2.

Zur Kenntnis der Spermien der Echinodermen.

Taf. XIV—XV.

Während meiner Untersuchungen über die Entwicklungsvorgänge der Eier der Echinodermen nach der Befruchtung und in dem parthenogenetischen Prozesse schien es mir von einem gewissen Interesse zu sein, zu erfahren, ob man bei den Spermien der verschiedenen Repräsentanten dieses Tierstammes ganz distinkte und charakteristische Kennzeichen finden könne, welche möglicherweise geeignet seien, ihre phylogenetischen Verwandtschaftsverhältnisse zu erläutern. Durch die bisherigen Beschreibungen der Spermien von Echinodermen, von Kölliker, O. S. Jensen, Pictet, E. Ballowitz und *mir*, kannte man zwar im allgemeinen die Spermienformen bei mehreren Vertretern des Stammes, indem jeder dieser Autoren einige dieser Formen beschrieben und abgebildet hatte. Die allermeisten dieser Abbildungen sind aber in einem so geringen Massstab ausgeführt, dass ein näherer Vergleich derselben kaum möglich ist.

So beschrieb im Jahre 1883 Jensen [1]) die Spermiogenese von *Cucumaria frondosa* und bildete dabei auch zwei reife Spermien in kleinem Massstab ab. Er fand bei ihnen den Kopf rundlich mit einer vorderen Delle, ferner ein Mittelstück und einen feinen Schwanzfaden.

Pictet [2]) untersuchte die Spermiogenese bei den folgenden Echinoideen: *Strongylocentrotus lividus* Brandt, *Arbacia pustulosa* Gray, *Echinus microtuberculatus* Blainv., *Sphaerechinus granularis* Ag., *Spatangus purpureus* Müll. Wegen der grossen Analogie des Prozesses bei denselben beschränkte er sich indessen auf die Darstellung desselben bei dem Strongylocentrotus lividus. Von den reifen Spermien gab er aber Abbildungen, leider aber auch in zu geringer Vergrösserung, von den vier ersten (Strongylocentrotus lividus, Sphaerechinus granularis, Echinus microtuberculatus und Arbacia pustulosa). Die Spermien des erstgenannten Tieres haben an den Figuren Pictet's einen echt konischen, stark lichtbrechenden, von einer dünnen Membran dicht umschlossenen Kopf mit geraden Seitenflächen und ganz quer abgesetzter (nicht abgerundeter) Fussfläche, an deren Mitte der dünne Schwanzfaden befestigt und von einem beinahe sphärischen und ablösbaren Mittelstück umgeben ist. Die Spermien von Sphaerechinus sind in den Figuren breiter konisch, diejenigen von Echinus microtuberculatus sind schmäler und etwas kleiner, diejenigen von Arbacia sind etwas länger und stärker sowie in eine längere Spitze ausgezogen.

Théel [3]) gab im Jahre 1892 in seinem Werke über die Entwicklung von *Echinocyamus pusillus* die Abbildung einer Spermie dieses Tieres, in welcher man den konischen, vorn abgestumpften und etwas nach der Seite gebogenen Kopf, ein hinter diesem angefügtes halbkugeliges Mittelstück und einen langen, feinen Schwanzfaden mit einem relativ langen, feinen Endstück bemerkt.

Ballowitz [4]) untersuchte und beschrieb im Jahre 1894 die Spermien folgender Echinodermen: *Crossaster papposus* M. et Tr., *Ophiothrix fragilis* Düb. et Kor., *Cucumaria Planci* v. Marenz. Die Spermien von *Crossaster*

---

[1]) O. S. Jensen, *Recherches sur la Spermatogénèse (suite).* Arch. de Biologie, T. IV, Pl. XX, Fig. 19 u. 20, 1883.

[2]) C. Pictet, *Recherches sur la Spermatogénèse chez quelques Invertébrés de la Méditerranée.* Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. 10. Band, 1891—1893.

[3]) Hjalmar Théel, *On the development of Echinocyamus pusillus* (O. F. Müller). Nov. Act. Reg. Soc. scient. Upsal. Ser III, 1892.

