrührt, dass wir verschiedene Tierarten untersucht hatten. Beide haben wir recht. Bei *Salamandra* setzt sich, wie ich beschrieben habe, der Spiessfaden in der Mitte der Kopfschicht fort; bei *Triton* geht der Faden, wie BALLOWITZ ihn darstellte, in der Kortikalschicht des Kopfes, etwa bis zur Mitte nach hinten hin. Ferner bemerkt BROMAN, dass der Haken des Spiesses nicht der eigentlichen Mantelschicht, sondern einer mehr oder weniger scharf umgebogenen Partie des Innenkörpers angehört.

In einer folgenden Arbeit⁵⁾ beschrieb BROMAN auch in der Entwicklung begriffene Riesenspermien vom Salamander sowie reife Spermien mit doppeltem Mittelstück und Schwanz.

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, hat man zwar bisher die Spermien einer Reihe von Urodelen, v. a. diejenigen von *Triton (Molge)*, *Salamandra*, *Amphiuma* und *Siredon*, untersucht, ihren Bau beschrieben, und bei ihnen einen gemeinsamen Typus gefunden, der im ganzen keine besonders bedeutenden Abweichungen

¹⁾ FR. MEVES, Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 50, 1897.

²⁾ P. BERTACHINI, Istogenesi dei Nemaspermi di *Triton cristatus*. Internat. Monatschr. f. Anat. und Physiol., Band 15, 1898.

³⁾ J. HOWARD MAC GREGOR, The Spermatogenesis of *Amphiuma*. Journal of Morphology. Suppl. to Vol. 15, 1899.

⁴⁾ I. BROMAN, Bidrag till kännedomen om Batrachiespermiernas byggnad. Lund 1900.

⁵⁾ I. BROMAN, Ueber Bau und Entwicklung von physiologisch vorkommenden atypischen Spermien. Heft 60 in der Merkel-Bonnet'schen Serie von Anatomischen Heften, 1902.

darbieten kann. Es wäre gewiss von nicht geringem Interesse, auch die Spermien mancher anderen Urodelenformen kennen zu lernen, v. a. von *Proteus*, *Necturus*, *Menopoma*, *Cryptobranchus* u. a.

Ich habe mich deshalb, wie oben schon angedeutet wurde, während der letzten Jahre vielfach bemüht, im Winter und Frühjahr erwachsene lebende Männchen dieser Tiere zur Untersuchung zu erhalten, und zwar teils durch Einkauf durch die Vermittlung der Tierhändler, teils durch eigene Reisen nach den Gegenden, wo die Tiere einheimisch sind. So z. B. habe ich, wie oben erwähnt, mehrere grosse *Necturus* und *Menopoma* eingekauft und geopfert, aber ohne Resultat; ich fand entweder nur Weibchen mit Eiern oder jüngere Männchen ohne Spermien. Ganz besonders bemühte ich mich, die Spermien von *Proteus* zu bekommen; nachdem ich eine Anzahl von diesen Tieren, die mir die Tierhändler verschafft, vergebens untersucht hatte, widmete ich im Frühjahr 1905 während einer Reise nach Istrien und Krain dieser Frage meine Aufmerksamkeit. Alle von mir dort eingekauften und untersuchten Exemplare von *Proteus* gaben nur negative Resultate: kein einziges mit ausgebildeten Hoden, noch weniger mit Spermien; ein einziges mit halb entwickelten Eiern! Von den mit dem Fange der Tiere beschäftigten Leuten erfuhr ich nur, dass man dort von der Entwicklung derselben nichts weiss; die Tiere sollen während der Brunstzeit sehr scheu sein und lassen sich nicht fangen. Wahrscheinlich sind die allermeisten, die man fängt, junge, nicht ausgewachsene Exemplare. Von den Larvenformen hatte man nichts mitzuteilen; sie scheinen in ihrem Heimatlande nicht weiter bekannt zu sein. Die Gelehrten hatten auch keine weiteren Nachrichten in dieser Beziehung zu geben. Indessen ist es offenbar schwer, frisch eingefangene Exemplare zu bekommen; die Leute, die sich diesem Geschäft widmen, halten die Tiere in grösserer Anzahl lange Zeit, Monate und halbe Jahre hindurch, in Wassergefässen, wo sie ohne Futter leben. Man weiss deshalb, wenn man sie kauft, nicht, wie lange sie so gelebt haben; dass aber dieses Leben der Tiere unnatürlich und für die Entwicklung der Geschlechtsprodukte hinderlich sein muss, ist offenbar. Ich habe diese Notizen hier mitgeteilt, um die Tatsache zu erklären, dass man die reifen Spermien von diesem so interessanten Tiere noch nicht kennt. Das einzige, was wir in dieser Hinsicht wissen, ist das, was F. HERMANN (1891) und M. HEIDENHAIN (1900) über die früheren Stadien der Spermiogenese berichtet haben; die späteren Stadien scheinen noch unbekannt geblieben zu sein.

Ich beginne nun mit der Darstellung der Spermien von *Siredon pisciformis*.

***Siredon pisciformis* SHAW.**

(Taf. XVI und XVII.)

Wie oben erwähnt wurde, sind die Spermien des Axolotls von E. BALLOWITZ im J. 1890 beschrieben worden. In den meisten Beziehungen stimmen meine Befunde mit den seinigen überein; ich werde mich deshalb möglichst kurz fassen und, unter Hinweis auf meine zahlreichen Abbildungen, besonders die Tatsachen betonen, in denen ich von seiner Darstellung abweiche.

Der *Kopf* ist ein langer, schmaler, zylindrischer, sich von hinten nach vorn immer mehr verschmälernder, gerader Strang, welcher mit einem *Spitzenstück* endigt, an dem ein vorderster kleiner, etwas verdickter, abgerundeter Kopf vorhanden ist und etwas hinter demselben ein kleiner, schmaler, spitzer, dornartiger, bald gerade, bald schief nach hinten oder vorn herausragender, zuweilen etwas gebogener Widerhaken sitzt (Taf. XVI, Fig. 1, 3—6).

Nach Mazeration des Kopfes in Kochsalzlösung schwillt seine Substanz (Taf. XVII, Fig. 1) zu einem dickeren homogenen Strang an, während das hinter ihm befindliche Stück seine Form behält; aber auch die vorderste Spitze des Kopfes schwillt nicht, sondern setzt sich von dem eigentlichen Kopfe schroff ab (Taf. XVI, Fig. 7). Hierbei fällt gewöhnlich auch der Widerhaken ab und lässt nur einen geraden, nadelförmigen *Spiess* zurück (Taf. XVII, Fig. 1), welcher sich allmählich nach vorn immer mehr zuspitzt; dieser nadelförmige Spiess nimmt die Anilinfarben stark auf, während die angeschwollene Kopfschubstanz fast ungefärbt bleibt; er endigt hinten abgestutzt, aber von diesem Ende setzt sich ein sehr feiner Faden an der einen Seite der angeschwollenen Kopfschubstanz nach hinten fort (Taf. XVII, Fig. 1), und zieht, sich an einigen Stellen verzweigend, bis zum hinteren Ende des Kopfes; er löst sich hierbei teilweise von der Kopfschubstanz ab; offenbar hat sich diese auch der Länge nach sehr erweitert, in Querbiegungen gelegt, und ist angeschwollen, während der Faden sich weniger verlängert hat. Man bekommt den Eindruck, dass er einer Hülle angehört, welche die Kopfschubstanz eng umgeben hat. In einzelnen Spermien, v. a. den noch nicht reifen, sieht man auch Spuren einer solchen Hülle. In Fig. 15 der Taf. XVI erkennt man an einem ebenfalls angeschwollenen Kopfe eine undeutlich körnige Beschaffenheit der Ober-

fläche, die sogar den Eindruck einer dichten Querstreifung macht. In Fig. 16 ders. Taf. ist eine solche Querstreifung noch deutlicher markiert, und in Fig. 17 hat sich sogar eine Hülle von der weniger angeschwollenen Kopfschubstanz abgelöst.

Diese zarte Hülle setzt sich offenbar auch auf den Spiess, bezw. das Spitzenstück, fort, bildet das vordere knopfförmige Ende desselben und enthält in sich das *Widerhakenstück*, welches die Anilinfarben ziemlich stark aufnimmt; diese Teile können sich von dem Spiess ablösen, und dann wird der eigentliche nadelförmige Spiess frei, wie Fig. 1 der Taf. XVII zeigt. Das Spitzenstück besteht also hier aus einem Achsenfaden, dem eigentlichen Spiess, und einer diesen eng umschliessenden Hülle, welche den Widerhaken und den Endknopf enthält.

Das hinter dem Kopfe befindliche wurstförmige Stück, welches mit vorn abgerundetem Ende in eine schalenförmige Vertiefung des Kopfstücks eingefasst und mit ihm vereinigt ist, habe ich früher (im J. 1881) für das »Verbindungsstück« gehalten. E. BALLOWITZ beschrieb auch (1890) in ihm bei den Urodelen einen Achsenfaden, was dafür zu sprechen schien, dass das fragliche Stück zum Verbindungsstück gehöre. JENSEN (1886) konnte dagegen keinen solchen Achsenfaden finden und hob hervor, dass das Stück dem Verbindungsstück bei den Vögeln und Säugern nicht homolog sein kann. Die Untersuchungen über die Spermiogenese der Urodelen von HERMANN und v. a. die Befunde von MEVES haben auch sicher dargetan, dass dieses wurstförmige Stück zum grössten Teile aus dem proximalen Zentralkörper hervorgeht, und zwar durch starke Vergrösserung desselben. Es ist also ganz unrichtig, dieses Stück als Verbindungsstück zu bezeichnen; auch die vielfach benutzte Benennung »Mittelstück« gibt eine irrige Auffassung seiner Bedeutung, weil diese Benennung von mehreren Autoren auch in neuerer Zeit als Synonym des Verbindungsstückes der Säugetiere etc. gebraucht wird. Eigentlich ist das betreffende Stück der Urodelenspermien, als dem Zentralkörperapparat angehörig, ein Teil des Verbindungsstückes, aber nur der vorderste Teil desselben. Beim Vergleich mit den Verhältnissen bei den Säugetierspermien, wo die Bezeichnung Verbindungsstück am passendsten und leichtesten zu fixieren ist, mag bei den Urodelenspermien auch das hinten folgende lange Stück des Schwanzes, und zwar so weit abwärts als der distale Zentralkörper im reifen Zustande an ihm hinabgestiegen ist, zu dem Verbindungsstück gerechnet werden. Nach den Ergebnissen der Spermiogenese von Salamandra, v. a. nach den Untersuchungen von MEVES¹⁾, scheint nun der hintere Teil des distalen Zentralkörpers dem Schwanz entlang bis zu dem bisher sog. Endstück hinabzusteigen. Demnach würde jenes ganze Stück, also der grösste Teil des Schwanzes, dem Verbindungsstück der Säugetierspermien entsprechen; infolgedessen würde auch CZERMAKS »Endstück« allein das *Hauptstück* mit dem *Endstück* der Säugetierspermien repräsentieren, welche Teile demnach bei den Urodelen sehr reduziert sind. In der Tat sind auch bei einer anderen Tiergruppe, nämlich bei den höheren Gastropoden, namentlich den Pulmonaten und den Opisthobranchien, Verhältnisse vorhanden, welche denen bei den Urodelen nicht unähnlich sind.

Nach dieser prinzipiellen Erörterung würde man also bei den Urodelenspermien folgende Partien unterscheiden können: Das *Kopfstück* mit dem *Spitzenstück* und den *Schwanz*, sowie bei diesem letzteren das *vordere Zentralkörperstück*, das *Verbindungsstück* und das *Hauptstück* (Endstück der Autoren) mit der *Flossenmembran* und dem *Randfaden*. Bei diesen Spermien ist aber, wie bei denen der höheren Gastropoden, die Benennung Verbindungsstück wenig angemessen. Ich werde deshalb, obwohl ich bei den Gastropoden die homologen Bezeichnungen aufrecht zu halten bestrebt war, statt der besprochenen Namen, bei den Urodelen bis auf weiteres nur die Benennungen *Schwanz* und *Kopf* mit *Spitzenstück*, sowie *vorderes Zentralkörperstück* benutzen.

Dieses letztgenannte, das *vordere Zentralkörperstück*, ist, wie oben gesagt, eine ziemlich lange, wurstförmige oder zylindrische Partie mit vorn abgerundeter Endfläche, welche in die schalenförmige Vertiefung des hinteren Endes des Kopfes eingefügt und derselben angeheftet ist. In der Fig. 1 der Taf. XVI sieht man es in situ, sowie in Fig. 8 und 9 ders. Tafel noch 3-mal linear vergrössert und vom Kopfe abgelöst. Es nimmt die Anilinfarben stark auf; durch Mazeration oder andere Präparation lässt sich in ihm kein weiterer Bau nachweisen, v. a. kein Spiralfaden, wie JENSEN von Tritonspermien behauptet hat, und, im Gegensatz zu BALLOWITZ' Angaben, kein Achsenfaden. Dagegen ist es durch die Befunde der Spermiogenese deutlich, dass dieses Stück von einer Hülle, die der reduzierten Zellschubstanz angehört, umschlossen ist, wie die Fig. 10 der Taf. XVI und die Fig. 9, 10, 11, 17, 19, 20 etc. der Taf. XVII in verschiedenen Stadien der Ausbildung zeigen. MEVES hat schon in seiner Arbeit »Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden von Salamandra maculosa« v. J. 1897 die Entwicklungsphasen der Zentralkörperteile in eingehender Weise verfolgt, und diese seine Darstellung stimmt mit meinen Befunden bei Siredon im

¹⁾ S. v. a. F. MEVES, *Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens*. Archiv. f. mikrosk. Anat. u. Entw. Bd 54, 1899. S. 363 ff.

grossen und ganzen so gut überein, dass ich auf eine ausführlichere Beschreibung hier verzichten kann. Auf der Taf. XVI und besonders Taf. XVII habe ich von diesen Entwicklungsphasen nur so viele Stadien wiedergegeben, als mir für das Verständnis der Verhältnisse bei den reifen Spermien nützlich zu sein schien, und ich werde sie deshalb hier besprechen. Die Fig. 3 der Taf. XVII zeigt ein frühes Stadium, wo der proximale Zentralkörper eine Kugel und der distale einen um den Schwanzfaden gelegten geschlossenen Ring bilden; der Kopf war durch Mazeration stark angeschwollen und wurde nicht abgebildet. Fig. 12 stellt ein noch ganz ähnliches Stadium dar, wo zwar der kugelige proximale Körper vergrössert worden ist, der distale aber einen noch ganz geschlossenen einfachen Ring bildet, welcher im Präparate in einer schönen Flächenlage angetroffen wurde. In Fig. 13 ist ein anderer Fall abgebildet, wo der distale Körper ganz gleich beschaffen, der proximale aber grösser und eiförmig verlängert war. In Fig. 4 ist der proximale Körper noch wie in Fig. 3, der distale zeigt eine beginnende Querteilung des Ringes. Die Fig. 2 stellt einen kugeligen Kopf dar, an dessen hinterem Umfang der proximale Körper eine vorn zugespitzte Gestalt hat, der distale noch einfach ringförmig erscheint. In den Fig. 7 und 8 hat der proximale eine noch kleine pilzförmige Gestalt, der distale zeigt aber einen doppelten Ring, der sogar nunmehr geöffnet zu sein scheint. Dies ist auch mit den in den Fig. 5, 6, 9, 10, 11, 14, 15 abgebildeten Spermien der Fall, in denen sich aber der proximale Körper immer mehr vergrössert und verlängert hat.

Die angeführten Figuren zeigen, dass die beiden Zentralkörper in ihrer Entwicklung einander nicht genau folgen, da sich bei den einzelnen Spermien bald der eine, bald der andere etwas weiter ausbildet.

Dann findet man in den Präparaten eine Anzahl von Spermien, welche statt des erwähnten Doppelringes wieder eine einfache wurmförmige Schlinge bilden. Die Fig. 16 zeigt eine solche, die nur ganz kurz ist und einen einfachen Halbring bildet. In den Fig. 19, 20 und 21 liegt der distale Körper als eine wurmförmige Schlinge schon etwas spiralig um den Achsenfaden des Schwanzes, und zwar mit dem einen Ende nach hinten gerückt. In Fig. 22 ist dies noch weiter gekommen; hier liegt, wie übrigens schon in Fig. 16, ein Stadium vor, wo der Randfaden des Schwanzes in der Entwicklung begriffen ist. In Fig. 23 ist das hintere Ende des distalen Körpers schon ziemlich weit nach hinten gerückt, während das vordere am hinteren Ende des proximalen geblieben ist. In Fig. 24 liegt ein ähnliches Stadium vor; hier erkennt man aber, dass der distale Körper nicht einfach ist, sondern aus zwei dicht beisammen liegenden Fäden zusammengesetzt ist, was besonders an den beiden Enden desselben deutlich wird. Schliesslich findet man aber auch Spermien, an denen der distale Körper einen weit schmäleren Faden bildet (Fig. 18 und 25), der sich etwas anders verhält als in den oben beschriebenen gewöhnlicheren Fällen.

Wie aus dieser Darstellung hervorgeht, lassen sich die einzelnen Stadien nicht eben leicht in eine ununterbrochene Entwicklungsreihe zusammengruppieren, wie sie MEVES bei Salamandra beschrieben hat. V. a. ist es schwer, den Übergang der einfachen Ringform des distalen Körpers in den doppelten Halbring und wieder von diesem in die einfache spiralige Wurmform nachzuweisen und zu erklären. Es ist nun aber möglich, dass derselbe in manchen Fällen einfach erscheinen könnte, wo er aber in der Tat doppelt angelegt ist, obwohl man es in den Präparaten nicht sieht. Jedenfalls sind fortgesetzte Untersuchungen über diese Entwicklungsphasen angezeigt.

Im grossen und ganzen stimmen aber meine Befunde mit denen von MEVES und anderen Forschern überein, da auch bei Siredon der proximale Zentralkörper aus einer kleinen kugeligen Form zu einer immer grösseren, zylindrisch-wurmförmigen anwächst und sich dem hinteren Kopfe anlegt und hier befestigt, während sich der distale dagegen aus der Gestalt eines Ringes in einen spiraligen Faden umbildet, dessen vorderes Ende sich dem proximalen Körper anlegt und dessen hinteres sich immer mehr, dem Achsenfaden des Schwanzes entlang, nach hinten zieht, um zur Bildung seiner Hülle in besonderer Weise beizutragen. Das vordere Ende des distalen Körpers fügt sich allmählich dem proximalen Körper so eng an, dass sie scheinbar verschmelzen.

Am reifen Spermium erkennt man aber gerade in dieser Gegend, an der Grenze des vorderen Zentralkörperstückes und des Schwanzansatzes ein an einer Seite etwas herausragendes Knöpfchen (Taf. XVI, Fig. 1). Es hat offenbar dieses Knöpfchen, welches von JENSEN zuerst bei Triton taeniatus erwähnt und von BALLOWITZ bei Triton cristatus bestätigt wurde, obwohl man es in den bisher veröffentlichten Abbildungen nicht findet, etwas mit dem vorderen Ende des distalen Zentralkörpers zu tun. In den reifen Spermien ist es äusserst schwer, dies nachzuweisen. Bei genauer Untersuchung erkennt man nun, dass das Knöpfchen nicht ganz einfach ist, sondern aus einem etwas grösserem, stärker hervorragenden und stark glänzenden Korn besteht, hinter und nach innen von welchem aber noch ein etwas kleineres Korn liegt. Dies ist schon in Fig. 1 der Taf. XVI angegeben. Noch deutlicher sieht man es aber in Fig. 8 und 9, und in Fig. 10 findet man dann, an einem noch nicht ganz reifen Spermium, dass diese Körnchen am oberen Ende des distalen Zentralkörpers liegen und mit ihm innig zusammenhängen. Zuweilen sieht man hier

solche Körnchen zu zweien oder sogar zu dreien angesammelt (Fig. 1 der Taf. XVII). Offenbar hat deshalb die MEVES'sche Ansicht viel für sich, dass das Vorderende des distalen Zentralkörpers sich dem Hinterende des proximalen intim, und zwar wahrscheinlich in der Gestalt einer kurzen Schlinge oder Windung, anlege und mit ihm wenigstens scheinbar verschmelze. Das eigentliche Ende bleibt aber frei hervorragend und bildet das erwähnte grössere JENSEN'sche Knöpfchen, welches hier konstant vorkommt; ob dann das von mir gefundene demselben hinten und inwendig anliegende Körnchen auch diesem Körper angehört — manches spricht ja dafür, dass er ein Doppelfaden ist und also hier zwei vordere Enden, bezw. zwei Körnchen bilden kann — lässt sich nicht ganz sicher bestimmen. Nur selten sieht man hier übrigens ein wirkliches helleres abgesetztes Halsstück, wie in Fig. 8 der Taf. XVI.

Der eigentliche *Schwanz* besteht, wie bei den Urodelen im allgemeinen, aus einem sehr langen geraden Stützfaden, an dessen einer Seite die Flossenmembran mit ihrem wellenförmig oder sogar »spiralg« gewundenen Randfaden seiner ganzen Ausdehnung entlang angefügt ist. Der *Stützfaden* besteht aus einem *Achsenfaden*, den ich, wie BALLOWITZ, nicht in feinere Fibrillen zerlegen konnte, und einer diesen eng umgebenden Hülle, welche eine Strecke von dem Ende des Fadens (Fig. 1 und 2) schief abgestutzt aufhört. In dieser Hinsicht bin ich also zu einem ganz anderen Ergebnis als BALLOWITZ gelangt. Er konnte am Stützfaden (der Hauptfaser) keinen deutlichen Absatz finden, wo das CZERMAK'sche Endstück beginnt; als solches fasst er nur die äusserste feine kurze Spitze des Fadens auf. In meinen Präparaten fand ich die Verhältnisse dagegen mit denen anderer Urodelenpermien übereinstimmend, da, wie eben angeführt, schon eine Strecke vor dem Ende ein wirklicher Absatz der Mantelhülle (Fig. 1 und 2) vorhanden ist. Eben von diesem Absatze an bis zur hinteren Endspitze erkennt man übrigens den von BALLOWITZ beschriebenen hellen »Steuersaum« oder »Kielsaum« (Fig. 1 und 2), welcher sich an dem eigentlichen Fadenende schnell zuspitzt, an dem kein derartiges kurzes Endstück, wie BALLOWITZ beschreibt und abbildet, hat nachgewiesen werden können.

Was die Mantelhülle des Stützfadens betrifft, konnte ich, wie BALLOWITZ, hin und wieder in den Präparaten Spermien finden, wo die Mantelhülle streckenweise, zuweilen sogar dem ganzen Stützfaden entlang, abgebröckelt war, und von ihr nur kleine, feine, voneinander verschieden weit entfernte Ringe zurückgeblieben waren (Taf. XVI, Fig. 10, 11, 12). BALLOWITZ hat an dem Stützfaden noch einen »Nebenfaden« beschrieben, er fügt aber hinzu, dass dieser Nebenfaden als ein Teil der Hülle selbst anzusehen sei. Dies ist offenbar auch der Fall; sein Nebenfaden kommt nur dadurch zu Stande, dass die Mantelhülle an einer Seite des Umfangs, und zwar an der der Ansatzfurche der Flossenmembran entgegengesetzten, mehr hervorragt; einen wirklichen Nebenfaden gibt es nicht, weshalb diese Bezeichnung nicht aufrecht zu halten ist: es ist die Mantelhülle selbst, welche einen solchen Faden vortäuscht.

Die Flossenmembran haftet, wie v. a. MEVES gezeigt hat, in einer Längsfurche des Stützfadens und ragt lateralwärts gekräuselt hervor, am Rande ihren Randfaden tragend, welcher als distinkter Faden vom hinteren Ende des vorderen Zentralkörperstücks — wo er, wie oben beschrieben, lateral an einem der kleinen Knöpfchen beginnt — dem ganzen Stützfaden entlang verläuft und an seinem hinteren Ende vorbei als freier Faden noch eine Strecke hinauschießt (Taf. XVI, Fig. 1, 2, 13, 14). Der hinteren Endspitze des Stützfadens legt sich der Randfaden dicht an und umschliesst hierdurch auch das Ende der Flossenmembran, nachdem der von BALLOWITZ beschriebene, offenbar auch als eine Hülle aufzufassende Kielsaum kurz vorher ein Ende genommen hat (Taf. XVI, Fig. 1, 2, 14).

Ich werde nun noch einmal, nach dieser Darstellung, hervorheben, dass das bisher, und auch früher von mir, als »*Hauptstück*« des Schwanzes aufgeführte Stück dem *Hauptstück* der Reptilien. und Säugetierspermien nicht homolog sein kann, sondern vielmehr als ein kolossal ausgebildetes *Verbindungsstück* aufzufassen ist und dass ausserdem noch das Endstück von CZERMAK und mir an den Urodelenpermien dem Haupt- und Endstück der Säugetierspermien zusammen entsprechen muss, weshalb sich also kein eigentliches Endstück an den Urodelenpermien unterscheiden lässt.

Molge viridescens (GRAY).

(Taf. XVIII.)

Von den Arten von Molge (Triton) habe ich diesmal mehrere auf die Spermien untersucht, v. a. aber *Molge viridescens*, aber auch *Molge cristata* (LAUR.), *Molge alpestris* (LAUR.), *Molge vulgaris var. meridionalis* BLGR. und *Molge pyrrhogastra* (BOIE).

Bei allen sind die Bauverhältnisse so übereinstimmend, dass es sich nicht lohnt, sie einzeln zu beschreiben.

Ich werde deshalb besonders die Verhältnisse bei *Molge viridescens* darstellen und die der übrigen nur gelegentlich besprechen. Aber auch bei *Molge viridescens* kann ich nach der ausführlicheren Schilderung der Spermien von *Siredon* kurz sein.

Der *Kopf* ist lang, etwa $\frac{1}{5}$ länger als der Kopf der *Siredon*-Spermien, fadenförmig, zylindrisch, nach vorn allmählich verschmälert und mit einem *Spitzenstück* endigend, welches kräftiger und mit einem stärkeren Widerhaken versehen ist als bei *Siredon*. Dieses *Widerhakenstück* färbt sich mittelst der Anilinfarben und sitzt der Kopfspitze seitlich an (Fig. 3, 4); es lässt sich von ihr nicht selten ablösen (Fig. 5, 7), wobei hin und wieder noch eine tubuläre Hülle mit abgeht (Fig. 6, 8), welche sich vom vorderen Ende des Kopfes abtrennt. Nach der Abhebung dieser Spitzhülle mit dem Widerhakenstück zeigt sich die Kopfspitze als eine spitz auslaufende Nadel (Fig. 5, 7, 9). Bei diesen Spermien gelang es mir nicht, den Kopf durch Mazeration so zur Anschwellung zu bringen, dass das Verhalten des eigentlichen *Spiesses* zum Vorschein kam; weil aber dies bei *Molge cristata* und *Molge alpestris* ohne Schwierigkeit gelingt (s. u.), so lässt sich annehmen, dass der Spiess auch bei *Molge viridescens* dem Kopfende seitlich, und zwar an der dem Widerhaken entgegengesetzten Seite, anliegt.

Das hintere Kopfende ist tief schalenförmig ausgehöhlt und beherbergt das bald mehr konische, bald mehr sanft abgerundete, bald aber auch fingerförmig verschmälerte Vorderende des vorderen Zentralkörperstücks, von welchem es sich ausnahmsweise ablösen lässt (Fig. 2 a und 2 b, Fig. 13). Dass eine äussere dünne Hülle nicht nur das vordere Kopfende, sondern den ganzen Kopf umschliesst, lässt sich zuweilen nachweisen. Nach gewisser Behandlung mit Kochsalzlösung und Rosanilin sieht man an der Oberfläche des Kopfes rundliche gefärbte Körner in dieser Hülle, welche wohl durch eine Anschwellung kleinerer Körnchen entstanden sind (Fig. 15, 16).

Das vordere *Zentralkörperstück* ist sehr lang — etwa drittelmal länger als bei den *Siredon*-Spermien — zylindrisch, stark färbbar, und mit quer abgestutztem hinterem Ende, dem das vordere Schwanzende sehr fest anhaftet. Hier an der Grenze erkennt man zuweilen ein kurzes helles *Halsstück* (Fig. 14), gewöhnlich aber nur eine undeutliche helle Spalte (Fig. 10), und dahinter eine mehr oder weniger deutliche Körnelung (Fig. 14), entweder zwei Körner (Fig. 12, 14) oder auch nur ein einziges, welche Körner an der Seite liegen. Schon in der Fig. 1 sieht man ein solches Korn oder ein Knöpfchen, und in Fig. 10 tritt es sehr scharf hervor, und zwar als ein frei hinausragendes Gebilde, welches am vorderen Ende des Randfadens sitzt. Gewöhnlich liegen aber diese Körner oder Knöpfchen der Spermiumseite enger an, wie die Fig. 12 und 13 angeben, und dann sieht man nicht selten, wie bei *Siredon*, zwei Körner, von denen das eine dicht hinter und nach innen von dem anderen liegt.

Der *Schwanz* hat auch hier einen geraden *Stützfaden*, an dem die in wellenförmigen Biegungen gewundene Flossenmembran seitlich befestigt ist, die den gewundenen Randfaden an der freien Kante trägt. Hier gelang es mir nicht, wie bei *Siredon*, am Stützfaden einen hinteren Absatz wahrzunehmen, und auch nicht die denselben umgebende Mantelhülle abzumazerieren. Es liess sich somit auch nicht nachweisen, wo man das wahrscheinliche Ende des Verbindungsstückes zu suchen hat. Hinten läuft der Stützfaden an der Flossenmembran verschmälert aus (Fig. 18), wogegen der Randfaden seine Dicke weit länger behält und eine Strecke hinter dem Stützfaden frei hinausragt. In anderen Fällen verschmälert sich der Stützfaden gegen das Ende weniger schnell (Fig. 17). Ein abgesetztes Hauptstück und Endstück in dem Sinne, wie ich solche Bildungen bei *Siredon* aufgefasst und besprochen habe, liessen sich nicht nachweisen.

Bei *Molge cristata* (Taf. XIX) werde ich nur die von dem vorigen differierenden oder die hier deutlicher hervortretenden Verhältnisse erwähnen.

Was zuerst den *Kopf* betrifft, ist das *Spitzenstück* im allgemeinen vorn ziemlich dick, hinten bald allmählich verschmälert (Fig. 9), bald schneller (Fig. 6) oder sogar schroff abgesetzt (Fig. 8), indem sich die Hülle etwas verschieden verhält. Der Widerhaken ist gewöhnlich nicht stark ausgebildet; man findet aber einzelne Spermien, welche auffallend starke Haken besitzen (Fig. 10). Die den Widerhaken tragende Hülle lässt sich auch hier nicht selten abstreifen; dann sieht man einen langen, sehr feinen, geraden, nadelförmig spitzen Faden auslaufen (Fig. 7), welcher sich an der Oberfläche der Kopfspitze, d. h. an deren einer Seite als gefärbter Faden eine Strecke nach hinten verfolgen lässt, um dann sehr verschmälert sich dem Blicke zu entziehen. Dieser gefärbte Faden lässt sich auch an solchen Spermien, wo das ganze Spitzenstück unbeschädigt ist (Fig. 9) nachweisen, und zwar an der dem Widerhaken entgegengesetzten Seite des Kopfes. Es stimmen diese Verhältnisse mit den Angaben von BALLOWITZ und BROMAN überein.

Das vordere *Zentralkörperstück* ist im Verhältnis zu dem der Spermien von *Molge viridescens* auffallend kurz, nur etwa $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{7}$ der Länge der letzteren; es ist vorn abgerundet und etwas breiter als hinten. An

der Grenze des Schwanzes schimmern zuweilen, obwohl nicht besonders deutlich, Körnchen hervor (Fig. 2, 4, 5), welche in das Halsstück eingelagert zu sein scheinen. Ausserdem gibt es aber hier noch andere seitlich liegende Körnchen, von denen eines weit mehr hinausragt und dem JENSEN'schen Knöpfchen entspricht (Fig. 1—4); hinterunter diesem nimmt man dann noch ein etwas kleineres derartiges Körnchen wahr (Fig. 1, 4, 5). Der Randfaden biegt sich auch mit seinem vorderen Ende hervor und befestigt sich an ihnen.

Am Stützfaden des Schwanzes sieht man weit hinten einen ausgeprägten Absatz (Fig. 12), da sich die Mantelhülle dem Faden entlang vom vorderen Ende (Fig. 1) bis zu diesem Absatz deutlich fortsetzt. Von hier an findet sich am hinteren Stück des Stützfadens ein niedrigerer blasser Mantelkamm, welcher dem Keilsaum von BALLOWITZ entspricht (Fig. 11, 14). An der Flossenmembran bemerkt man bei diesen Spermien sehr deutlich den von BALLOWITZ beschriebenen blassen Saum, welcher neben und nach innen vom Randfaden verläuft und bald schmaler (Fig. 4, 11), bald breiter ist (Fig. 1), sowie sich zuweilen weit nach innen erstreckt (Fig. 14). Er rührt offenbar von einer anderen Beschaffenheit der Substanz der Flosse her; scharf begrenzt ist er nach innen nicht. Hinten berühren sich oft das stark verschmälerte Ende des Stützfadens und der Randfaden, welcher eine Strecke weiter hinten hinausragt (Fig. 13). In anderen Fällen sieht man sie aber hier ein wenig voneinander getrennt (Fig. 11); die Flossenmembran reicht nicht weiter nach hinten als das Ende des Stützfadens.

Was die Spermien von *Molge alpestris* betrifft, fand ich es nicht nötig, sie zu beschreiben und abzubilden. Ich habe deshalb nur das Vorderstück des Kopfes wiedergegeben (Taf. XXII, Fig. 8). Man sieht hier ein ziemlich dickes Spitzenstück mit einem Widerhaken und hinter demselben eine sehr schmale Partie mit einem von ihr an der Seitenfläche der Kopfspitze nach hinten verlaufenden gefärbten Spiessfaden.

Von den Spermien der *Molge vulgaris* var. *meridionalis* und *Molge pyrrhogastra* liess ich auf der Taf. XXII nur je eine Abbildung machen, nämlich von dem hinteren Teil des Kopfes und dem vorderen des Schwanzes (Fig. 9 und 10), um die Gestalt des vorderen Zentralkörperstücks und das JENSEN'sche Knöpfchen sowie in der letzteren Fig. hinter und nach innen von demselben noch ein kleineres Körnchen zu zeigen.

Salamandra maculosa LAUR.

(Taf. XX.)

Die Spermien von *Salamandra mac.* sind schon mehrmals, und zwar bereits von CZERMAK, FLEMMING, mir u. a., der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Da sie in allem Wesentlichen denen von Siredon und *Molge* ähnlich sind, werde ich mich darauf beschränken, hauptsächlich die Unterschiede und die neuen Befunde hervorzuheben.

Was zuerst ihre Grössendimensionen betrifft, ist zu bemerken, dass sie auffallend viel kürzer als die Spermien von Siredon und *Molge* sind. Bei der Betrachtung der in gleicher Vergrösserung wiedergegebenen Abbildungen der ganzen Spermien dieser Tiere (Taf. XX, Fig. 1, verglichen mit Fig. 1 der Taf. XVI und XVIII), findet man, dass die Spermien von *Salamandra* nur wenig mehr als halb so lang wie die der anderen beiden Tiere sind. Dagegen scheinen sie etwas dicker zu sein.