[4]) Emil Ballowitz, *Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. Phil.* Karl Ballowitz *über die Samenkörper der Arthropoden nebst weiteren spermatologischen Beiträgen betreffend die Tunicaten, Mollusken, Würmer, Echinodermen und Coelenteraten.* Internat. Monatschr. f. Anat. u. Phys., 1894, Band XI.

bestehen aus einem rundlichen kleinen Kopf und einem mässig langen Schwanz; dem hinteren Teile des Kopfes sitzt ein kelchartiges Verbindungsstück (Mittelstück) dicht an. Ballowitz gab eine sehr eingehende Beschreibung dieser Teile, aus welcher hier hervorgehoben werden soll, dass er am vorderen Teil des Kopfes eine Delle mit einem sie umgebenden Ringkörper fand; von der in die Kopfsubstanz sich einsenkenden Delle sah er einen kanalförmigen Mikroporus ausgehen, welcher von aussen in das Innere des Kopfes führt; mit diesem Mikroporuskörper steht noch ein anderer, etwa halbkugeliger Körper im Zusammenhang, der bis gegen die Mitte des Kopfes vorragt und im Innern desselben gelegen ist. Hinter dem Kopfe, zwischen ihm und dem Schwanzfadenansatze, von dem Verbindungsstück umgeben, fand sich ein Punkt, den er für das Endknöpfchen des Schwanzes hielt. Am hinteren Ende des Schwanzfadens erkannte er ein deutlich abgesetztes Endstück.

Ferner beschrieb, wie erwähnt, Ballowitz die Spermien von *Ophiothrix fragilis*, bei denen er Ringkörper, Verbindungsstück, Hauptstück und Endstück fand; der Mikroporuskörper ragt hier bisweilen, analog einem Spitzenstück, etwas vor. Ballowitz liess dahingestellt, ob der Ringkörper, wie man wohl annehmen möchte, dem Spitzenstück der anderen Spermien entspricht. Bisweilen liess sich am vorderen Ende des das Verbindungsstück durchsetzenden Axenfadens des Schwanzes ein dunkelgefärbter Endknopf wahrnehmen. Schliesslich besprach Ballowitz auch kritisch die entsprechenden Verhältnisse an den schon von Jensen dargestellten Spermien von Cucumaria.

Im Jahre 1904 beschrieb *ich* [1]) die Spermien von *Ophiura* spec., *Ophiothrix fragilis* sowie von *Echinus miliaris* L. und *E. neglectus* Lam. (= *Strongylocentrotus droebachiensis* O. F. Müller). Und im Jahre 1905 gab *ich* [2]) eine Darstellung der Spermien von *Antedon petasus* Düb. et Kor., *Brissopsis lyrifer* Forbes, und *Mesothuria intestinalis* (Ascan.).

Weil ich aber in der hier vorliegenden Mitteilung u. a. auch auf die Darstellung der Spermien aller dieser sieben Echinodermen zurückkomme, finde ich es nicht nötig, in dieser kurz gefassten geschichtlichen Revue meine betreffenden Beschreibungen zu referieren, sondern weise auf das hier unten folgende hin. Ich will aber diese ganze Darstellung möglichst kurz abfassen und schreite dabei in systematischer Reihenfolge fort.

Ehe ich diese kleine geschichtliche Übersicht abschliesse, soll indessen hervorgehoben werden, dass die meisten Autoren, welche über die Befruchtung der Seeigeleier geschrieben und Abbildungen hierüber veröffentlicht haben, auch die Spermien besprachen und gelegentlich abbildeten. Weil aber die Untersuchung der Spermien nicht der eigentliche, spezielle Gegenstand ihrer Darstellung ausmachte, sind im ganzen die betreffenden Mitteilungen für die Kenntnis derselben wenig erläuternd.

I. Klasse. Pelmatozoa.

1. Ordnung. **Crinoidea.**

Antedon petasus Düb et Kor. Weil ich schon früher (Biol. Unters. N. F. Band XII., 1905) die Spermien dieses Tieres beschrieben habe, will ich dieselben hier nur ganz kurz besprechen. Wie die Fig. 1—4 der Taf. XIV zeigen, bestehen sie aus einem auffallend kleinen, ungefähr sphärischen, gewöhnlich aber von vorn nach hinten mehr oder weniger etwas abgeflachten *Kopf*, einem aus mehreren dicht hinter dem Kopfe gelegenen und von einer sparsamen verbindenden Substanz zusammengehaltenen kugeligen Körnern gebildeten *Nebenkernorgan* (Mittelstück, Verbindungsstück) und einem an der hinteren Kopffläche befestigten, ziemlich langen und schmalen *Schwanzfaden*, welcher an seinem hinteren Ende in ein noch schmäleres, gut abgesetztes *Endstück* hinausläuft. Obwohl die Körner des Nebenkernorgans gewöhnlich recht deutlich hervortreten, zeigte es sich doch schwer, ihre Zahl genau zu bestimmen, weil sie sich nur von der Seite her sehen liessen. Hier erkannte man in der Regel 3—4; deshalb belaufen sie sich wohl wenigstens auf 5; vielleicht ist aber ihre Anzahl nicht ganz konstant. An der Mitte der Vorderfläche des Kopfes findet sich ein kleines *Spitzenstück*, *Perforatorium*, in der Gestalt eines sehr kleinen, abgeflachten, mit Rosanilin sich stark färbenden Kuchens, dessen vordere Mittelpartie in eine kleine Spitze sich erhebt.