Der *Kopf* ist kürzer und dicker, zylindrisch, vorn verschmälert, um zuletzt in ein wieder etwas dickeres *Spitzenstück* überzugehen, welches einen stark nach hinten gerichteten, ziemlich dicken Widerhaken trägt und vorn ebenfalls verhältnismässig dick und stumpf endigt (Fig. 1—4). Die Fig. 5 gibt diese Partie mit dem Widerhaken nach vorn gerichtet wieder. Dieses Spitzenstück besteht aus einer zytoplasmatischen *Hülle*, welche hinten oft einen ausgeprägten Absatz (Fig. 3, 8) zeigt und sich dann an dem übrigen Kopfe fortsetzt, und aus einem in ihr liegenden schmalen, steifen Faden, dem von mir im J. 1881 beschriebenen *Spiess*. In der Hülle liegt ferner ein wahrscheinlich schon von BALLOWITZ bemerkter, von BROMAN¹⁾ eingehender erwähnter und abgebildeter besonderer Körper, das *Widerhakenstück*, welcher sich sehr stark färbt und offenbar eine andere Beschaffenheit hat als die Hüllensubstanz selbst. In Fig. 5 sieht man dieses Stück nebst einer Partie der abgestreiften Hülle, und in Fig. 6 sieht man ein solches Stück in seiner natürlichen Lage, ohne Hüllensubstanz, an der Spitze des Spiesses festsitzend. Der Spiess selbst bildet bei *Salamandra*, wie ich im J. 1881 beschrieb, einen bei der Mazeration und Anschwellung der übrigen Kopfschubstanz nicht anschwellenden langen steifen Faden, welcher vorn nadel förmig spitz ausläuft (Fig. 4, 6, 8, 9), sich aber etwa in dem vorderen Drittel der Kopflänge nicht weiter verfolgen

¹⁾ I. BROMAN, *Bidrag till künedom om Batrachie-spermiernas byggnad*. Lund 1900.

lässt und äusserst fein geworden verschwindet. Mit Anilinfarben färbt er sich gut und lässt sich infolgedessen in der angeschwollenen, nicht oder sehr schwach gefärbten Kopfsubstanz wahrnehmen. BALLOWITZ, der im J. 1890 die entsprechenden Verhältnisse bei Triton untersuchte und an den Spermien dieses Tieres einen dem Kopfe *seitlich* anliegenden Spiessfaden fand, scheint angenommen zu haben, dass meine Angabe nicht richtig gewesen sei. BROMAN, der dann (1900) die Köpfe sowohl von Salamandra als auch von Triton untersuchte, hat gezeigt, dass sowohl ich als auch BALLOWITZ Recht haben, da sich die Sache bei Salamandra so verhält, wie ich, und bei Triton so, wie BALLOWITZ sie beschrieb. Ich habe nun auch die Verhältnisse von neuem untersucht und dies konstatieren können. Beim Triton (Molge) habe ich schon oben (s. Taf. XIX, Fig. 7, 7, 9) die Darstellung von BALLOWITZ bestätigen können. Und bei Salamandra fand ich das Verhalten des Spiessfadens gerade so wie früher (im J. 1881), da er wirklich in der Mittellinie der Kopfsubstanz liegt. Um ganz hiervon sicher zu sein, suchte ich den Kopf in verschiedenen Lagen und von verschiedenen Seiten zu betrachten (Fig. 4, 6, 8) und fand immer dasselbe Verhalten.

Die Hülle des Kopfes rührt offenbar, wie bei anderen Spermien, von der ihn in den früheren Stadien der Entwicklung umschliessenden Zytoplasmasubstanz her. Reste derselben sieht man an den noch nicht reifen Spermienköpfen in der Gestalt länglicher »Tropfen«, die nicht nur den Kopf, sondern auch den übrigen Teil der Spermien einhüllen (Fig. 7) und sich allmählich reduzieren, um zuletzt als eine nur kaum mehr sichtbare, äusserst zarte Hülle zurückzubleiben.

Das vordere *Zentralkörperstück* hat ungefähr dieselbe Grösse und Gestalt wie bei Molge cristata, ist also kürzer als bei Molge pyrrogastra, Molge viridescens und Siredon pisciformis. An seinem hinteren Ende findet man das zuerst von JENSEN bei Triton gesehene, von CZERMAK, mir u. a. bei Salamandra nicht früher wahrgenommene kleine seitliche glänzende *Knöpfchen* (Fig. 1, 10, 11, 12), an dem ich jedoch auch bei Salamandra noch ein zweites hinten-innen gelegenes Knöpfchen oder Körnchen gefunden habe. An diese Knöpfchen steigt der Randfaden empor, und er befestigt sich scheinbar an sie.

Der *Schwanz* ist bei Salamandra auffallend kurz; er besteht bekanntlich aus dem Stützfaden und der an diesen lateral befestigten Flossenmembran, welche in ihren wellenförmigen Biegungen durch ihren Randfaden in Ordnung gehalten wird. Der Stützfaden besteht aus einem zentralen Achsenfaden und einer Hülle, welche sich durch Mazeration in Querstücke zerteilen oder zerbröckeln lässt (Fig. 12). Eine Spiralfaser lässt sich aber nicht nachweisen. Die Flossenmembran ist verhältnismässig niedrig. Am hinteren Teil des Stützfadens erkennt man den von CZERMAK und mir beschriebenen Absatz (Fig. 1 und 13), welcher bei Salamandra stark entwickelt ist, wonach die von CZERMAK und später auch von mir früher als Endstück bezeichnete schmale und weniger färbbare Partie des Schwanzes nach hinten ausläuft. Nach meiner jetzigen Auffassung kann ich nicht umhin, die früher als Hauptstück bezeichnete Partie als Verbindungsstück und die hinterste schmale Partie als Hauptstück zu betrachten, wogegen ein demjenigen der Säugetierspermien entsprechendes Endstück den Salamandra-Spermien ganz zu fehlen scheint. Hinten legen sich das Stützfadenende und der Randfaden nahe aneinander und begrenzen so das Ende der Flossenmembran, wonach der Randfaden eine Strecke weit frei herausragt (Fig. 1, 13).

Pleurodeles Waltlii MICH.

(Molge Waltlii BLGR.)

(Taf. XXI.)

Über die Spermien von Pleurodeles habe ich in der Literatur keine Angaben gefunden. Sie bieten jedoch einige interessante Verhältnisse dar, die sie von denen der anderen bisher beschriebenen Urodelen-Spermien unterscheiden. Ihre Länge ist ungefähr wie die bei Salamandra. Der *Kopf* ist jedoch relativ noch kürzer (Fig. 1). Er trägt an seinem verschmälerten Vorderende ein ziemlich stark verdicktes *Spitzenstück*, welches hinten mehr oder weniger scharf abgesetzt ist und einen nach hinten-aussen gerichteten, ziemlich starken und spitzen Widerhaken trägt (Fig. 1—6, 9). Dieser Widerhaken gehört einem grösseren, mit einer das Kopfende umfassenden Hülse versehenen *Widerhakenstück* an, welches in die Hülle des Kopfendes eingefügt und von ihr differenziert ist. Besonders deutlich sieht man dies an solchen Spermien, wo die Hülle mit dem Widerhakenstück vom vorderen Kopfende abgestreift ist, wie in Fig. 9, wo diese Partie abgelöst und dem freien Spiess anhaftet. Sowohl hier wie in den Fig. 2—7 sieht man auch, dass das vorderste Ende des Spitzenstückes als ein heller Knopf hervorragt und

gegen das dunkel gefärbte Widerhakenstück abgesetzt ist. Der *Spiessfaden* verhält sich vorn wie bei Molge, da er dem Kopfe seitlich anliegt (Fig. 1, 2, 3). Bei Pleurodeles lässt er sich aber viel weiter nach hinten verfolgen; an den hinreichend angeschwollenen Köpfen zeigt sich, dass er dem ganzen Kopfe entlang bis zum hinteren Ende desselben, und zwar als gleich dicker Faden hinabsteigt (Fig. 10), um erst hier zu endigen. Da er nicht, wie die übrige Kopfsubstanz, anschwillt und sich auch weniger verlängern lässt, so zwingt er diese, sich in Spiraltouren zu legen (Fig. 10). Man hat hier also Verhältnisse, welche an die oben bei Siredon beschriebenen erinnern, obwohl beim letzteren der Faden sich als verzweigt erwies.

Dass jedoch auch an den Spermien von Pleurodeles eine Kopfhülle vorhanden ist, geht aus manchen Bildern hervor; oft bekommt man angeschwollene, mazerierte Köpfe, welche an der Oberfläche eine feinkörnige Beschaffenheit zeigen, wobei sich die Körner durch die Anilinfarben tingieren lassen (Fig. 11). Besonders interessant sind aber andere Köpfe, an denen man deutliche feine Quer- und Spiralfasern sieht, welche die Oberfläche umstricken und sicherlich einer teilweise geborstenen Hülle angehören (Fig. 12, 13, 14); an den Knotenpunkten und v. a. an den Seitenpartien des Kopfes sieht man grössere Kornstücke angesammelt. Schliesslich lässt sich an den noch nicht reifen Spermien (Fig. 15) eine deutliche äussere Hüllensubstanz nachweisen, welche nicht nur den eigentlichen Kopf, sondern auch das hinter ihm gelegene *vordere Zentralkörperstück* umschliesst. Dieses letztere ist relativ zur Kopflänge ziemlich gross, ungefähr wie bei Siredon, vorn gewöhnlich konisch zugespitzt und in das Hinterende des Kopfes hineinragend, sonst zylindrisch und hinten etwas abgerundet, wo es sich stark an den Schwanz befestigt.

Dieser, der *Schwanz*, ist, wie oben erwähnt, verhältnismässig kurz und besteht, wie bei den anderen Urodelen, aus einem Stützfaden und einer Flossenmembran mit Randfaden. Der Stützfaden hat eine ziemlich starke Mantelhülle, welche hinten noch stärker wird, um, besonders gegen das Ende zu, eine ganz ungewöhnliche Dicke zu erhalten (Fig. 16, 17, 18), so dass sie als ein blosses Polster an der der Flossenmembran entgegengesetzten Seite hervorragt. Am Stützfaden findet man keinen Absatz, so dass an ihm kein hinteres dünneres Stück zu unterscheiden ist; er setzt sich vielmehr noch ziemlich breit bis in die Nähe des hinteren Endes fort, um sich jedoch zuletzt etwas zuzuspitzen (Fig. 1, 16—18). Die Flossenmembran bildet ihrer ganzen Ausdehnung nach eine ihm lateral ansitzende, stark gekräuselte Haut mit wellenförmig gebogenem Randfaden, an dessen vorderem Ende wenigstens ein starkes Knöpfchen seitlich hervorragt (Fig. 1, 10, 14). Das hintere Ende des Randfadens läuft ziemlich dicht dem hinteren Ende des Stützfadens vorbei, und die zwischen den beiden Fäden ausgespannte Flossenmembran hört hier auf, und zwar bald ein wenig vor, bald ein wenig nach der Passage des Randfadens am Hinterende des Stützfadens, welche letzteres sie stets erreicht.

Spelerpes fuscus BONAP.

(Taf. XXII, Fig. 1—7.)

Über die Spermien von Spelerpes habe ich in der Literatur keine Angaben gefunden. Weil dieses Tier als ein phylogenetisch altes aufgefasst wird, hoffte ich an seinen Spermien interessante Bauverhältnisse zu finden; sie zeigten aber im ganzen den gewöhnlichen Typus, obwohl mit Vergrösserung der Längendimensionen. Diese Spermien sind nämlich unter den von mir untersuchten die längsten, was man beim Vergleich der Fig. 1 der Taf. XXII mit den entsprechenden Fig. der Taf. XVI, XVIII, XX und XXI, die alle bei derselben Vergrösserung wiedergegeben sind, sogleich findet.

Sowohl der Kopf als der Schwanz sind sehr lang. Der *Kopf* (Fig. 1) bildet einen zylindrischen, nach vorn sich verschmälernden Strang mit einem relativ schmalen, einen Widerhaken tragenden *Spitzenstück*. Wie die Fig. 3 und 4 genauer angeben, ist dieses Stück durch keinen eigentlichen Absatz markiert; man bemerkt aber an Fig. 3 eine gewisse Veränderung der Kopfsubstanz, da die Hülle hier dicker und dunkler wird; und in Fig. 4 sieht man diese Hülle von dem Vorderende der eigentlichen Kopfsubstanz nach vorn zusammengezogen, wobei der zentrale *Spiessfaden* zurückgeblieben ist. Die Fig. 5 zeigt diesen Spiessfaden ganz entblösst, als eine aus dem Kopfe hervorragende äusserst feine, starre, spitze Nadel. In Fig. 3 und 4 findet sich also am Spitzenstück noch eine ziemlich dicke Hülle, welche vorn das Widerhakenstück in sich trägt, und zwar mit einem nach hinten-aussen ragenden Widerhaken und einer in entgegengesetzter Richtung etwas nach der Seite gebogenen Spitze. Wie sich der Spiessfaden hinten nach dem Eintritt in die Kopfsubstanz verhält, ist mir leider verborgen geblieben.

Das am hinteren, schalenförmig ausgehöhlten Ende des Kopfes mit gewölbter Oberfläche eingefügte vordere Ende des langen zylindrischen vorderen *Zentralkörperstücks* (Fig. 1—2) endigt hinten der Quere nach abgestutzt. Hier befestigt sich innig der *Schwanz*, und der Randfaden beginnt hier, ohne ein JENSEN'sches Knöpfchen zu zeigen; ich suchte nämlich vergebens nach einem solchen. Der Stützfaden des Schwanzes ist sehr lang, von einer Mantelhülle umgeben, welche neben dem Faden als markierter Streifen hervortritt (Fig. 2), und hinten, noch eine Strecke vor dem hinteren Ende, mit einem deutlichen, etwas schief liegenden Absatz endigt (Fig. 6), um dann als schmalerer hellerer Faden bis zum letzten Ende des Spermiums auszulaufen. Die *Flossenmembran* mit ihrem gewundenen *Randfaden* verläuft in etwa gewöhnlicher Weise der einen Seite des Stützfadens entlang bis zum hintersten Ende dieses Fadens; nachdem der Randfaden sich demselben immer mehr genähert und sich ihm angelegt hat, befestigt er sich an ihm und beide Fäden endigen als gemeinsamer Faden (Fig. 1 und 7). An diesen Spermien läuft demnach der Randfaden nicht, wie bei den Spermien anderer Urodelen, an dem Hinterende des Stützfadens vorbei und endigt nicht als freier Faden. Die Flossenmembran setzt sich zuletzt als eine nur sehr schmale Haut zwischen den beiden Fäden fort, um schliesslich nicht mehr Platz zu finden, wo diese sich aneinander legen.

B. Die Spermien der Batrachier.

Da die Spermien der Batrachier im allgemeinen nicht, wie die der Urodelen, nach einem eigentlich gemeinsamen Typus gebaut sind, lohnt es sich kaum, eine alle umfassende historische Übersicht zu geben. Ich will deshalb jedes Tier für sich besprechen.

Rana temporaria L.

(Taf. XXIII.)

KÖLLIKER¹⁾ beschrieb im J. 1847 die Spermien von *Rana temporaria*; er bildete sie auch als aus einem langen, schmalen, zugespitzten Kopf und einem sehr feinen Schwanzfaden bestehend ab.

SCHWEIGGER-SEIDEL²⁾ unterschied im J. 1865 an den Spermien von *Rana esculenta* Köpfchen, Mittelstück und Schwanz und lieferte davon einige Abbildungen, deren Aussehen darauf hindeutet, dass diese Spermien noch nicht reif waren; der Kopf ist nämlich vorn nicht spitz, sondern stumpf abgerundet, zu breit und hinten mit einem knopfförmigen Stück (»Mittelstück, SCHW.-S.«) versehen, welches den unreifen Spermien zukommt. KÖLLIKER's alte Abbildungen geben sogar die wahre Form besser wieder. SCHWEIGGER-SEIDEL nimmt am Kopfe dieser Spermien eine äussere Grenzsicht an.

Im J. 1877 beschrieb LEYDIG³⁾ die Spermien von *Rana esculenta* als aus einem walzenförmigen, abgestutzten Kopf und einem davon scharf abgesetzten Schwanz bestehend; bei dem letzteren konnte er nicht sicher entscheiden, ob ein undulierender Saum vorhanden ist oder nicht; er hielt das Vorkommen eines solchen sogar für sehr wahrscheinlich. Ferner betonte er die Verschiedenheit der Form dieser Spermien von den langen, schmalfadigen, zugespitzten der *Rana fusca*, wie auch seine Abbildungen beweisen. V. LA VALETTE ST. GEORGE⁴⁾ schilderte (1886) die Spermien des grünen Wasserfrosches (*Rana esculenta*) als einen walzenförmigen, an beiden Enden etwas zugespitzten »Körper« besitzend. Vorn an diesem (dem Kopfe) sah er noch ein kleines Knöpfchen. Von einem undulierenden Saume war keine Spur am Schwanzfaden zu bemerken, was er gegen die Vermutung LEYDIG's hervorhob. Er fand unter den gewöhnlichen auch sehr grosse Samenkörper.

Über die Spermien von *Rana esculenta*, *Rana mugiens* und *Rana temporaria* hat schliesslich BROMAN⁵⁾ in seiner Abhandlung vom J. 1900 über den Bau der Spermien der Batrachier eine Reihe von wichtigen Befunden mitgeteilt. Durch Behandlung der Spermien mit Osmiumdämpfen und Gentianaviolett etc. gelang es ihm, gewisse Teile derselben, nämlich den Spiess, die Zentralkörperderivate und die Schwanzfäden sehr distinkt zu sehen. Den

¹⁾ A. KÖLLIKER, *Die Bildung der Samenfüden in Bläschen als allgemeines Entwicklungsgesetz*. Neue Denkschr. d. Allgem. schweiz. Gesellsch. f. d. Naturwiss. B. 8, 1847.

²⁾ F. SCHWEIGGER-SEIDEL, *Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung*. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Band I, 1865.

³⁾ FR. LEYDIG, *Die anuren Batrachier der deutschen Fauna* 1877.

⁴⁾ V. LA VALETTE ST. GEORGE, *Spermatologische Beiträge*. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band 27, 1886.

⁵⁾ IVAR BROMAN, *Bidrag till künmedomen om Batrachie-spermiernas byggnad*, Lund 1900.

Spiess fand er bei den verschiedenen Ranaarten verschieden, nämlich bei *R. esculenta* in der Form eines einfachen kleinen knopfförmigen Gebildes, das am Vorderende des Kopfes fixiert war. Bei *R. mugiens* stellt der *Spiess* eine rundliche, das Vorderende des Kopfes umschliessende Mütze dar. Bei *R. temporaria* ist er dagegen ein kurzes, stabförmiges Gebilde, welches an der einen Seite des Vorderendes des Kopfes fixiert ist. Das *Verbindungsstück* ist auch bei den verschiedenen Ranaarten verschieden. Bei *R. temporaria* hat es eine ansehnliche Länge (die halbe Kopflänge oder mehr), bei den anderen ist es kurz und dick. Bei *R. temporaria* ist es hinten undeutlich markiert und hat eine körnige Hülle, ohne sichtbare Spiralanordnung der Körner; bei den anderen, besonders bei *R. mugiens*, sieht man eine Spiralhülle von 2—3 Windungen um die zentralen Teile des Verbindungsstückes. Der Schwanzfaden setzt sich durch diese Spiralwindungen bis zum Kopfe fort, um hier durch zwei hintereinander gelegene Körner, die beiden Zentralkörper, fixiert zu werden; das vordere grössere derselben entspricht dem proximalen Körper, das hintere kleinere aber nur einem Teil des distalen Körpers. Hinsichtlich des Schwanzes hat er zu dem früher bekannten nichts Weiteres hinzuzufügen. Er bildet ihn als einen einfachen Faden ab.