---

[1]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten* I. Biolog. Unters., N. F. Band XI, 1904.

[2]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten*, II. Biolog. Unters., N. F. Band XII, 1905.

II. Klasse. Echinozoa.

1. Ordnung. **Asteroidea.**

Fam. Astropectinidae. **Astropecten irregularis** Penn. Die Spermien dieses Seesterns bestehen (Taf. XIV, Fig. 5—10) aus einem im ganzen kugeligen, vorn aber gewöhnlich an ihrem vorderen Umfang an einer Seite etwas abgeflachten und hier mit einem in die Fläche eingesenkten, halbkugeligen, aber etwas abgeplatteten, sich in Rosanilin färbenden *Perforatorium* versehenen *Kopf*, einem an dem hinteren Umfang des Kopfes befestigten langen, schmalen, fadenförmigen, in ein feines, deutlich abgesetztes *Endstück* auslaufenden *Schwanz* und einem am hinteren Kopfumfang rings um den Schwanzansatz gelegenen, aus einigen kugligen Körnern gebildeten *Nebenkernorgan.* In diesem Organ lassen sich zuweilen die Körner nicht deutlich wahrnehmen (Fig. 5); sie sind nämlich durch eine sie verbindende, mehr oder weniger reichliche Substanz umhüllt; in anderen Fällen treten sie, von der Seite her betrachtet, scharf hervor; von ihnen sind dann 2—3 sichtbar; wahrscheinlich sind sie aber wenigstens 4; ihre Grösse wechselt, auch an demselben Spermium (Fig. 9).

Fam. Solasteridae. **Solaster papposus** Fabr. (Taf. XIV, Fig. 11—16). Die Spermien von Solaster sind zwar von demselben allgemeinen Typus, wie diejenigen von Astropecten, indem sie einen im ganzen sphärischen, am vorderen Umfang und seitlich abgeplatteten *Kopf*, ein *Nebenkernorgan* und einen langen, schmalen, in ein langes, feines *Endstück* (Fig. 16) auslaufenden *Schwanz*faden haben. An dem vorderen-lateralen, weit mehr als bei den Spermien des Astropecten abgeplatteten Umfang des Kopfes findet sich ein in die Kopfsubstanz tief eingesenktes, konisches Gebilde, welches dem *Perforatorium* der Spermien der anderen Echinodermen entspricht. Von der Fläche (Fig. 13 von der zugewandten, Fig. 14 von der abgewandten Fläche des Kopfes) betrachtet, zeigt sich dies Gebilde rundlich mit ringförmiger Verdickung des Umrisses; von der Seite her (Fig. 11 und 15) tritt diese vordere ringförmige, stark lichtbrechende, in Rosanilin sich stark färbende Partie ziemlich breit hervor; und nach hinten und lateralwärts geht die hintere, hellere, spitz konische Partie ungefähr bis zur Mitte des Kopfinneren hinein, um dort spitz zu endigen. Es ist offenbar dasselbe Gebilde, welches Ballowitz an den Spermien seines Crossaster papposus beschrieben hat.

Was das *Nebenkernorgan* betrifft, so besteht es auch bei Solaster aus deutlich umgrenzten, kugeligen Körnern, welche von einer verbindenden Substanz zusammengehalten sind; zuweilen kann man sie, schief von hinten her, zu vier zählen (Fig. 14); von der Seite des Spermiums betrachtet, zeigen sie sich als 2 bis drei (Fig. 11, 12, 13, 15).

Fam. Echinasteridae. **Cribrella sanguinolenta** Müll. (Taf. XIV, Fig. 17—24). Diese Spermien ähneln besonders denen von Astropecten, mehr als denen von Solaster. Der *Kopf*, dessen Grösse etwas wechselt, indem er bald grösser (Fig. 17), bald in verschiedenem Masse kleiner (Fig. 18—24) ist, stellt eine am vorderen-lateralen Umfang, d. h. von vorn-aussen nach hinten, etwas abgeplattete Kugel dar, an deren vorderer Fläche etwas lateralwärts eine rundliche, stark lichtbrechende Perforatoriumplatte mit nach hinten hin gewölbtem Umfang in die Kopfsubstanz etwas eingesenkt ist.

Das *Nebenkernorgan*, welches den vorderen Ansatz des Schwanzfadens an der Mitte der hinteren Kopffläche eng umschliesst, besteht auch hier aus deutlich ausgeprägten, oft relativ recht bedeutenden, untereinander etwas verschieden grossen Körnern, welche von einer sparsamen verbindenden Substanz zusammengehalten sind. Der schmale *Schwanz*faden, welcher in ein deutlich abgesetztes, feines *Endstück* ausläuft, hat ungefähr dieselbe Länge wie bei den Spermien des Astropecten.

Fam. Asteriidae. **Asterias rubens** L. (Taf. XIV, Fig. 25—33). Die Spermien von Asterias rubens sind denen von Solaster ähnlicher als denen von Astropecten und Cribrella, indem an dem auch von vorn-lateral nach hinten hin mehr oder weniger abgeflachten und etwas verschieden grossen, kugeligen *Kopf* das dem Perforatorium entsprechende Gebilde gewöhnlich eine konische Gestalt, mit schief nach hinten gerichteter, in die Kopfsubstanz tief eindringender Spitze, hat (Fig. 25, 27, 30, 33); zuweilen ist diese hintere Spitze mehr abgestumpft (Fig. 26, 31, 32). Im ganzen ist dies Gebilde auffallend gross und, von der vorderen Fläche betrachtet (Fig. 28, 29), rund, stark lichtbrechend und mit Rosanilin stark färbbar. Der dünne *Schwanz*faden ist von etwas wechselnder

Länge (Fig. 25, 26) und läuft in ein deutlich abgesetztes, feines *Endstück* aus. Das *Nebenkernorgan*, welches den Ansatz des Schwanzes an der hinteren Fläche des Kopfes eng umgibt, stellt gewöhnlich einen zusammenhängenden, dem hinteren Kopfumfang dicht angelagerten Kuchen dar, in dem kugelige Körner oft nur undeutlich wahrnehmbar sind (Fig. 25, 26). Bei ziemlich vielen Spermien lassen sich jedoch auch hier die Körner nachweisen, und zwar von etwas wechselnder Grösse; die sie verbindende Substanz ist aber zu reichlich, als dass man dieselben ganz deutlich sehen könne.

2. Ordnung. **Ophiuroidea.**

Fam. Ophiolepididae. **Ophiura ciliata** Retz. (Taf. XIV, Fig. 34—36). Die Spermien von Ophiura ciliata haben einen beinahe sphärischen *Kopf* (Fig. 36), welcher jedoch oft ein klein wenig von vorn nach hinten abgeflacht ist (Fig. 34). An dem vorderen Umfang desselben sitzt in der Regel in der Mitte ein verhältnismässig kleines, von vorn betrachtet, rundes, nach vorn hin schwach gewölbtes und hervorragendes, stark lichtbrechendes und in Rosanilin sich stark färbendes *Perforatorium* (Fig. 34, 36); nur mehr ausnahmsweise kann es ein wenig von der Mitte des vorderen Kopfumfangs nach der Seite hin verschoben sein (Fig. 35). Der ziemlich dünne *Schwanz*faden hat ungefähr dieselbe Länge wie bei Astropecten und Asterias, oder ist etwas länger und läuft in ein deutlich abgesetztes, feines *Endstück* aus. Das *Nebenkernorgan* stellt rings um den in der Mitte des hinteren Kopfumfangs befestigten Schwanzfaden eine der Kopffläche dicht angeschlossene, grosse, kuchenförmige Partie dar, in welcher eingebettete kugelige Körner mehr oder weniger deutlich hervorschimmern; zuweilen ist die sie verbindende Substanz geringer, so dass die Körner deutlicher hervortreten (Fig. 35); sie scheinen ziemlich zahlreich zu sein.

Fam. Ophiothrichidae. **Ophiothrix fragilis** (O. F. Müll.) (Taf. XIV, Fig. 37—38). Weil ich diese Spermien schon früher beschrieben und abgebildet habe, kann ich mich hier darauf beschränken, anzuführen, dass der Typus derselben demjenigen von Ophiura ganz ähnlich ist, nur sind die Dimensionen etwas kleiner. Der von vorn nach hinten etwas abgeflacht kugelige Kopf ist auffallend kleiner und hat in der Mitte des vorderen Umfanges ein kleineres, etwas gewölbtes, hervorragendes, rundes, kuchenförmiges *Perforatorium*. In der Mitte des hinteren Kopfumfangs ist der Ansatz des relativ kürzeren und dünneren, in ein feines *Endstück* auslaufenden *Schwanz*fadens. Um den Ansatz desselben am Kopfe findet sich das deutlich aus kugeligen Körnern bestehende *Nebenkernorgan;* zuweilen ist die Anzahl dieser Körner grösser als gewöhnlich (Fig. 38).