Von den Rana-Arten untersuchte ich schon längst eine Anzahl, die ich von einem Tierhändler in Deutschland als *Rana esculenta* bezogen hatte; soweit ich mich jetzt erinnere, hatten sie auch vollständig den Typus dieser Art. Die noch aufbewahrten Spermienpräparate derselben geben aber nur den Typus der fertigen Spermien, welcher nach LEYDIG und BROMAN der *Rana fusca* (*temporaria* L.) charakteristisch sein soll, weshalb ich vorläufig meine eigene Auffassung ihren bestimmten Angaben entgegen nicht aufrecht halten will. Mir kommt es diesmal auch nicht darauf an, die Spermien von den verschiedenen Rana-Arten, sondern von einem Typus des Genus *Rana* darzustellen.

Die reifen Spermien dieser Frösche (Taf. XXIII, Fig. 1) sind, wie KÖLLIKER, LEYDIG und BROMAN hervorgehoben haben, lange schmale zugespitzte Fäden. Der *Kopf* ist lang, schmal zylindrisch, sich nach vorn verschmälern und mit einem ziemlich scharf abgesetzten (Fig. 1, 3), blassen, spitz auslaufenden *Spitzenstück* versehen. Nach Anschwellung des Kopfes und Färbung erkennt man in dem Spitzenstück den von BROMAN entdeckten, ziemlich langen und schmalen, scharf begrenzten Stab, welcher an einer Seite des Kopfendes liegt (Fig. 2, 4). An solchen, etwas mazerierten Köpfen findet man auch nach der Färbung mit den Anilinfarben einen körnigen Beleg, der vielleicht in der umhüllenden zarten, zytoplasmatischen Aussenschicht liegt (Fig. 3, 5, 6); dagegen sah ich hier keine Ring- oder Spiralfäserchen hervortreten. Gegen den Schwanzansatz verschmälert sich der Kopf ein wenig.

Der *Schwanz* ist länger als der Kopf (Fig. 1), geht von demselben zuerst ziemlich breit, aber etwas abgeplattet aus und verschmälert sich allmählich, um zuletzt in einen langen Faden auszulaufen, welcher dann seine Dicke bis zum hinteren Ende behält, ohne ein abgesetztes Endstück zu bilden. Die vordere, breitere Partie dieses Schwanzes entspricht, wie BROMAN betont, offenbar dem *Verbindungsstück*, ohne eine bestimmte Grenze gegen das *Hauptstück* zu zeigen. In diesem Verbindungsstück konnte ich nun deutlich zwei nebeneinander liegende Fäden mit einem zwischen ihnen befindlichen hellen Streifen nachweisen (Fig. 1), und am vorderen Ende jedes von diesen Fäden sah ich ein dunkles Körnchen, welches ich als *Zentralkörperkörnchen* deute. Diese beiden proximalen Zentralkörperkörnchen liegen eben am hinteren Ende des Kopfes, am Ansatz des Schwanzes. In der Fig. 7 sieht man sie auch. Dagegen sah ich nicht die von BROMAN geschilderte und abgebildete Anordnung von zwei in der Längsrichtung am vorderen Schwanzende gelegenen Körnchen.

An etwas mazerierten Spermien tritt die von BROMAN am Verbindungsstück beschriebene »*körnige Hülle*« hervor (Fig. 7, 8, 9), da sich dieselbe in ringförmige Querstücke zerbröckelt hat. Eine spiralförmige Anordnung derselben sah auch ich nie. Dieser Zerfall der Hülle konnte oft weit nach hinten hin nachgewiesen werden (Fig. 8).

Die noch unreifen Spermien haben eine andere Gestalt. Der Kopf (Fig. 11—14) ist walzen- oder wurstförmig, anfangs dick und kurz, fast oval (Fig. 14); er verschmälert und verlängert sich allmählich. Das Spitzenstück ist noch unansehnlich, bildet höchstens eine kleine Scheibe (Fig. 14) oder einen dünnen Beleg am vorderen abgerundeten Kopfende. Am hinteren Kopfende sieht man gewöhnlich einen konischen Klumpen, dessen Zusammensetzung schwer zu ermitteln ist (Fig. 11, 12, 14). In einzelnen Fällen fand ich Schwanzfäden, welche von ihren Köpfen isoliert waren und dann am Vorderende einen distinkten konischen Anhang trugen (Fig. 10), der jedoch wegen seiner auffallenden Grösse kaum als Zentralkörperderivat betrachtet werden kann. Am Schwanzende der un-

reifen Spermien findet man ferner ovale oder sphärische zytoplasmatische Klumpen verschiedener Grösse und Anordnung (Fig. 11, 12, 13); sehr oft hängt am hinteren Ende des noch relativ kurzen Schwanzes ein grosser rundlicher Klumpen dieser Art. In anderen, v. a. jüngeren Stadien ist der ganze Schwanzfaden von einer derartigen Hülle umgeben (Fig. 14).

Bufo vulgaris LAUR.

(Taf. XXIV.)

Die Spermien dieses Anuren sind schon von mehreren Forschern beschrieben und abgebildet worden. V. LA VALETTE ST. GEORGE, welcher zuerst, im J. 1876 dieselben als mit zwei freien feinen Schwanzfäden versehen beschrieb, berichtete zwar in einer Mitteilung in W. KRAUSE'S »Nachträge zur allgemeinen und mikrosk. Anat.« im J. 1881 diese Angabe, da er sie jetzt als durch eine dünne Membran verbunden erkannte. Indessen hatten schon vorher SPENGLER (1876) und LEYDIG (1877) gefunden, dass am Schwanzfaden eine äusserst blasse undulierende Membran herabläuft. Den Kopf beschrieb LEYDIG als schwach gekrümmt, vorn fein zugespitzt auslaufend, hinten stumpf. JENSEN¹⁾ scheint sie jedoch zuerst (1879) in richtigerer Weise aufgefasst zu haben. »Der Schwanz«, sagt er, »besteht aus zwei Strängen, die normaliter durch einen grösseren Zwischenraum voneinander geschieden sind. Der eine Strang ist stark wellenförmig gebogen; der andere, etwas dünnere, ist gerade oder fast gerade.« »Die Stränge sind die Ränder einer Membran; der eine ist länger als der andere und legt sich daher in Falten, dem anderen Rande entlang.« Durch Mazeration löst sich die Membran, und nur die von den Rändern gebildeten, festeren Stränge erhalten sich unverändert; hinten verschmelzen sie zu einem Faden. Das protoplasmatische Mittelstück hat einen eigentümlichen Bau und setzt den Kopf in Form und Dicke unmittelbar fort.

Im J. 1883 besprach LEYDIG²⁾ von neuem die Spermien von *Bufo vulgaris*. Am Kopfe derselben ist, sagt er, ebenfalls eine dem »Spiesstück« der Urodelen entsprechende Partie zu unterscheiden, in der Gestalt eines hellen, spitz ausgehenden und durch einen feinen Querstrich abgesetzten Teiles. Ferner setzt sich hinter dem eigentlichen Kopfstück ein »Verbindungsstück« ab, welches kurz ist und hohl; durch sein Inneres tritt der Anfang des Schwanzfadens. Das eigentliche Ende des Schwanzes scheint, wie bei den Urodelen, durch den Randfaden des Flossensaumes gebildet zu sein.

Dann gab V. LA VALETTE ST. GEORGE³⁾ eine eingehendere Darstellung der Spermien von *Bufo cinereus*. Sie haben einen pfriemenförmigen Kopf, welcher bald einfach sichelförmig ist, bald eine starke Doppelbiegung zeigt. Vorn findet sich eine sehr feine Spitze, welche zuweilen schärfer abgesetzt erscheint, meistens jedoch unvermerkt in den übrigen Teil des Kopfes übergeht. Der Schwanz setzt sich zusammen aus zwei Fäden, von denen der eine, kürzere, mehr geradlinig, der andere, längere, meist dickere, mehr gebogen verläuft; der gestreckte kürzere verschmälert sich hinten und endet an dem gebogenen, welcher allein das Schwanzende bildet. Beide Fäden sind unter sich verbunden durch eine äusserst dünne Membran. An mehreren seiner Abbildungen sieht man ausserdem noch eine Art Verbindungsstück wechselnder Form. Er erwähnt auch Riesenspermien und bildet solche ab.

Schliesslich hat BROMAN (1900) auch *Bufo vulgaris* und *Bufo viridis* untersucht. Seine Abbildungen stimmen im ganzen mit der Beschreibung von V. LA VALETTE überein, aber er gibt noch dazu deutliche Bilder von den Zentralkörpern, nämlich bei *B. viridis* zwei hintereinander in der Längsrichtung am vorderen Schwanzende liegende Körnchen, von denen das vordere grösser ist; bei *B. vulgaris* findet sich ein stärkeres Körnchen; das hintere sieht man in den Figuren nicht deutlich. Im Verbindungsstück, welches nicht, wie V. LA VALETTE meint, bei der Reife verschwindet, konnte er eine Spiralhülle mit 6—10 Spiralwindungen nachweisen. Das Spitzenstück des Kopfes hat die Form einer gipfelförmig auslaufenden Mütze.

Zu diesen Schilderungen kann ich nur wenig neues hinzufügen. Die Fig. 1 der Taf. XXIV gibt ein vollständiges reifes Spermium von *Bufo vulgaris* wieder, wie man es in guten Präparaten sieht. Der *Kopf* bildet ungefähr ein Drittel der Länge des ganzen Spermiums; er ist zylindrisch, verschmälert sich aber vorn, indem das Vorderende hier in einem mützenförmigen *Spitzenstück* steckt, welches als ein dunklerer, glänzenderer Rand hervortritt und hinten scharf endigt. Am hinteren Ende des Kopfes finden sich dunkel färbbare *Zentralkörper*, welche

¹⁾ O. S. JENSEN, *Die Structur der Samenfüden*. Bergen 1879.

²⁾ FR. LEYDIG, *Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere*, 1883.

³⁾ V. LA VALETTE ST. GEORGE, *Spermatologische Beiträge*. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 27, 1886.

in den einzelnen Spermien etwas verschieden hervortreten und im ganzen schwer zu erforschen sind. Man sieht, wie in Fig. 1, in der Regel einen stärkeren dunklen Körper in das Kopfbende eingelagert, sowie einen anderen, hinter ihm nach aussen herausragenden dunklen Körper. Dieser letztere, dolchartig geformte Körper kehrt in den einzelnen Spermien fast immer wieder, obwohl er in den verschiedenen Lagen der Spermien mehr oder weniger deutlich hervortritt (Fig. 1, 2, 3, 8, 10) und verschieden lang und breit sein kann. Der andere vordere (proximale) Zentralkörper scheint aus zwei nebeneinander liegenden Körnchen zu bestehen und löst sich zuweilen deutlich in zwei kleinere auf.

Der *Schwanz* besteht, wie schon JENSEN und v. LA VALETTE zeigten, aus zwei getrennten Fäden, welche unter sich durch eine sehr dünne Membran verbunden sind; der eine Faden ist schmaler, kürzer und liegt gewöhnlich gestreckt, verschmälert sich noch mehr hinten und legt sich hier dem längeren dicht an, wonach sich dieser ohne merkbare Verschmälерung noch eine Strecke fortsetzt und das Schwanzende bildet; ein eigentliches, abgesetztes Endstück gibt es nicht.

Wenn der Schwanz gerade gestreckt liegt, wie in Fig. 1, sieht man den längeren Faden wellenförmig gewunden, wobei natürlich die Membran dieselben Drehungen mitmacht. In solchen Lagen, wie sie die Fig. 2 zeigt, liegt die Membran in einer Ebene, und beide Fäden ziehen gebogen, ohne kleinere Windungen, fort. Zuweilen reißt die Membran stellenweise ein (Fig. 11); dann tritt sie auch sehr deutlich hervor.

Der Schwanz befestigt sich mit seinen beiden aneinander genäherten Fäden an das Hinterende des Kopfes, da wo die vorderen Zentralkörper liegen. An den reifen Spermien sah ich hier keine andere Bildung, die als Verbindungsstück aufgefasst werden kann. In noch nicht reifen Stadien findet man hier oft einen Zytoplasmaklumpen, der später resorbiert wird. Auch am Kopfe selbst sind solche einhüllende Klumpen an den unreifen Spermien vorhanden; die Fig. 3 gibt diese Tatsache wieder. Dass aus der Zytoplasmaschicht eine den Kopf umgebende Hülle zurückbleibt, lässt sich an den angeschwollenen Spermien nachweisen; entweder sieht man an der Oberfläche solcher Köpfe einen körnigen Beleg (Fig. 4, 5) oder auch sogar feinste, netzförmig angeordnete, umspinnende Fäserchen (Fig. 7). An solchen angeschwollenen Köpfen behält das Spitzenstück ungefähr seine ursprüngliche Form, ohne merkbare Anschwellung, woraus man ersehen kann, dass es eine andere Beschaffenheit als die eigentliche Kopfschubstanz hat. Die Kopfschubstanz dieser Spermien schwillt sehr leicht an, so dass es sogar ziemlich schwer ist, ihre natürliche Gestalt gut zu fixieren.

Alytes obstetricans LAUR.

(Taf. XXV.)

Nachdem SPENGLER (1876) und LEYDIG (1877) diese Spermien kurz besprochen und sie z. T. richtig beschrieben und abgebildet hatten, gab E. BALLOWITZ eine eingehendere Schilderung derselben, aber ohne Abbildungen. Aus der Darstellung LEYDIG's führe ich hier an, dass er an dem Kopfe — den er als länglich, vorn zugespitzt und an den gleichen Teil bei den Salamandrinen erinnernd erwähnt, in unreifem Zustande aber breit fand — vorn eine Spitze sowie über den breiten Teil einen mittleren Streifen derart hinziehend sah, »dass er wohl eine Leiste ausdrückt;« »es mag«, fügt er hinzu, »somit im Querschnitt der Kopf vierkantig sich ausnehmen«. Längs des geraden Schwanzes sah er eine zarte aber deutlich undulierende Membran herabziehen.

Nach BALLOWITZ¹⁾ gleichen die Spermien von *Alytes* durchaus denjenigen der Bufonen, wie sie von JENSEN und v. LA VALETTE ST. GEORGE beschrieben sind. Die eigentliche Hauptfaser ist sehr zurückgebildet, sehr fein, fast gerade, gegen das Ende hin allmählich verjüngt. Der Randfaden, welcher den entgegengesetzten Rand der breiten, schön entwickelten Membran darstellt, ist wesentlich dicker, krausenförmig hin und her gebogen, mit Anilinfarben ziemlich intensiv färbbar. Gegen das hintere Ende verschmälert sich die Membran; hier gehen die beiden Fasern in einander über, doch so, dass die eigentliche Fortsetzung des Schwanzes von dem dickeren Randfaden gebildet wird. Mit LEYDIG hält BALLOWITZ es für unzweifelhaft, dass die gerade, feinere Faser sowohl bei *Bufo* als bei *Alytes* der Hauptfaser bei den Urodelen entspricht; sie tritt gegen die Randfaser in den Hintergrund. Das vorderste Ende der beiden am hinteren Kopfbende zusammenstossenden Fäden fand er bei *Alytes* von einem kleinen, ein wenig länglichen, sonst zylindrischen Verbindungsstücke umhüllt, dessen Oberfläche uneben und

¹⁾ E. BALLOWITZ, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen*. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band 36, 1890.

rauh erschien. An den Köpfen hebt sich stets ein feineres, sich blass violett färbendes, nicht gerade kurzes »Spitzenstück« ab. An wenig mazerierten Köpfen sah er, wie LEYDIG, »eine feine, scharf hervortretende, bis in die Nähe der Geißel sich erstreckende Linie auftreten, welche mit dem nicht quellenden Spitzenstück in Verbindung zu stehen schien. Über die Bedeutung dieser Linie«, fügt er hinzu, »habe ich keine rechte Klarheit gewinnen können; vielleicht stellt sie (ähnlich wie bei den Urodelen) eine Fortsetzung des Spitzenstückes dar«.

Bei meinen Untersuchungen über die Spermien von *Alytes* fand ich diese Angaben von BALLOWITZ im ganzen bestätigt, so dass ich diese Spermien nicht ausführlich zu beschreiben brauche, sondern nur diejenigen Teile eingehender bespreche, die ich weiter aufgeklärt habe. Weil von diesen Spermien bisjetzt keine genügenden Abbildungen veröffentlicht sind, habe ich ihnen die Tafel XXV gewidmet.

Die Fig. 1 stellt ein solches Spermium in seiner natürlichen Gestalt dar; in der Fig. 2 ist der Kopf ein wenig angeschwollen.

Der *Kopf* macht etwas mehr als ein Viertel der ganzen Länge des Spermiums aus. Er ist lanzettförmig, zylindrisch, aber nach vorn allmählich zugespitzt und enthält einen unweit der Oberfläche gelegenen Faden, welcher nach vorn dicker, nach hinten allmählich schmaler wird. Dieser Faden, den zuerst LEYDIG als einen »Streifen« und BALLOWITZ als eine »Linie«, aber vielleicht eine Fortsetzung des Spitzenstückes darstellend, schilderten, dringt bis an das äusserste Vorderende vor und ist hier von einer nur sehr dünnen Hülle umgeben. Ein abgesetztes Spitzenstück gibt es hier übrigens nicht. Hinten reicht der sehr verschmälerte, durch Anilinfarben sich stark tingierende Faden bis an das Hinterende des Kopfes (Fig. 1, 2, 3, 7, 8, 9). Zuweilen zieht sich die Kopfsubstanz, der Länge nach geschrumpft, zusammen (Fig. 5); dann erhält man diesen Faden zuweilen aus der Substanz herausgetreten, und zwar als starrer Strang; hierdurch ist seine Fadennatur sicher bewiesen. Zuweilen sah ich ihn auch in zwei Fäden geteilt (Fig. 6), ja sogar neben ihm noch einen von hinten kommenden Faden, der offenbar der eigentlichen Hülle angehört (Fig. 7).

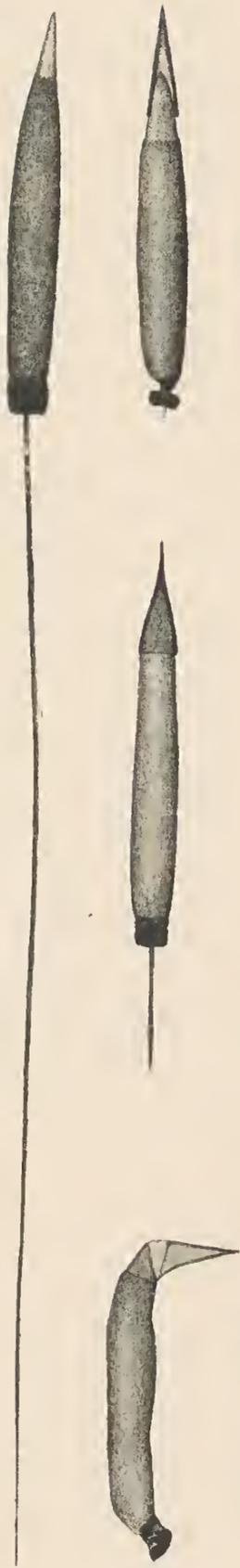
Der *Schwanz* besteht, wie BALLOWITZ angibt, aus zwei Fäden, nämlich aus einem mehr geraden, kürzeren, hinten allmählich sich verschmälernden und fein auslaufenden sowie aus einem längeren, sich stark windenden, gröberen und auch nur wenig schmälern Faden, welche beide durch eine dünne, wellenförmig gebogene Membran verbunden sind; die beiden Fäden vereinigen sich hinten, und der längere bildet das eigentliche Schwanzende, ohne ein abgesetztes Endstück darzubieten. Diese Zusammensetzung des Schwanzes stimmt also, wie BALLOWITZ hervorhebt, in allem wesentlichen mit den Verhältnissen bei *Bufo* überein. Wenn die Membran abgerissen oder aufgelöst wird, sieht man die beiden Fäden zurückbleiben, wobei sich der längere in viele verschiedene Windungen legt (Fig. 3).

Es erübrigt mir aber nun noch, das Verhalten des vorderen Schwanzendes zum Kopfe zu beschreiben, welches Eigentümlichkeiten darbietet. Das vordere Schwanzende steigt nämlich eine Strecke an dem hinteren Kopfe vorbei und legt sich ihm an. Die Fig. 1, 2, 3, 4, 6, 7 etc. zeigen dies ganz deutlich, und zwar v. a. Fig. 6, wo man das hintere Kopfe rechts neben dem vorderen Schwanzende hervorragen sieht. Hier findet man nun auch die Zentralkörper, in der Gestalt von zwei rundlichen Körnchen, welche in der Längsrichtung des Spermiums dicht an einander gelagert sind (Fig. 1, 2, 3, 4, 6), und zwar auch dicht an dem stabförmig emporragenden vorderen Schwanzende. Der Randfaden reicht auch bis an das hintere Körnchen empor. In einzelnen Fällen sah ich auch (Fig. 8) diese Teile in etwas anderer Weise angeordnet, die sich jedoch schwerer erklären liess, da hier noch ein Faden emporsteigt.

Ein eigentliches Verbindungsstück liess sich hier nicht nachweisen. Auch an den unreifen Spermien (Fig. 9) fand ich keines, nur Zytoplasmotropfen oder Klumpen, welche den Kopf in verschiedener Gestalt und Grösse muschlossen.

Callula pulchra GRAY.

Ich versuchte von verschiedenen Seiten Vertreter der Batrachier-Ordnung zu erhalten. Es gelang mir aber nur selten, Spermien-tragende Exemplare zu bekommen. Bei *Callula pulchra* fanden sich jedoch reife Spermien, weshalb ich sie hier kurz besprechen will. Weil ich dieses Material später, als die schon vor Jahren gefertigten Tafeln über die übrigen Amphibien-Spermien gedruckt waren, durch Herrn J. REICHELT in Berlin erhielt, kann ich die Abbildungen von *Callula* nur hier im Texte mitteilen.



Man kann an ihnen den *Kopf* mit *Spitzenstück*, das *Verbindungsstück* mit *Zentralkörpern* und den *Schwanzfaden* unterscheiden. Der Kopf ist zylindrisch-walzenförmig, an beiden Enden verengert. An seinem Vorderende unterscheidet man ein mützenartig, mehr oder weniger zugespitztes Spitzenstück; wenn dieses abgelöst wird, sieht man, dass in der natürlichen Lage die Kopfsubstanz vorn spitz verlängert ist und in den Hohlraum der Mütze hineinragt. Am hinteren Ende des Kopfes findet sich ein in Anilinfarben sich färbendes kurzes Verbindungsstück, in dessen Mitte der Schwanzfaden bis zum hinteren Kopfende vordringt. Durch eine schwache Mazeration tritt in dem Verbindungsstück eine weitere Zusammensetzung hervor, nämlich ein ringförmiger Körper, durch dessen Lumen der Schwanzfaden verläuft, und davor ein Körnchen, das in das Kopfende eingefügt ist. Die optischen Durchschnitte der Seitenpartien des Ringes präsentieren sich als zwei Körnchen. Dieser Ring und das vordere Körnchen stellen offenbar den Zentralkörperapparat dar, welcher von einer feinkörnigen Substanz des Verbindungsstückes eingehüllt ist. Der Schwanz ist ein langer, feiner Faden, der sich hinten etwas zuspitzt, ohne ein abgesetztes Endstück zu bilden. Keine Flossenmembran ist nachzuweisen. Auch liess sich keine Zusammensetzung des Fadens aus mehreren Fäden dartun, obwohl ein fibrillärer Bau wohl wahrscheinlich ist.

Pelobates fuscus LAUR.

(Taf. XXVI.)

Nach SPENGLER¹⁾ (1876—77) besitzt *Pelobates* Spermien mit einem langen, korkzieherförmig gewundenen Kopf und einen langen feinen Schwanz ohne undulierenden Saum.

LEYDIG²⁾ sah an ihnen ebenfalls einen langen, schraubenförmig gewundenen, scharf gezeichneten Kopf, der sich vorn spitz und zart ausstreckt, ferner einen mehr als doppelt so langen Schwanz, ohne undulierende Membran.

E. BALLOWITZ³⁾ beschrieb an ihnen einen spiralig gewundenen, sonst zylindrischen Kopf und eine Geissel; ein Verbindungsstück konnte er nicht wahrnehmen. Der Kopf zeigt etwa 12—14 Spiralwindungen, welche in der Mitte am schmalsten sind und nach hinten hin allmählich etwas breiter werden. Die vordersten $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Windungen sind am weitesten und werden von einer sehr feinen, hellglänzenden, zarten Fortsetzung des Kopfes gebildet; dieser vordere Abschnitt bleibt bei der Färbung des hintersten Teils des Kopfes ungefärbt und quillt nicht, wie der letztere, durch Reagenzien, weshalb er als Spitzenstück zu bezeichnen ist. Die meist in mehreren weiten Spiralwindungen gebogene kontraktile Geissel erscheint bei gewöhnlicher Untersuchung als einfacher, stark lichtbrechender Faden. In Kochsalzlösung zerfällt aber dieser bald in zwei völlig gleich aussehende Fäden, welche parallel nebeneinander liegen und bis zum Schwanzende reichen. Endstück und Saum fehlen, aber von den Fäden selbst können sich feinere Fäden ablösen.

Meine Befunde stimmen nun mit denen von BALLOWITZ gut überein; was ich besonders hinzuzufügen habe, gilt indessen von einem wichtigen Teil, dem *Zentralkörper*.

Die Spermien von *Pelobates* sind lang und schmal. Die Fig. 1 gibt eines, nach guter Osmiumfixierung, in natürlicher Gestalt wieder. Die Fig. 2 stellt einen etwas angeschwollenen Kopf dar. Am Kopfe findet man die von BALLOWITZ beschriebene Anordnung der Windungen, die sich in der Regel auf 14—15 belaufen. Der Kopf stellt einen in solche Windungen gerollten, langen, schmalen Zylinder dar, verschmälert sich aber, nach beiden Enden hin, v. a. aber vorn, wo er fein zugespitzt ausläuft. Die ersten Windungen an dem vorderen Ende sind, wie BALLOWITZ angibt, weit und breit, die dahinter folgenden die schwächsten; dann kommen aber, etwa von der Mitte ab, wieder stärkere Windungen, die bis zum allmählich stark verschmälerten Hinterende des Kopfes reichen. Besonders nach der Anschwellung des Kopfes (Fig. 2) bemerkt man, dass sein vorderes Ende von einer dünnen Hülle bekleidet ist, welche eine relativ lange

¹⁾ I. W. SPENGLER, *Das Urogenitalsystem der Amphibien*. Arb. aus dem Zoolog.-zootom. Inst. in Würzburg. 3. Bd, 1876—77.

²⁾ FR. LEYDIG, *Die anuren Batrachier der deutschen Fauna*, 1877.

³⁾ E. BALLOWITZ, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen*. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band 36, 1890.

Spitzmütze bildet und am vorderen Kopfe sitzt, das in dieselbe hineinragt; das vorderste Ende dieser Mütze ist jedoch nicht hohl und enthält keinen Fortsatz der eigentlichen Kopfsubstanz, färbt sich in anderer Weise und bricht das Licht stärker; die Mütze ähnelt den entsprechenden Teilen bei anderen Anurenspermien, v. a. denjenigen von Bufo, Rana, Callula und Hyla, und ist als eine Art »Spitzenstück« zu bezeichnen.

Den Schwanz fand ich ebenso, wie BALLOWITZ ihn beschreibt. An den gut fixierten Spermien (Fig. 1) sieht man nur einen schmalen, einfachen, ungeteilten Faden, der ungefähr dieselbe Breite bis zum Ende hat; doch spitzt er sich am eigentlichen Ende etwas zu, ohne ein abgesetztes Endstück zu besitzen. Nach kurzer Mazeration in Kochsalzlösung, oder sogar nur in Wasser, findet man jedoch viele Schwänze, die einen Zerfall in zwei parallel verlaufende Fäden zeigen (Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7), welche vom vorderen bis zum hinteren Schwanzende reichen. Hier und da sieht man auch solche, an denen diese Fäden noch einen weiteren Zerfall darbieten, indem sich von den zwei Hauptfasern einzelne Fäserchen abgelöst haben (Fig. 3, 4), ja stellenweise sogar einen Zerfall in mehrere feinste Fäserchen (Fig. 3). Hierbei findet man sie auch angeschwollen (Fig. 2, 6, 7 etc.).

Ein Verbindungsstück im eigentlichen Sinne gibt es nicht. Dagegen fand ich am Ansatz des Schwanzes einen sich mit Anilinfarben dunkel färbenden, länglichen, mandelförmigen Körper, welcher mit dem vorderen spitzeren Ende etwas schief nach der einen Seite in das hintere Kopfe eindringt und offenbar als *Zentralkörper* aufzufassen ist (Fig. 2, 3, 4, 6, 7). Eine Zusammensetzung desselben aus mehr als einem Körper sah ich nicht. An den nicht angeschwollenen Spermien (Fig. 1) trat er nicht hervor.

Hyla arborea L.

(Taf. XXVII, Fig. 1—11.)

Über die Spermien von Hyla finden sich in der Literatur mehrere Angaben. Die ältesten scheinen von LEYDIG¹⁾ (1877) herzurühren. Er fand an ihnen einen langen, gekrümmten Kopf, nach vorn und hinten leicht zugespitzt, und einen feinen Schwanzfaden von ziemlich grosser Länge; den Kopf umgibt allgemein ein grösserer Ballen von Zellschubstanz, der sich auch eine Strecke weit am Schwanzfaden hinzuziehen scheint; es blieb ihm zweifelhaft, ob dieser als undulierender Saum diene. Die Figuren LEYDIG's zeigen offenbar, dass er noch nicht reife Stadien vor sich gehabt hat.

Nach v. LA VALETTE ST. GEORGE²⁾ hat der Kopf die Gestalt eines vorn sehr spitz zulaufenden, hinten stumpf abgerundeten Stäbchens oder Pfiemems; er trägt ein zuweilen schärfer abgesetztes Spitzchen. Der Schwanz ist ziemlich lang, etwas mehr als zweimal länger als der Kopf. Dieser und der Schwanzfaden werden durch eine feinkörnige, anscheinend mit der Reife des Spermiums immer mehr abnehmende Protoplasmamasse verbunden. Das früher vorhandene »Verbindungsstück« wird nach und nach auf ein Minimum reduziert und lässt sich noch bei anscheinend fertigen Spermien als ein kleines Knötchen zwischen Kopf und Faden erkennen.

BROMAN³⁾ sah am Kopfe der Hyla-Spermien das Spitzenstück in der Gestalt einer stark entwickelten, zipfelförmigen Mütze; im Verbindungsstück konnte er bei Hyla, wie bei Bufo, 6—10 Spiralwindungen zählen. Der Schwanz zeigt eine bisher unbeachtete Eigentümlichkeit darin, dass der eigentliche Faden am vorderen Teil durch noch ein Fadenstück verstärkt ist, welches etwa doppelt stärker zu sein scheint und an beiden Enden abgestumpft ist; das vordere Ende dieses »Extrafadens« wird von den 2—3 hinteren Windungen der Spiralhülle des Verbindungsstücks umgeben. BROMAN ist am meisten geneigt, dieses Stück dem von BALLOWITZ bei Triton beschriebenen »Nebenfaden« gleichzustellen. Den Zentralkörperapparat sah BROMAN aus zwei in der Längenrichtung des Spermiums am Vorderende des Schwanzfadens gelagerten Körnchen bestehen.

Die Fig. 1 der Taf. XXVII gibt das Aussehen eines gut fixierten reifen Spermiums von Hyla wieder. Der Kopf, welcher ungefähr ein Drittel der Länge des ganzen Spermiums ausmacht, ist zylindrisch, walzenförmig und trägt vorn ein ziemlich scharf abgesetztes *Spitzenstück*, welches wie eine helle konische Mütze dem Kopfe ansitzt; an der Ansatzstelle findet man an den beiden Randpartien je ein dunkles Körnchen, das als optischer Durchschnitt eines feinen Randstrangs aufzufassen ist. An den Rändern des eigentlichen Kopfes bemerkt man ebenfalls, obwohl

¹⁾ LEYDIG, *Die anuren Batrachier der deutschen Fauna*, 1877.

²⁾ v. LA VALETTE ST. GEORGE, *Spermatologische Beiträge*. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band 27, 1886.

³⁾ IVAR BROMAN, *Bidrag till kannedomen om Batrachie-spermiernas byggnad*. Lund 1900.

undeutlich, feinste Körnchen. Sie treten auch in den Fig. 2, 3, 6, 7 hervor. Durch die leicht eintretende Anschwellung der Kopfsubstanz erfährt man, was diese Körnchen bedeuten. Die Fig. 4, 9, 11 geben die Erklärung. Es sind feine Fäserchen, welche den Kopf umstricken und bei der Anschwellung desselben sich nicht oder wenig verlängern, wodurch Einschnürungen der Substanz des Kopfes entstehen. Dieses Fasernetz gehört offenbar einer zarten, den Kopf umschliessenden Hülle an, welche bei der Anschwellung desselben wahrscheinlich berstet und nur in Fetzen zurückbleibt; in ihr liegen zuweilen auch einzelne färbare Körnchen eingelagert.

Der *Schwanz* zeigt sich nach guter Fixierung, ohne Anschwellung, als längerer, einfacher Faden (Fig. 1), welcher vom Kopfende ausgeht und an seinem Anfang von einer kleinen ovalen Plasmaansammlung umgeben ist, in der ich keinen Spiralfaden entdecken konnte (Fig. 1, 7, 10); ihrer Lage nach lässt sie sich jedoch als eine Art Verbindungsstück auffassen, weil sie auch noch im reifen Zustande vorkommt; an ihrem Vorderende, dicht am Kopfe, sieht man einen dunkeln Körnerhaufen, welcher offenbar den *Zentralkörperapparat* enthält. Der Schwanz tritt als blasser Faden durch das sog. Verbindungsstück hindurch (Fig. 1, 2, 3, 7, 8), wird aber dann dunkler und färbbarer und zeigt in manchen Fällen eine deutliche Zusammensetzung aus zwei Fäden (Fig. 3, 5, 7, 8, 9); ja schon in Fig. 2 sieht man dies am Anfang angedeutet. Nach BROMAN soll der zweite Faden nur eine kleine Strecke als Extrafaden dem eigentlichen Schwanzfaden dicht anliegen und an beiden Enden abgestumpft sein. Ich habe auch einige Spermien gefunden, wo der zweite Faden dieses Aussehen hatte (Fig. 5, 10); in einer Reihe anderer Fälle sah ich aber diesen zweiten Faden jedenfalls weit nach hinten neben dem anderen hin ziehen (Fig. 7, 8, 9); ob er bis an das hintere Schwanzende zu spüren ist, war mir nicht möglich zu entscheiden, manches deutet doch darauf hin. An dem Vorderende der beiden Fäden, welche oft deutlich bis an das hintere Kopfende sichtbar waren (Fig. 6, 8, 9), fand ich je zwei dunkel färbare Körnchen, von denen jedes Paar in der Längsrichtung der Fäden lag und als *Zentralkörperkörnchen* zu bezeichnen ist. Die Schwanzfäden sind leicht zerbrechlich, und infolgedessensind in den Präparaten oft nur Stücke derselben erhalten; bald sind beide Teilfasern zerbrochen, bald ist die eine erhalten, von der anderen aber hat man nur Partien übrig.

Bombinator igneus Rös.

(Taf. XXVII, Fig. 12—14.)

WAGNER und LEUCKART¹⁾ schilderten diese Spermien als denen des Salamanders ähnlich.

v. SIEBOLD²⁾ beschrieb die Spermien von *Bombinator igneus* schon im J. 1850 und bildete sie, besonders nach WAGNER und LEUCKART, ab. Sie sind, sagt er, um vieles kürzer als diejenigen der Frösche; sie haben eine schwächliche, spindelförmige, nach beiden Enden hin spitz auslaufende Gestalt; das eine Ende, das Schwanzende, ist aber viel feiner; der auffallendste Teil ist ein äusserst zarter, undulierender Saum, der sich an der Seite ihres Körpers herabzieht. EIMER (1874)³⁾ teilte von den Spermien des *Bombinator* einige Abbildungen mit, an denen man den walzenförmigen Kopf, den Flossensaum und ein mittleres Protoplasmahäufchen bemerkt.