3. Ordnung. **Echinoidea.**

Fam. Arbacidae. **Arbacia pustulosa** Gray (Taf. XV, Fig. 1—6). Die Spermien von Arbacia sind klein und haben einen schmalen, spitz konischen *Kopf* mit abgerundetem hinterem Umfang und an dem vorderen spitzen Ende ein kleines, knopfförmiges, stärker lichtbrechendes *Perforatorium*. Der am hinteren Kopfumfang befestigte *Schwanz*faden ist sehr dünn und kurz und läuft in ein sehr feines, aber relativ langes *Endstück* aus. Das den Schwanzansatz umschliessende, dem Kopf dicht angefügte *Nebenkernorgan* stellt einen kleinen Kuchen dar, in dessen Substanz einige kugelige Körner mehr oder weniger deutlich hervorschimmern. In den Präparaten trifft man unter den Spermien mit schmal konischem Kopfe auch solche mit breiter konischem Kopfe (Fig. 5 und 6). Ob diese letzteren als Variationen von reifen Spermien zu betrachten sind, oder noch nicht ganz reife Spermien darstellen, ist schwer sicher zu entscheiden. Die letztere Deutung ist aber wahrscheinlicher, weil die Spermien während ihrer Entwicklung gerade solche Stadien mit breiteren Köpfen durchlaufen. Es wäre jedoch möglich, dass einzelne Spermien auch im reifen Stadium diese Form behalten.

Fam. Echinidae. **Parechinus microtuberculatus** Blainv. (Taf. XV, Fig. 7—9). Die Spermien dieses Seeigels sind in allen meinen Präparaten im allgemeinen ziemlich kräftig und haben einen *Kopf* von etwas breiterer konischer Gestalt als diejenigen von Arbacia und von mehreren anderen Echinideen; derselbe spitzt sich nicht so stark zu, obwohl auch etwas schmälere Köpfe vorkommen (Fig. 4); an dem vorderen Ende findet sich ein knopfförmiges *Perforatorium*. Der *Schwanz*faden ist relativ dick und lang und läuft in ein feines, deutlich abgesetztes *Endstück* aus. Das *Nebenkernorgan* stellt einen ziemlich starken Kuchen dar, in welchem die eingela-

gerten Körner in der Regel nicht deutlich hervortreten; hier und da konnte ich sie jedoch sicherer wahrnehmen, z. B. an dem perspektivisch von hinten betrachteten Kopfe, welcher in Fig, 9 abgebildet worden ist, wo vier hellere Körner sichtbar sind.

Parechinus miliaris (L.) (Taf. XV, Fig. 10—14). Von diesen Spermien habe ich schon früher eine mit Abbildungen versehene Beschreibung geliefert und beschränke mich deshalb darauf, hier nur das nötige zu wiederholen. Diese Spermien fand ich kleiner als die des vorigen. Der *Kopf* ist etwas kleiner und schmäler und der *Schwanz*faden kürzer. Der konische Kopf ist aber nicht so fein zugespitzt wie an den Spermien von Arbacia; er trägt ein knopfförmiges *Perforatorium* und hat an seinem hinteren Ende ein ziemlich starkes *Nebenkernorgan* von etwas wechselnder Form, indem es bald breit hinausragt (Fig. 10, 12), bald schmäler und länger ist (Fig. 11, 13, 14); in demselben schimmern hin und wieder, aber im ganzen undeutlich, einige hellere kuglige Körner hervor (Fig. 10, 13), indem die sie einbettende Substanz relativ reichlich ist. Der dünne Schwanzfaden, welcher durch das Nebenkernorgan bis zum Ansatz am hinteren Kopfumfang geht, läuft hinten in ein feines *Endstück* aus.

Echinus esculentus L. (Taf. XV, Fig. 15—20). Die Spermien dieses grossen Seeigels sind auch verhältnismässig gross, indem der konisch gestaltete *Kopf* relativ lang und hinten breit ist, und der *Schwanz* zu den längeren bei den Echiniden gehört. Am vorderen zugespitzten Ende des Kopfes findet sich ein knopfförmiges, stärker lichtbrechendes, kleines *Perforatorium*. Die hintere breite Partie des Kopfes zeigt oft eine dunklere Farbe mit einer zwar nicht scharfen, aber doch wahrnehmbaren Abgrenzung gegen die vordere, hellere, zugespitzte Partie (Fig. 15, 16, 19, 20). Der relativ ziemlich starke *Schwanz*faden läuft hinten in ein feines, deutlich abgesetztes *Endstück* aus. Vorn setzt er sich in der Mitte des breiten, aber abgerundeten hinteren Kopfumfangs fest; in den Fällen, wo das Nebenkernorgan hier abgelöst worden ist (Fig. 20), scheint es, als ob am vorderen Schwanzende ein dunkles Körnchen liege, welches dann einem Centralkörper entspräche; es ist aber ausserordentlich schwer, dies ganz sicher zu entscheiden. Das *Nebenkernorgan*, welches normal dem hinteren Kopfumfang dicht anliegt, stellt einen ziemlich starken Kuchen mit eingelagerten Körnern dar, welche aber nur ausnahmsweise deutlich hervortreten (Fig. 19), falls die sie einbettende Substanz sehr spärlich vorhanden ist.