LEYDIG⁴⁾ unterschied einen »Kopf« in Gestalt eines spindelförmigen, häufig halbmondförmig gebogenen Körperchens und einen »Schwanzfaden«, der aber nicht in der geradlinigen Verlängerung des Kopfes liegt, sondern gegen die Aushöhlung des letzteren eingeschlagen erscheint; er ist blasser als der Kopf, läuft sehr fein aus und trägt den flottierenden Saum. Protoplasmareste umgeben auch die fertigen Spermien teilweise in Ballenform.

Später kam LEYDIG⁵⁾ auf dieses Thema zurück. Das Kopfstück, sagt er nun, ist nicht homogen, sondern zerfällt in Innensubstanz und Wandschicht, und von letzterer springen von Stelle zu Stelle Zacken ins Innere vor. Das Kopfstück scheint nicht zylindrisch zu sein, sondern platt und leicht spiralig gedreht.

PFLÜGER⁶⁾ erwähnte zuerst am vorderen Kopfende ein kurzes Spitzchen, dessen Ende etwas abgestumpft sei. Er lässt das Spermium aus einem spindelförmigen Kopf und einem einfachen, sehr langen, fadenförmigen Schwanz bestehen. Nach ihm sind diese Spermien genau nach demselben Typus gebaut, wie die analogen Gebilde bei allen anderen Batrachiern.

¹⁾ R. WAGNER und R. LEUCKART. *Todd's Cyclopædia of Anatomy and Physiology*, Vol. IV, 1849.

²⁾ Th. v. SIEBOLD, *Ueber undulirende Membranen*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 2, 1850.

³⁾ Th. EIMER, *Ueber den Bau und die Bewegung der Samenfäden*. Zoolog. Untersuchungen 1. Heft. 1874. Würzb. Verh. N. F., Bd. 6.

⁴⁾ Fr. LEYDIG, *Die anuren Batrachier der deutschen Fauna*, 1877.

⁵⁾ Fr. LEYDIG, *Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere*, 1883.

⁶⁾ PFLÜGER, *Untersuchungen über Bastardierung der anuren Batrachier und die Prinzipien der Zeugung*. Archiv f. d. ges. Physiologie, Band 32, 1888.

v. LA VALETTE ST. GEORGE¹⁾ beschrieb im J. 1885 diese Spermien eingehender. Sie haben einen spindelförmigen »Körper«, dessen Oberfläche eine geflechtartige Zeichnung trägt. Unterhalb des oberen Spitzchens beginnt eine Flimmerkrause, welche mehr oder weniger spiralig gedreht ist, die untere Spitze frei lässt und von einem Faden getragen wird. Dieser ist oben, dicht unter dem stumpfen Spitzchen, stets mit dem Körper verbunden, geht dann fast gerade abwärts oder windet sich mehr oder weniger um denselben herum.

Schliesslich hat BROMAN²⁾ den Bau dieser interessanten Spermien in schönster Weise eruiert und erklärt.

*Er unterschied wieder in bestimmter Weise *Kopf* und *Schwanz*. Der Kopf stellt einen leicht gebogenen, im Querschnitte runden, spindelförmigen Körper dar, welcher sich hinten allmählich verjüngt und in eine Spitze ausläuft; das vordere Ende ist kegelförmig; es nimmt ziemlich rasch an Durchmesser ab und endigt mit einem plötzlichen Absatz in den *Spiess*. Dieser setzt sich hinten ins Innere des Kopfes bis zu dessen Ende als ein sich allmählich verjüngender Faden fort. Resistenter als der eigentliche Kopf, bleibt der Spiess nach der Mazeration allein zurück und stellt den von v. LA VALETTE entdeckten »Skelettteil des Körpers« dar. Am vorderen Kopfe liegt an einer Seite die Insertion des Schwanzes, welche durch zwei kleine Kügelchen vermittelt wird. Diese von BROMAN entdeckten Kügelchen stellen die beiden *Zentralkörper* dar; von dem hinteren geht der eigentliche *Schwanz* aus. Dieser besteht aus zwei Fäden und einer dieselben verbindenden Flossenmembran; von den Fäden ist der eine dicker, kürzer, nur leicht gebogen und aktiv nicht beweglich (der Stützfaden v. LA VALETTES). Der andere Faden ist dünner und länger und liegt an dem freien Rand der Flossenmembran; der hintere Teil dieses vorher noch nicht beschriebenen »Bewegungsfadens« ragt mehr oder weniger weit frei über den Stützfaden hinaus. Diese Fäden gehen beide zusammen von dem hinteren Zentralkörper aus; anfangs divergierend, halten sie sich nachher in der gleichen Entfernung voneinander, um sich etwa in der Höhe der hinteren Kopfspitze wieder zu vereinigen; von dieser Stelle ab setzt sich der Stützfaden nur eine kurze Strecke nach hinten fort, um entweder frei oder mit dem Bewegungsfaden zu einem gemeinsamen Faden verbunden zu werden. Im allgemeinen zeigt der Schwanz zwei Biegungen. Der Kopf und der ihm anliegende Teil des Stützfadens sind durch eine dünne Zytoplasmaschicht miteinander verbunden. Die mit Zytoplasmaballen versehenen Spermien sind nicht als reif zu betrachten.

Da ich in dieser Darstellung der mir zugänglichen Amphibien-Spermien die von Bombinator nicht vermessen wollte, habe ich sie zu verschiedenen Malen untersucht. Wie BROMAN, fand ich diese Spermien nicht leicht gut fixierbar. Es gelang mir aber doch oft, gute Präparate von ihnen zu bekommen. Ich fand jedoch, dass die Beschreibung und Darstellung dieses Forschers dasselbe schon so genau wiedergaben, was ich nachher gefunden, dass ich auf eine erneute Beschreibung verzichte. Eine neue Beschreibung von mir würde nämlich eine Wiederholung der seinigen werden, weshalb ich auf das hier oben gegebene Referat der Ergebnisse BROMAN's und auf seine eigene Abhandlung hinweise. Doch habe ich auf der Tafel XXVII in den Fig. 12, 13 und 14 einige von meinen Abbildungen veröffentlichen lassen, welche die von BROMAN gelieferten komplettieren können. Meine Fig. 12 gibt eine gute Abbildung eines schön fixierten Spermiums in natürlicher Gestalt wieder; man kann hier den Bau gut überblicken. Die Fig. 2 stellt nur die drei Fäden dar, nachdem die Kopfschubstanz durch Mazeration ganz abgelöst ist. Die Fig. 14 gibt das vordere Ende des Kopfes wieder. Es sieht oft so aus, als ob der Spiessfaden, welcher dem von mir zuerst im Kopfe der Salamander-Spermien entdeckten Spiessfaden entspricht, hier bei Bombinator aus zwei dicht beisammenliegenden Fäden bestehe, und in ihrem vorderen oft knopfförmig verdickten Ende glaubt man noch je ein dunkles Körnchen zu erkennen (Fig. 14); dies Gebilde hat jedoch einen so starken Glanz, dass es schwer ist, diese Körnchen sicher wahrzunehmen und die Frage von ihrem Vorhandensein zu entscheiden. Der Randfaden der Flossenmembran ist von sehr verschiedener Länge.

Offenbar sind die Spermien der verschiedenen Batrachierformen von besonderem Interesse. Ausser den hier oben besprochenen hat E. BALLOWITZ noch zwei andere untersuchen und beschreiben können. Es sind dies *Discoglossus pictus* OTTH. und *Pelodutes punctatus* BONAP. Obwohl es mir bisjetzt nicht vergönnt war, diese Tierformen brutfähig zu erhalten und sie mit eigenen Augen zu studieren, finde ich es jedoch richtig, der obigen Übersicht ein kurzes Referat der betreffenden Ergebnisse des genannten Forschers hier beizufügen.

¹⁾ v. LA VALETTE ST. GEORGE, Spermatologische Beiträge, 1. Mitth. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band 25, 1885.

²⁾ IVAR BROMAN, Ueber Bau und Entwicklung der Spermien von Bombinator igneus. Anatom. Anzeiger, 17. Band, N:o 6 und 7, 1900.

BALLOWITZ¹⁾ hat im 17. 1903 die wunderbaren Spermien des seltenen Batrachiers *Discoglossus* beschrieben, bei dem der Kopf eine wahrhaft kolossale Länge hat, aber auch der Schwanz ausserordentlich lang ist. Am Kopfe ist das Spitzenstück ganz kurz, fein, starr und nadelförmig; der übrige Kopf besteht aus zwei Teilen, einem vorderen, dem Vorderstück, und einem hinteren, dem chromatinhaltigen Hinterstück; der Kopf liegt in spiraligen Windungen. Am Schwanze unterscheidet man den Hauptfaden, die undulierende Membran und den wellig angeordneten Randfaden. Sehr eigentümlich ist das Verbindungsstück; es sitzt nämlich einseitig, am vorderen Ende des Schwanzes, aber ohne den Kopf zu berühren, als rundlich ovale, abgeplattete Scheibe dem Schwanze an, und zwar am vorderen Ende des Randfadens. Das vordere Schwanzende des Achsenfadens dringt ungewöhnlich tief in das hintere Kopfende hinein. BALLOWITZ war durch eine Notiz von SPENGLER (v. J. 1876) auf diese sonderbaren Spermien aufmerksam geworden.

In der letzten Zeit hat BALLOWITZ²⁾ die Spermien noch eines Batrachiers, *Pelodytes punctatus* BONAP., eines nahe Verwandten des vorigen, beschrieben und abgebildet. Diese Spermien fand er absolut sehr klein, aus Kopf und Geißel bestehend; ein besonders hervortretendes Verbindungsstück konnte er nicht erkennen. Die Geißel war etwa 2mal so lang als der Kopf. Dieser ist zylindrisch und in etwa 2—2¹/₄mal länger ausgezogene Spiralwindungen gebogen; nach vorn zieht er sich in eine längliche, mehr starre, feine Spitze aus, an deren Ende B. zuweilen ein widerhakenförmiges Knötchen sah. In Mazerationen zerfällt der Kopf in zwei differente Abschnitte; der hintere Teil quillt leicht oder löst sich auf, der feinste vordere Teil ist resistent, behält die Farbe und scheint in zwei kurze, differierende Schenkel auszulaufen, welche aber wohl der optische Ausdruck seiner Wandung sind. Am hinteren Ende des Kopfes haftet die Geißel, welche aus zwei Fäden besteht, die durch eine dünne, färbare Zwischenmembran miteinander verbunden sind. Der eine Faden verdünnt sich nach hinten etwas und verbindet sich mit dem anderen, hier ziemlich gleichbleibenden Faden, wonach nur ein Faden sich unterscheiden lässt. Dieser Bau der Geißel ähnelt dem der Krötenspermien. Die Geißelfäden heften sich an den Kopf mittelst eines kleinen, in das hintere Kopfende eingesenkten, stark färbaren Körperchens, welches aus zwei dicht hintereinander gelegenen Abschnitten zusammengesetzt zu sein scheint und wohl mit dem Zentralkörper in genetischem Zusammenhang steht. Hierdurch nähern sich diese Spermien denjenigen des *Pelodytes fuscus*, bei denen jedoch zwei durch eine Zwischenmembran verbundene, getrennte Schwanzfäden nicht vorhanden sind, wohl aber durch Mazeration sich zwei Fäden isolieren lassen.

¹⁾ E. BALLOWITZ, Die merkwürdigen 2¹/₂ Millimeter langen Spermien des Batrachiers *Discoglossus pictus* OTTH., Archiv f. mikroskop. Anat. u. Entwicklungsgesch., Band 63, 1903.

²⁾ E. BALLOWITZ, Die Spermien des Batrachiers *Pelodytes punctatus* BONAP. Anatom. Anzeiger, 27. Band, 1905.



Taf. XVI—XXVII.

Die Spermien der Amphibien.

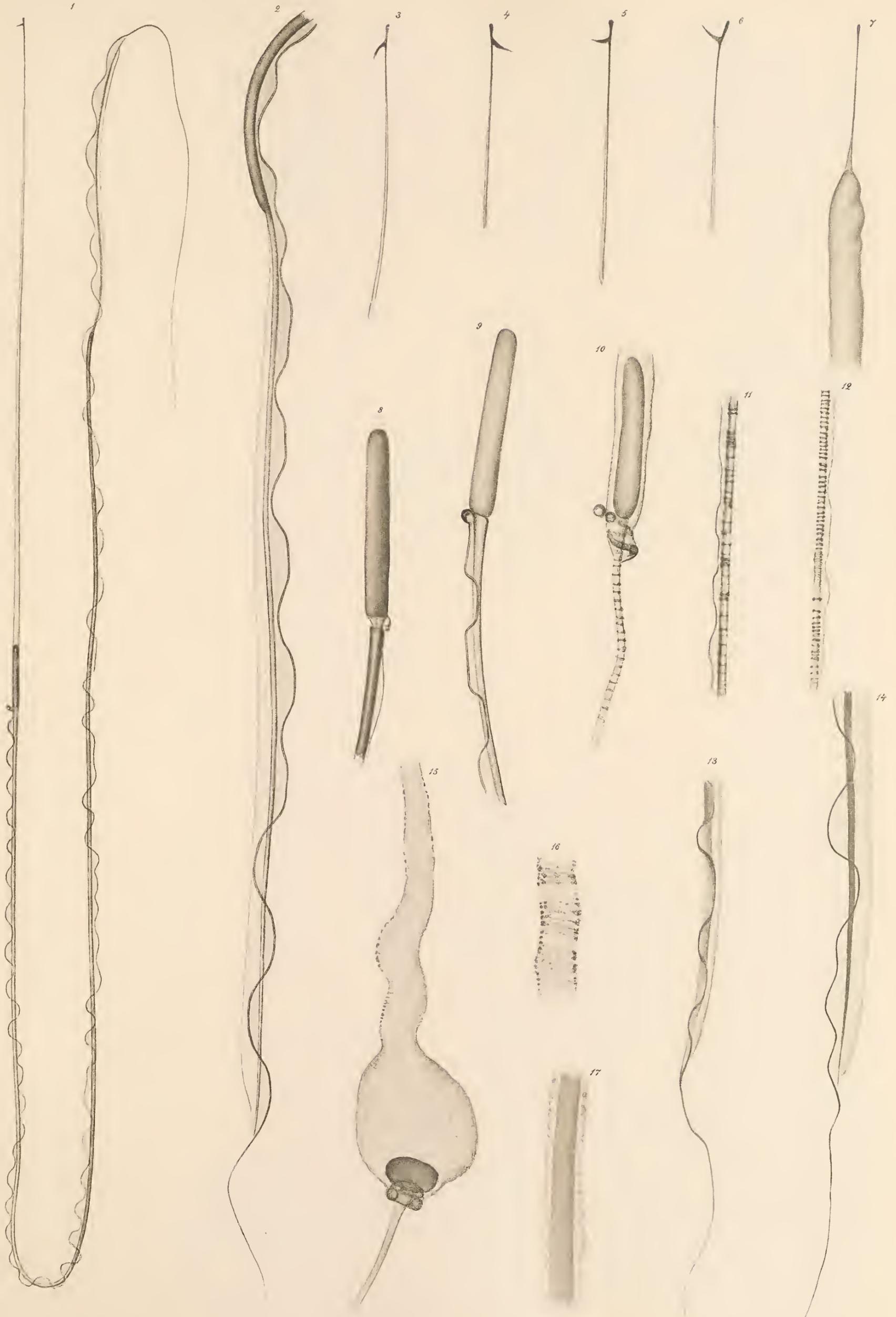
Die Namen der Tiere sind auf jeder Tafel angegeben.

Vergröss. mit Zeiss' Apochromat. Homogen. Immersion 2 mm Apert. 1.30 und Komp. Okul. 12. Die meisten Fig. der Tafeln sind aber ausserdem 3-mal linear vergrössert, um die feineren Details noch mehr hervorzuheben. Von dieser letzteren 3-maligen Vergrösserung machen folgende Figuren eine Ausnahme: Taf. XVI, Fig. 1; Taf. XVIII, Fig. 1; Taf. XX, Fig. 1; Taf. XXI, Fig. 1; Taf. XXII, Fig. 1.

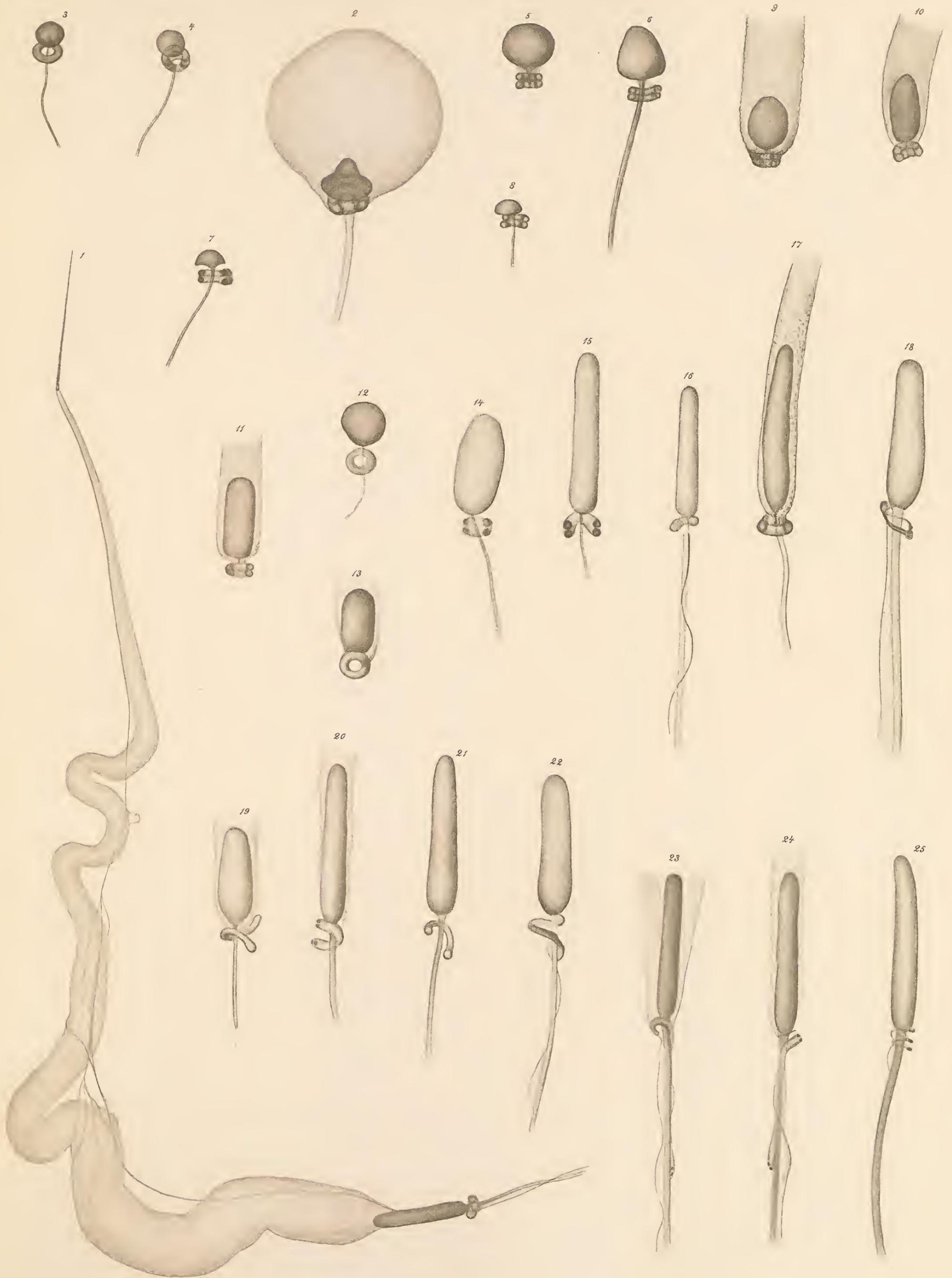
Taf. XXVIII.