Paracentrotus lividus (Lm.) (*Toxopneustes lividus*, *Strongylocentrotus lividus*) (Taf. XV, Fig. 26—28). Die Spermien dieses bei so vielen Untersuchungen über die Befruchtung angewandten Seeigels haben einen schmal konischen, mittelgrossen *Kopf* mit fein gebogenen Seitenkonturen und mit einem knopfförmigen *Perforatorium*, einen sehr kurzen, dünnen, in ein feines *Endstück* auslaufenden *Schwanz*faden und ein deutlich aus kugligen Körnern bestehendes *Nebenkernorgan* (Fig. 26, 27, 28). In den Präparaten trifft man teilweise auch etwas breitere Köpfe mit mehr konvexen Seitenkonturen (Fig. 27 und 28), welche vielleicht nicht ganz reifen Stadien angehören; sie können aber auch hier Variationen entsprechen, indem einzelne reife Spermien eine etwas jüngere Form beibehalten haben können.

Fam. Toxopneustidae. **Sphaerechinus granularis** (Lm.) (Taf. XV, Fig. 21—25). Diese Spermien ähneln denen von Paracentrotus lividus und Echinus esculentus; hinsichtlich der Dimensionen bilden sie eine Zwischenform zwischen diesen beiden Spermiensorten, wie ein Vergleich der Figuren auf der Tafel zeigt; dies ist ganz besonders an den Schwänzen bemerkbar, indem die Schwanzlänge bei Sphaerechinus eine Mitteldimension hat. Hierbei soll aber doch betont werden, dass bei den Echinodermen, wie bei anderen Tieren, hinsichtlich der Länge des Schwanzfadens Variationen vorhanden sein können, so dass bei derselben Tierart eine gewisse Variationsbreite vorkommt; man muss deshalb versuchen, bei jeder Art die Mittellänge zu finden. Was nun die Form der Spermien von Sphaerechinus betrifft, so hat ihr *Kopf* ungefähr dieselbe konische Gestalt wie bei denen von Echinus esculentus, ist aber nicht nur etwas kleiner, sondern hat auch eine stärkere Abrundung der hinteren Partie mit mehr konvexen Seitenkonturen. Am vorderen spitzen Ende sitzt ein kleines, knopfförmiges *Perforatorium*. Am hinteren Ende ist in der Mitte der Schwanzfaden befestigt und von dem *Nebenkernorgan* eng umschlossen; dieses Organ stellt auch bei den Spermien von Sphaerechinus granularis einen quergestellten Kuchen dar, welcher eine verschiedene Dicke haben kann und in seiner Substanz einige mehr oder weniger deutlich hervortretende, runde Körner enthält; wenn man das Spermium von der Seite betrachtet, sieht man in dem Kuchen gewöhnlich

zwei oder drei, zuweilen vier Körner, so dass im ganzen wahrscheinlich die Fünfzahl die übliche ist. Der dünne *Schwanz*faden läuft in ein feines *Endstück* aus.

Strongylocentrotus droebachiensis (O. F. Müller) (Taf. XV, Fig. 29—35). Auch bei diesen Spermien hat der *Kopf* eine konische Gestalt; dieselbe ist aber im allgemeinen im Verhältnis zur Länge ziemlich schmal; in jüngeren Stadien ist sie breiter (Fig. 32), in noch jüngeren breit oval (Fig. 35). Am vorderen spitzen Ende trägt der Kopf ein spitzes *Perforatorium*, welches in jüngeren Stadien durch eine Art Spitzkappe vertreten ist. Am hinteren Ende bemerkt man, dass ein kleiner axialer Stab in die Substanz eingeschlossen ist; dieser Stab scheint die Fortsetzung des Schwanzfadens nach vorn hin zu bilden, was ich bei anderen Echinoideen sonst nicht gesehen habe. Das *Nebenkernorgan* stellt einen dicken und breiten, ringförmigen Körper dar, welcher den Schwanzansatz eng umgibt und deshalb leider die Untersuchung, wie sich der *Schwanz*faden zu dem erwähnten kleinen Stab im Hinterende des Kopfes verhält, ob nämlich der letztere die direkte Fortsetzung des Schwanzfadens ist, oder nicht, unmöglich macht; es gelang mir ja nicht, das Nebenkernorgan hier zu entfernen. In diesem Organ konnte ich auch nicht das Vorhandensein der kugeligen Körner nachweisen. Der etwa relativ mittellange Schwanzfaden läuft auch hier in ein deutlich abgesetztes, feines *Endstück* aus.

Fam. Fibulariidae. **Echinocyamus pusillus** (O. F. Müller) (Taf. XV, Fig. 36—41). Dieser zu der Unterordnung *Irregularia* gehörende kleine Seeigel hat verhältnismässig grosse Spermien. Der *Kopf* (Fig. 36) ist beinahe echt konisch mit ziemlich bedeutender Breite und nur wenig gewölbten Seitenflächen. An der vorderen Spitze sieht man eine Andeutung zu einem kleinen *Perforatorium*. Am hinteren Kopfende findet sich, dicht angeschlossen, ein relativ grosses *Nebenkernorgan*, in dem in der Regel einige ungewöhnlich grosse, helle, kugelige Körner hervortreten (Fig. 36—41); die sie einbettende Substanz ist meistens nur sparsam vorhanden. Dies Organ verbirgt den Ansatz des Schwanzfadens am hinteren Kopfende. Der dünne *Schwanz*faden ist etwa von Mittellänge und läuft in ein feines *Endstück* aus.

Fam. Spatangidae. **Bryssopsis lyrifera** (Forb.) (Taf. XV, Fig. 42—44). Die Spermien dieser irregularen Echinoide sind besonders durch die ungewöhnliche Länge des in ein langes, feines *Endstück* auslaufenden *Schwanz*fadens ausgezeichnet. Der *Kopf* ist auch hier konisch, mit recht bedeutender Breite der hinteren Partie, welche aber gut abgerundet ist, indem die Seitenfläche des Kopfes sich hier konvex umbiegt. An der vorderen Spitze des Kopfes sitzt ein kleines, knopfförmiges *Perforatorium*. Rings um den Ansatz des Schwanzes am Kopfe findet sich ein relativ kleines, kurzes, aber ziemlich breites, kuchenförmiges *Nebenkernorgan*, in dem man bald nur undeutlich (Fig. 42, 43), bald weit deutlicher (Fig. 44), eingelagerte, kugelige Körner wahrnimmt.

4. Ordnung. **Holothuroidea.**

Fam. Aspidochirotae. **Mesothuria intestinalis** (Asc. et Rathke) (Taf. XV, Fig. 45—50). Die Spermien dieses Tieres sind sowohl hinsichtlich der Gestalt ihres Kopfes als auch der Länge ihres Schwanzfadens von denen der Echinoideen sehr verschieden; dagegen erinnern sie betreffs ihrer Kopfform sehr an die Spermien der Asteroideen. Der *Kopf* ist bei den Spermien von Mesothuria eine von vorn und von der einen Seite her etwas abgeflachte Kugel (Fig. 45), und an dieser schief zugedrückten Fläche findet man in der Mitte eine rundliche, stark lichtbrechende, durch Rosanilin sich stark färbende Platte (Fig. 47), welche sich, von der Seite betrachtet (Fig. 45, 46, 48—50), als ein sich in die Kopfsubstanz ziemlich tief und schief einsenkender, dunkler Körper zeigt, der offenbar das *Perforatorium* darstellt. Das *Nebenkernorgan* bildet einen dem hinteren Umfang des Kopfes dicht anliegenden, gewöhnlich breiten, aber nicht besonders dicken Kuchen, in welchem die Zusammensetzung aus kugeligen Körnern oft deutlich wahrnehmbar ist. Die Anzahl dieser Körner ist bald auf nur wenige beschränkt (Fig. 47, 49, 50), bald aber bedeutender (Fig. 45, 46). Der an dem hinteren Kopfumfang befestigte Schwanzfaden ist, wie erwähnt, auffallend lang und läuft am hinteren Ende in ein ziemlich langes, feines *Endstück* aus.

Stichopus tremula (Gunn.) (Taf. XV, Fig. 51—57). Diese Spermien stehen denjenigen von Mesothuria dem Typus nach nahe. Sie ähneln aber noch mehr den Spermien von Antedon, Astropecten und Cribrella sowie auch denen der Ophiuriden. Der *Kopf* ist etwas kleiner als bei Mesothuria, kugelig, oder ein wenig von vorn-

aussen nach hinten zugedrückt. An seinem vorderen Umfang, etwas lateral von der Mitte, findet sich ein *Perforatorium* von rundlichem Umriss (Fig. 54) und nach vorn hin konvexer Gestalt; es besteht aus einem ringförmigen Fuss und einer hervorragenden, halbkugeligen, ganz hellen und durchsichtigen Blase (Fig. 51, 54—57). Am hinteren Umfang des Kopfes findet sich ein *Nebenkernorgan*, in dem man gewöhnlich eine Zusammensetzung aus kugeligen oder ovalen Körnern bemerkt; von der Seite betrachtet, zeigen sich hier 2—3 Körner (Fig. 51, 54—57); von hinten und schief von hinten sieht man zuweilen 4 Körner (Fig. 53). Die sie verbindende Substanz ist zuweilen reichlicher vorhanden (Fig. 52), wodurch sie teilweise verdeckt werden. Der *Schwanz*faden ist auffallend lang, ungefähr wie bei Mesothuria, und läuft hinten in ein langes, feines *Endstück* aus.