Die Spermien der Reptilien.

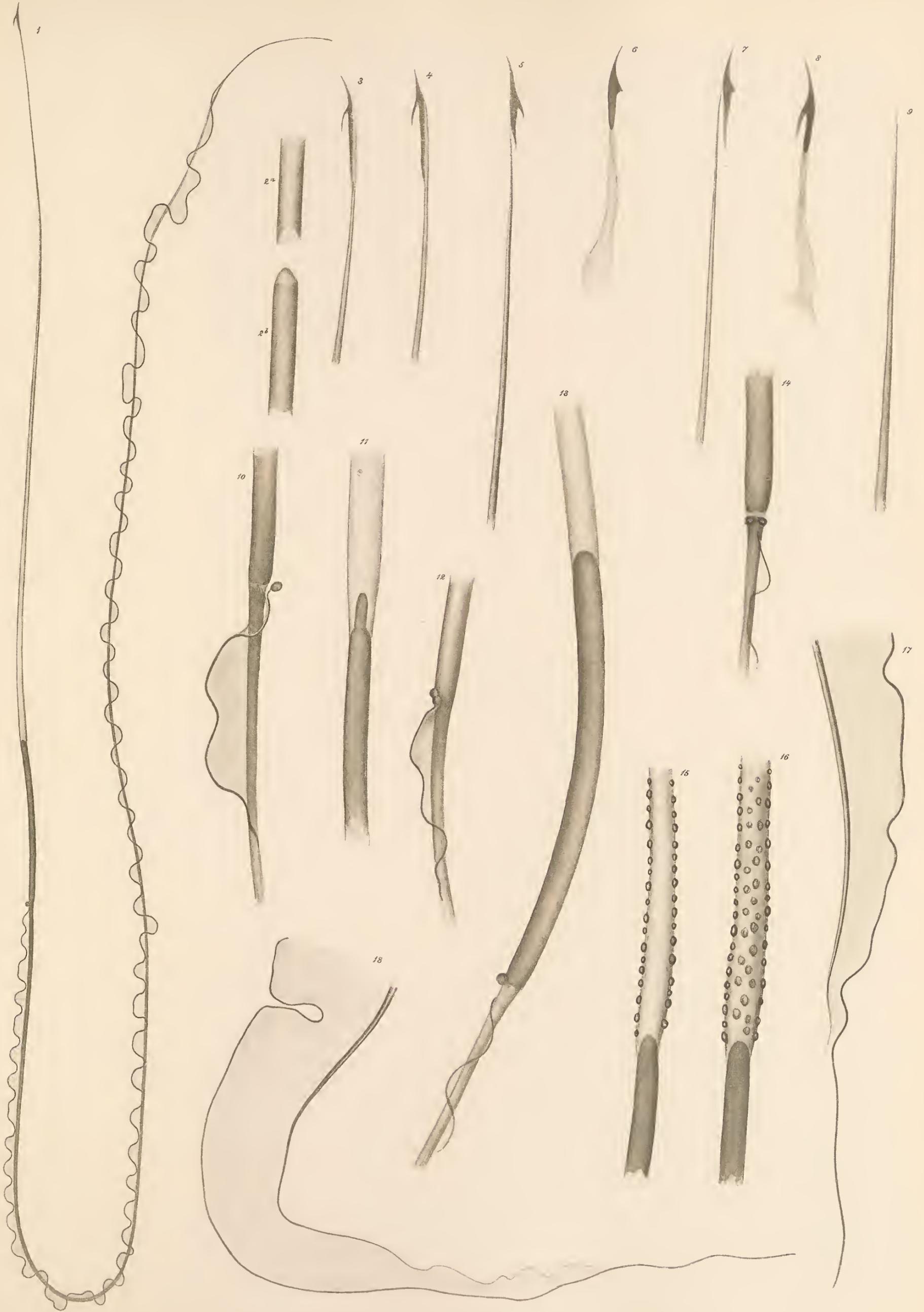
Vergröss. mit Zeiss' Apochromat. Homogen. Immersion 2 mm Apert. 1.30 und Komp. Okul. 12. Alle Fig. sind aber ausserdem noch 3-mal linear vergrössert.



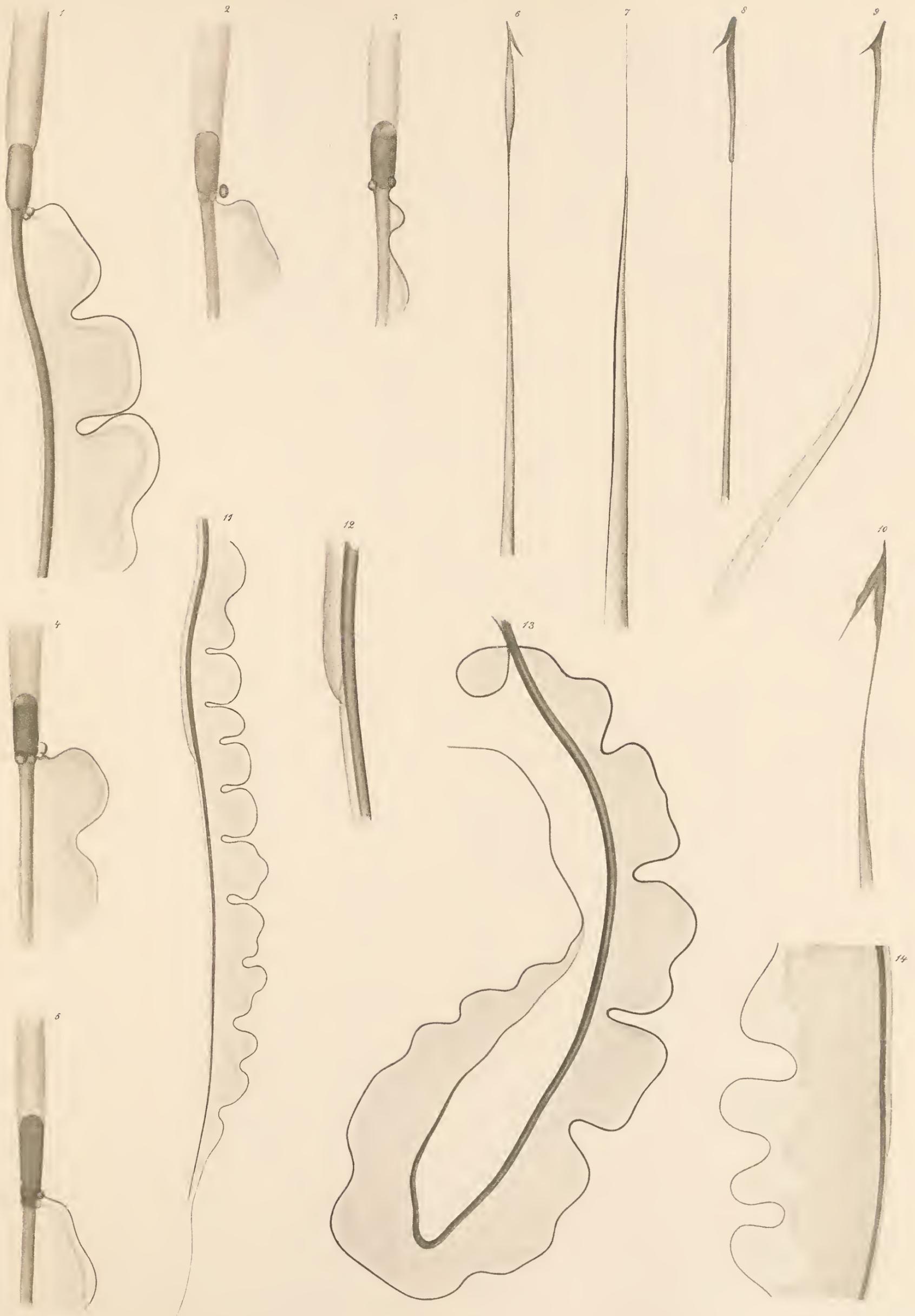
Siredon pisciformis Shaw.



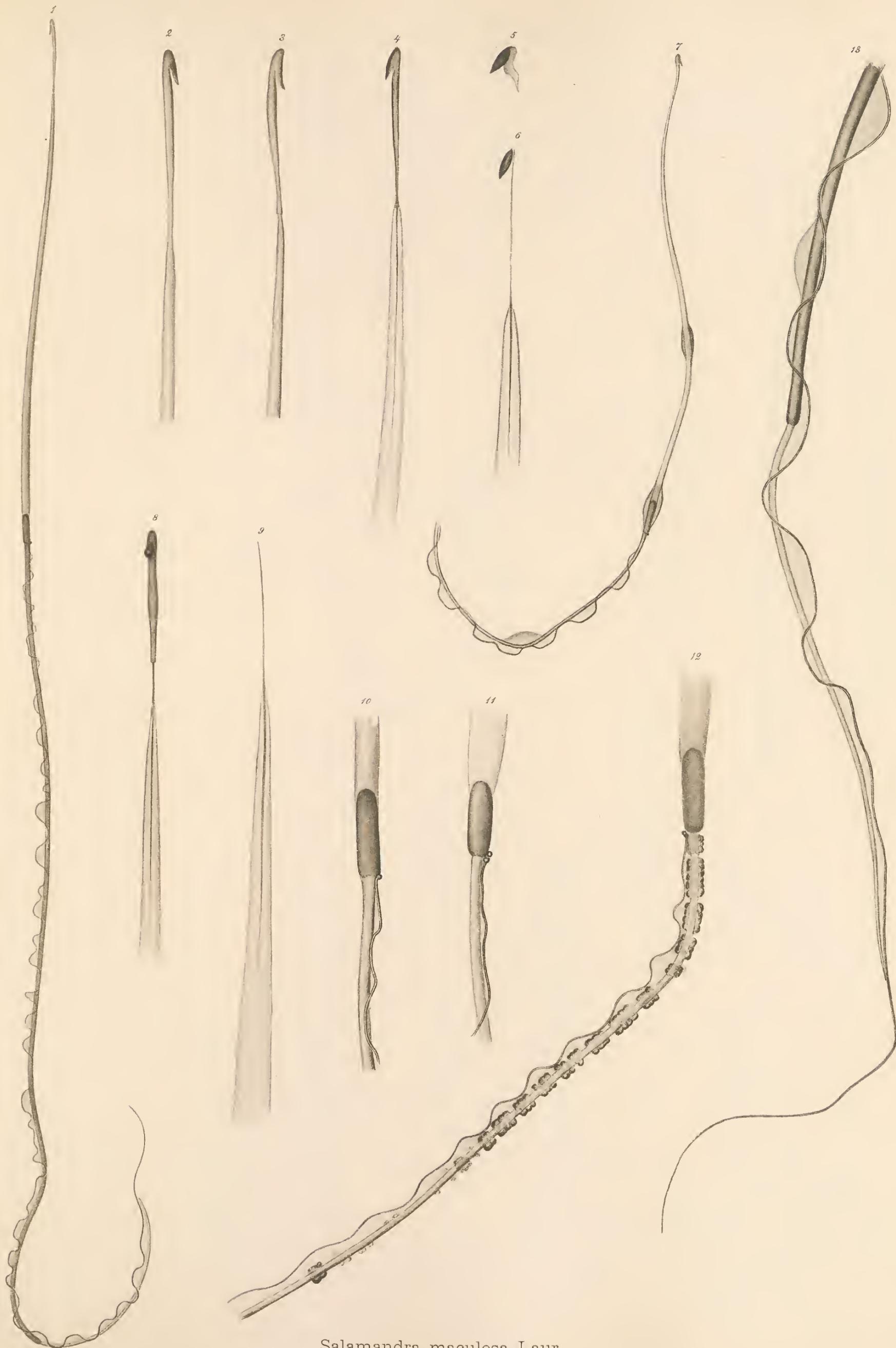
Siredon pisciformis Shaw.



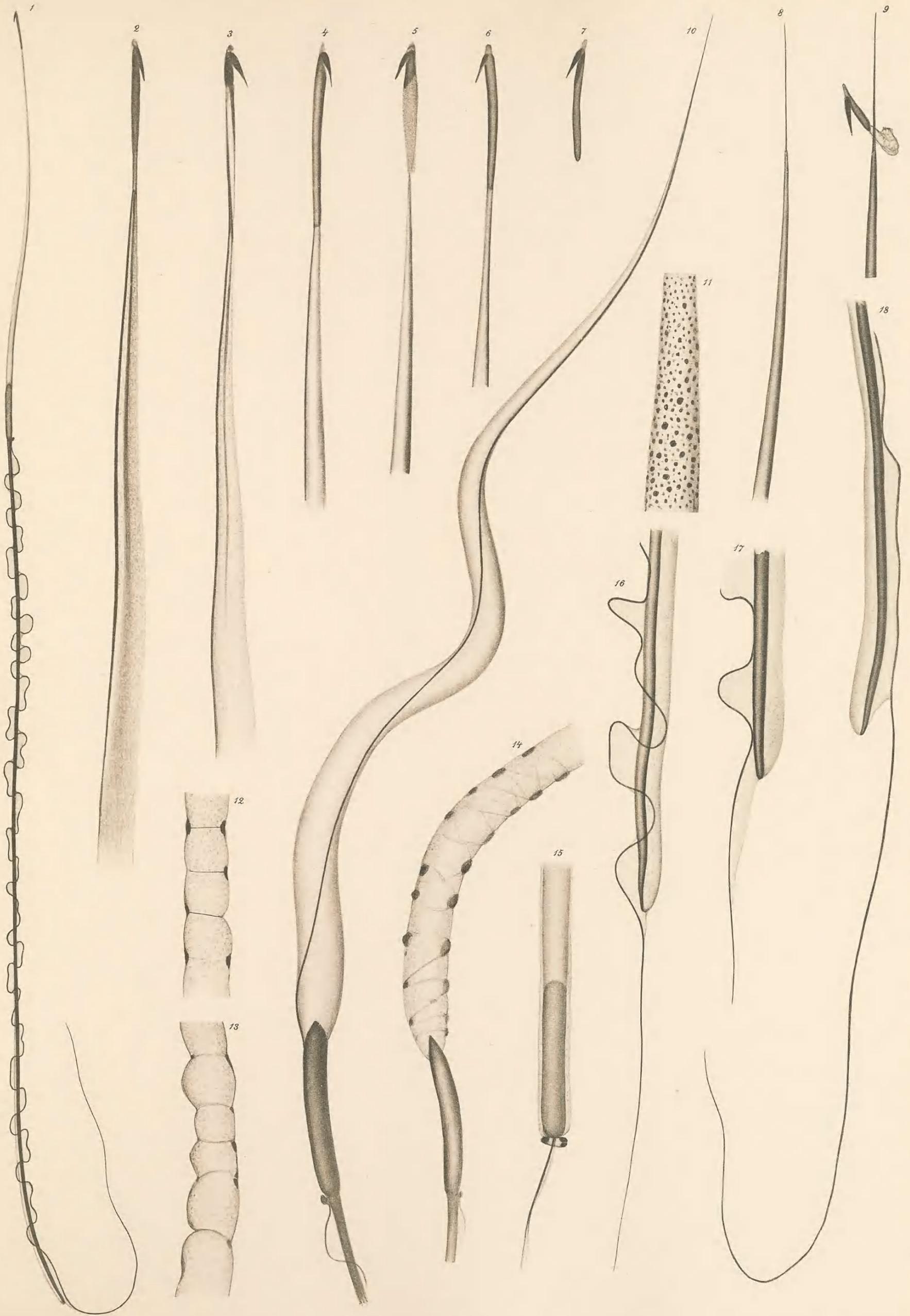
Molge viridescens (Gray).



Molge cristata (Laur.).



Salamandra maculosa Laur.



Pleurodeles Waltlii Mich.

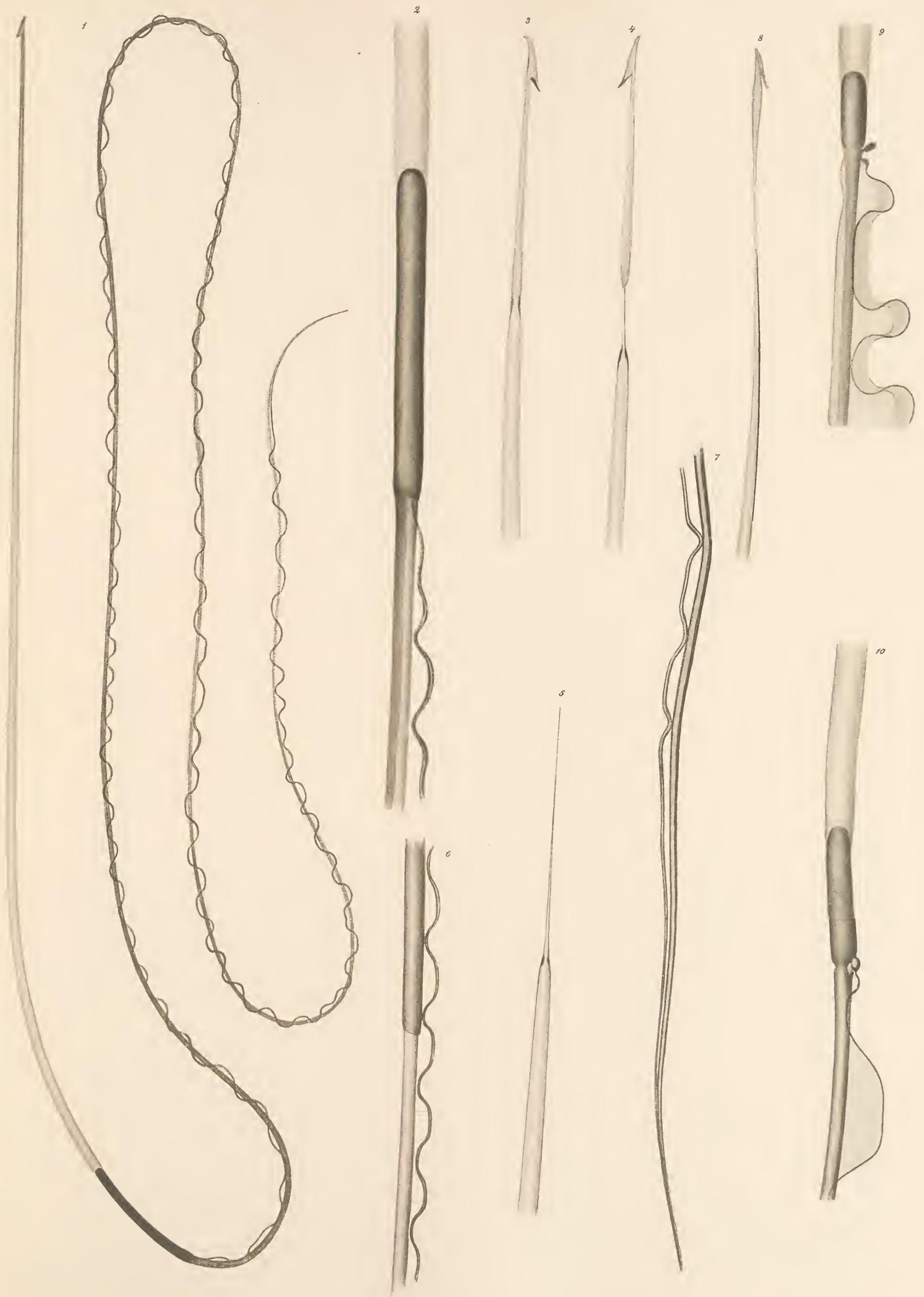
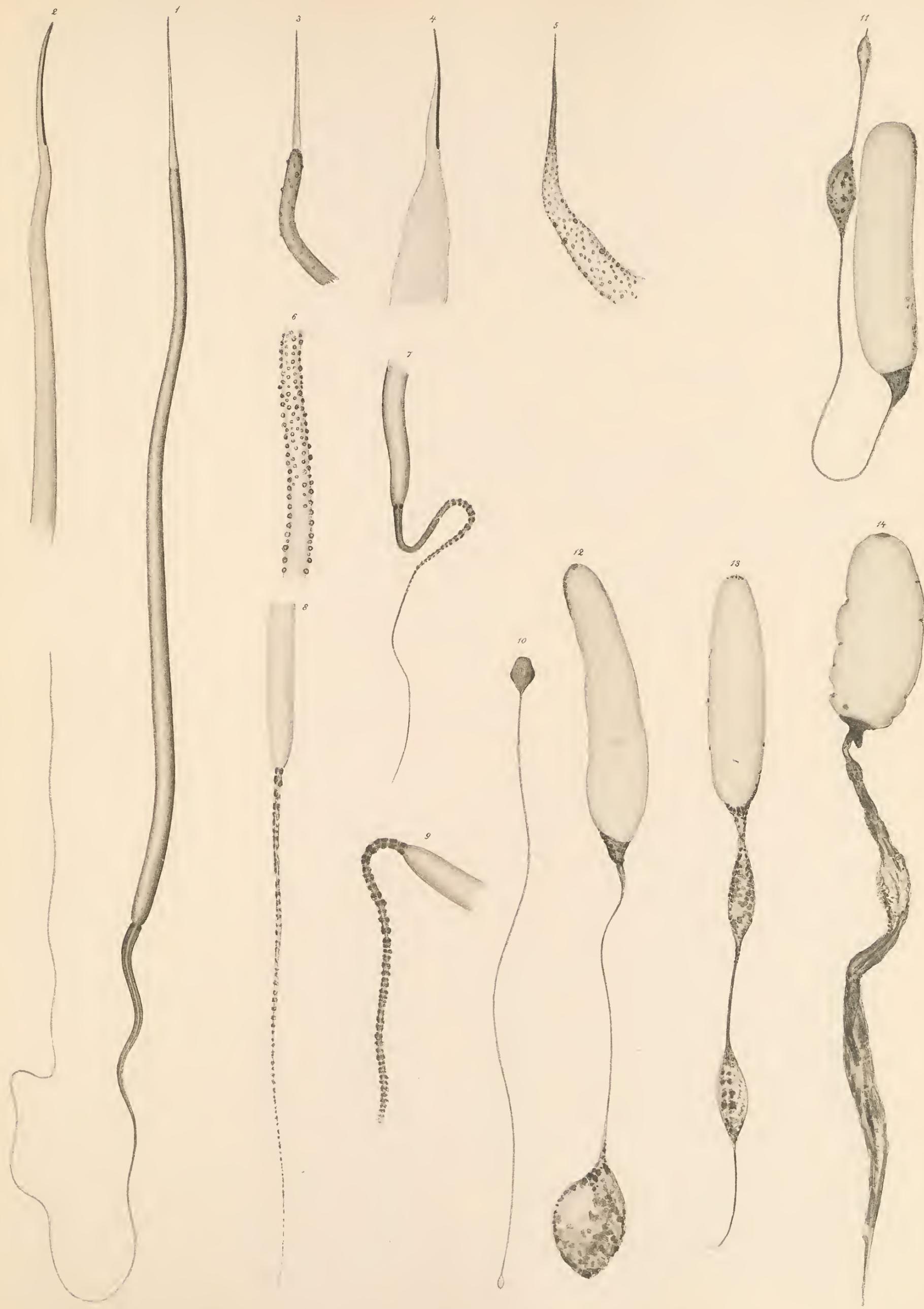
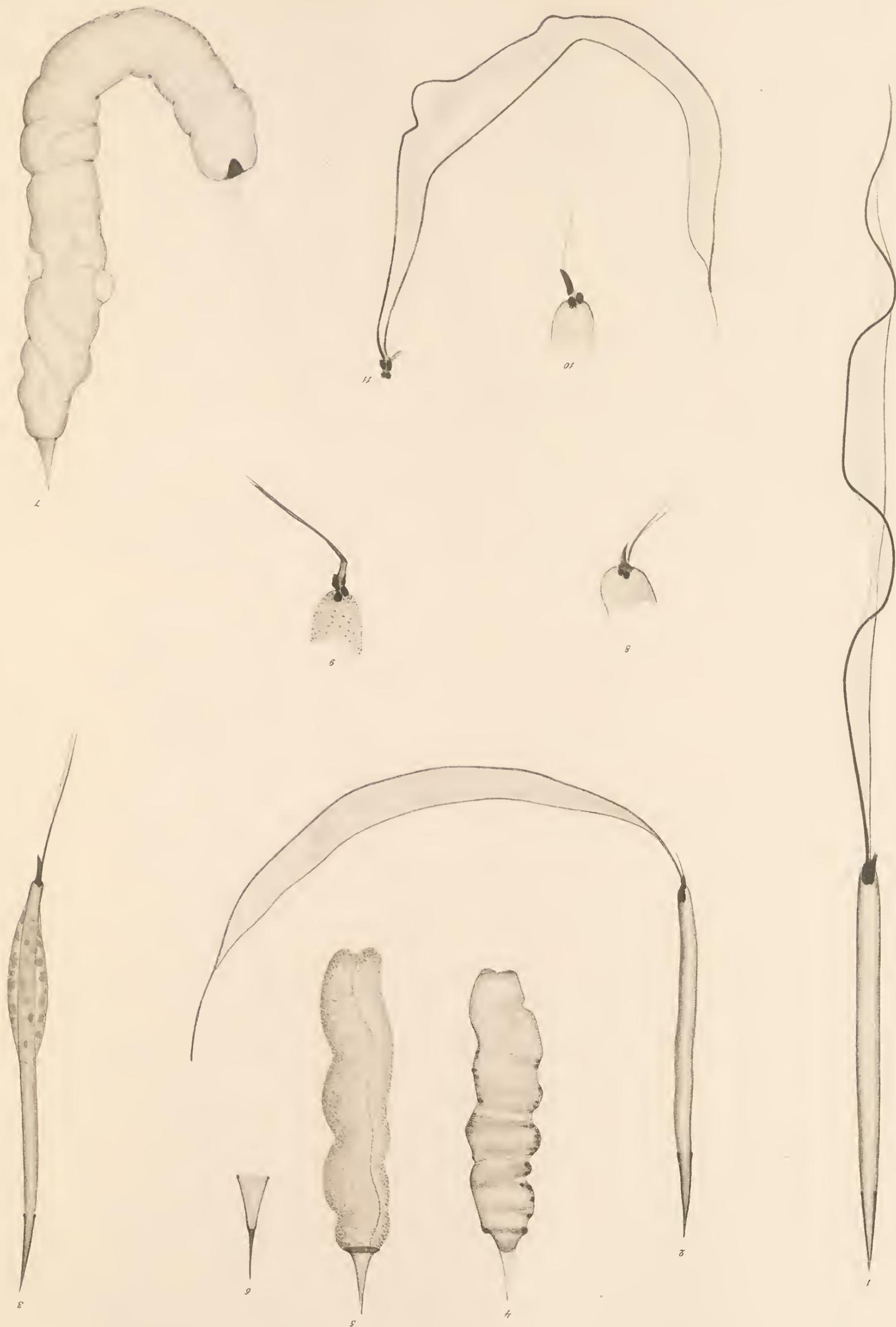


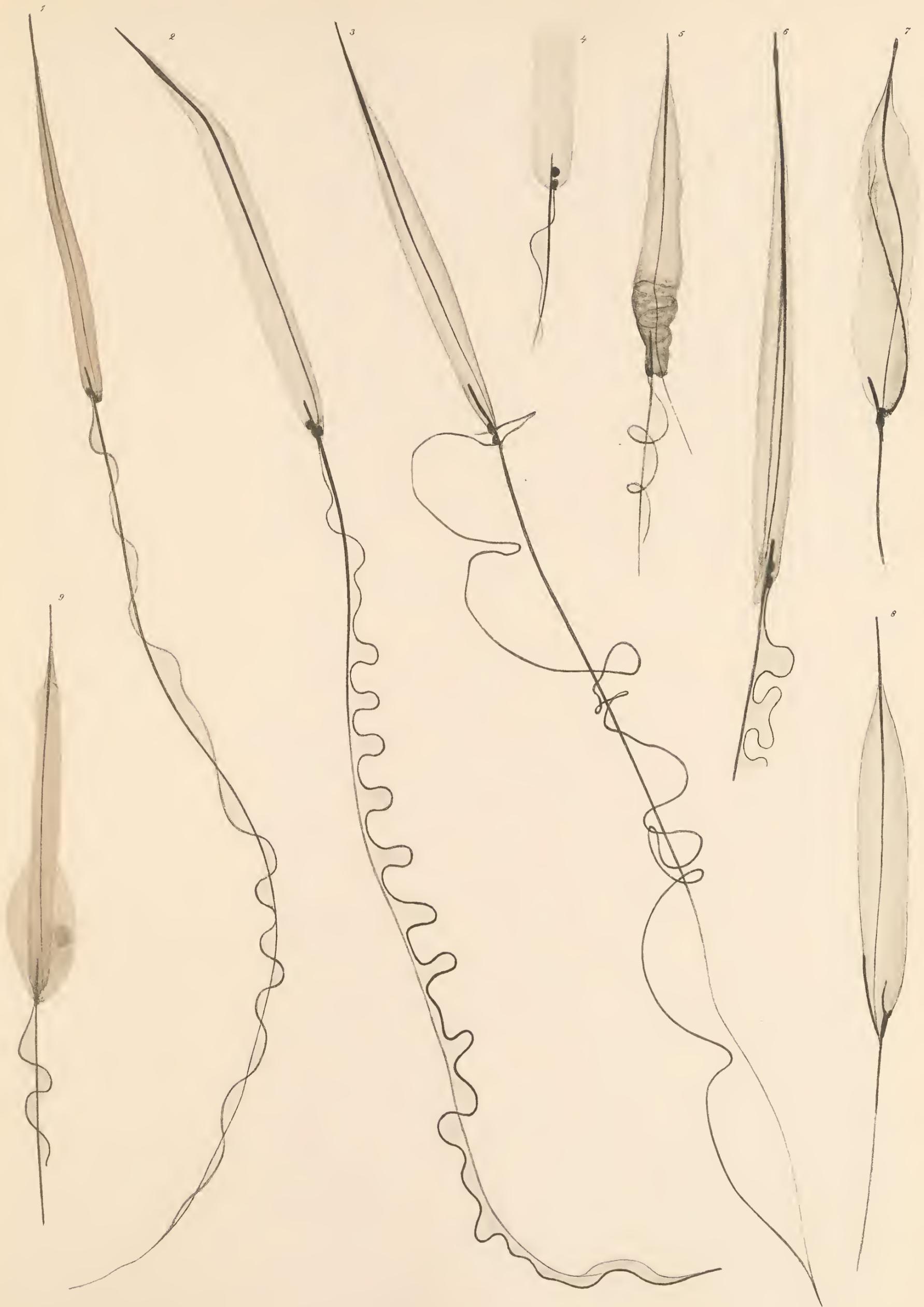
Fig. 1—7. *Spelerpes fuscus* Bonap.; Fig. 8. *Molge alpestris* (Laur.); Fig. 9. *Molge vulgaris* var. *meridionalis* Blgr.; Fig. 10. *Molge pyrrogastra* (Boie).



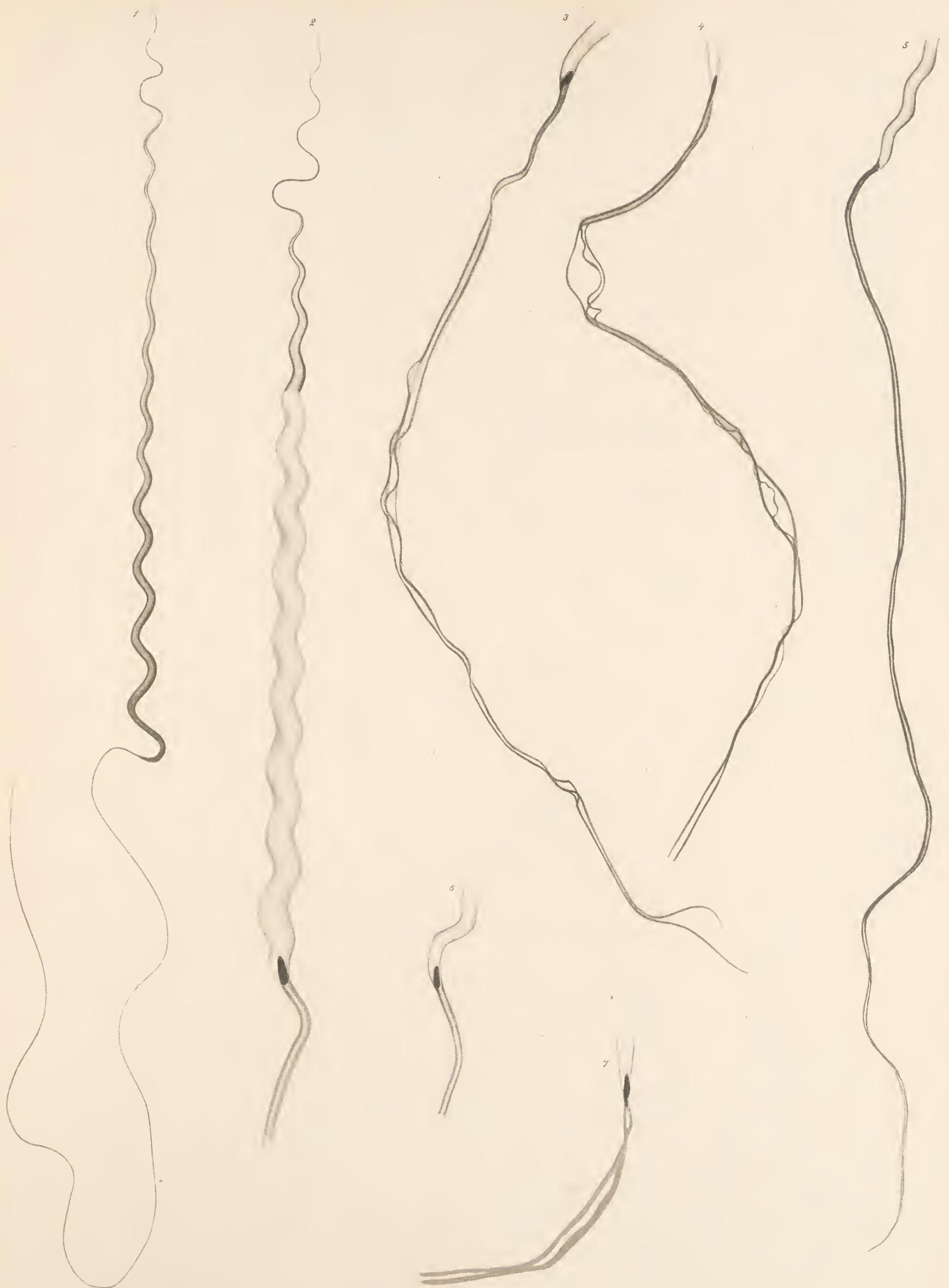
Rana esculenta L.



Bufo vulgaris Laur.



Alytes obstetricans Laur.



Pelobates fuscus Laur.



Fig. 1—11. *Hyla arborea* L.; Fig. 12—14. *Bombinator igneus* Rös.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [NF_13](#)

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

Artikel/Article: [Die Spermien der Amphibien 49-70](#)