Aus der hier oben gegebenen Darstellung der untersuchten Spermien von 18 verschiedenen Echinodermen können folgende allgemeine Ergebnisse gezogen werden.

1. Die Spermien dieser Tiere sind im ganzen recht einfach gebaut. An allen kann man einen Kopf, einen Schwanzfaden und ein Nebenkernorgan scharf unterscheiden. Die letztgenannten beiden Teile sind im ganzen bei den untersuchten Tieren nur durch verschiedene Dimensionen charakterisiert, indem bei den einzelnen Tiersorten der *Schwanz*faden eine verschiedene Mittellänge, sonst aber eine gleiche Beschaffenheit darbietet: nämlich ein schmales Hauptstück und ein in der Regel gut abgesetztes, feines Endstück. Das *Nebenkernorgan* besteht aus einem dem hinteren Umfang des Kopfes dicht anliegenden und den Schwanzansatz umfassenden Substanzkuchen von variierender Grösse und Form, in welchem mehr oder weniger deutlich eine Anzahl kugeliger Körner wahrzunehmen ist; die diese Körner zusammenhaltende Masse ist von wechselnder Menge und kann zuweilen die Körner ganz verbergen. Der *Kopf* der Spermien der verschiedenen Ordnungen, Familien, Genera und Arten bietet teilweise auffallende Unterschiede, und zwar sowohl der *Gestalt* und *Grösse* nach, als hinsichtlich des *Perforatoriums*.

2. Der *Gestalt* nach kann man *erstens* zwei verschiedene Haupttypen der Spermienköpfe unterscheiden, nämlich die *konische* und die *sphärische*. Die *konische* ist für die Spermienform aller untersuchten *Echinideen* charakteristisch, die *sphärische* gehört den Spermien der *übrigen Ordnungen* an.

3. Bei den verschiedenen *Echinoideen* selbst lassen sich im ganzen nur geringe Unterschiede der Kopfform nachweisen; doch sind einige teils durch breitere, teils durch schmälere, teils durch grössere, teils durch kleinere Köpfe charakterisiert, wie dies sowohl aus den Beschreibungen, als aus den Figuren 1—44 der Taf. XV hervorgeht. Bei allen ist ein knopfförmiges *Perforatorium* vorhanden, obwohl es bei einzelnen Tiersorten (Echinocyamus) oft nur schwach angedeutet ist. Durch die Gestalt des Kopfes und des Nebenkernorgans nebst der Länge des Schwanzfadens lassen sich z. T. charakteristische Merkmale der Spermienformen dieser Tiere angeben.

4. Unter den mit *sphärischer Kopfform* versehenen Spermientypen sind diejenigen der *Crinoideen* und der *Ophiuroideen* einander am ähnlichsten, während einzelne der *Asteroideen* (Astropecten, Cribrella) auch hinsichtlich der Form des Perforatoriums sich denselben annähern und schliesslich auch unter den *Holothurioideen* einzelne Anklänge (Stichopus) vorkommen. Bei den übrigen Asteroideen (Solaster, Asterias) ist hinsichtlich der Ausbildung des Perforatoriums eine besondere Differenziation eingetreten, und eine etwas ähnliche ist gewissermassen unter den *Holothurioideen* bei Mesothuria vorhanden, indem sich das Perforatorium auch hier in die Kopfsubstanz eingesenkt hat. Diese verschiedenartige Ausbildung des Perforatoriums ist wohl von den verschiedenen Beanspruchungen bei dem Eindringen der Spermien durch die Eihüllen und die Rindenschicht der Eier hervorgerufen; erst durch besondere Studien dieser Vorgänge dürften diese verschiedenen Einrichtungen verstanden werden können. Hiermit hängt vielleicht auch die Verschiedenheit der Kopfformen, der konischen und der sphärisehen, zusammen.

5. Welche von den beiden Haupttypen der Kopfform die phylogenetisch ältere ist, lässt sich wohl bis auf weiteres nicht entscheiden. Doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass der sphärische Typus der Crinoideen der ältere sei, indem dieser bei so weit divergierenden Ordnungen wie die der Asteroideen und Ophiuroideen einerseits und der Holothurioideen andererseits vorhanden ist; die sphärische Kopfform ist ja auch im allgemeinen als eine sehr primitive zu betrachten. Wenn nun dies richtig ist, so hat man die konische Kopfform der Echinoideen als eine aus der sphärischen enstandene, also phylogenetisch spätere, differenzierte oder spezialisierte aufzufassen.

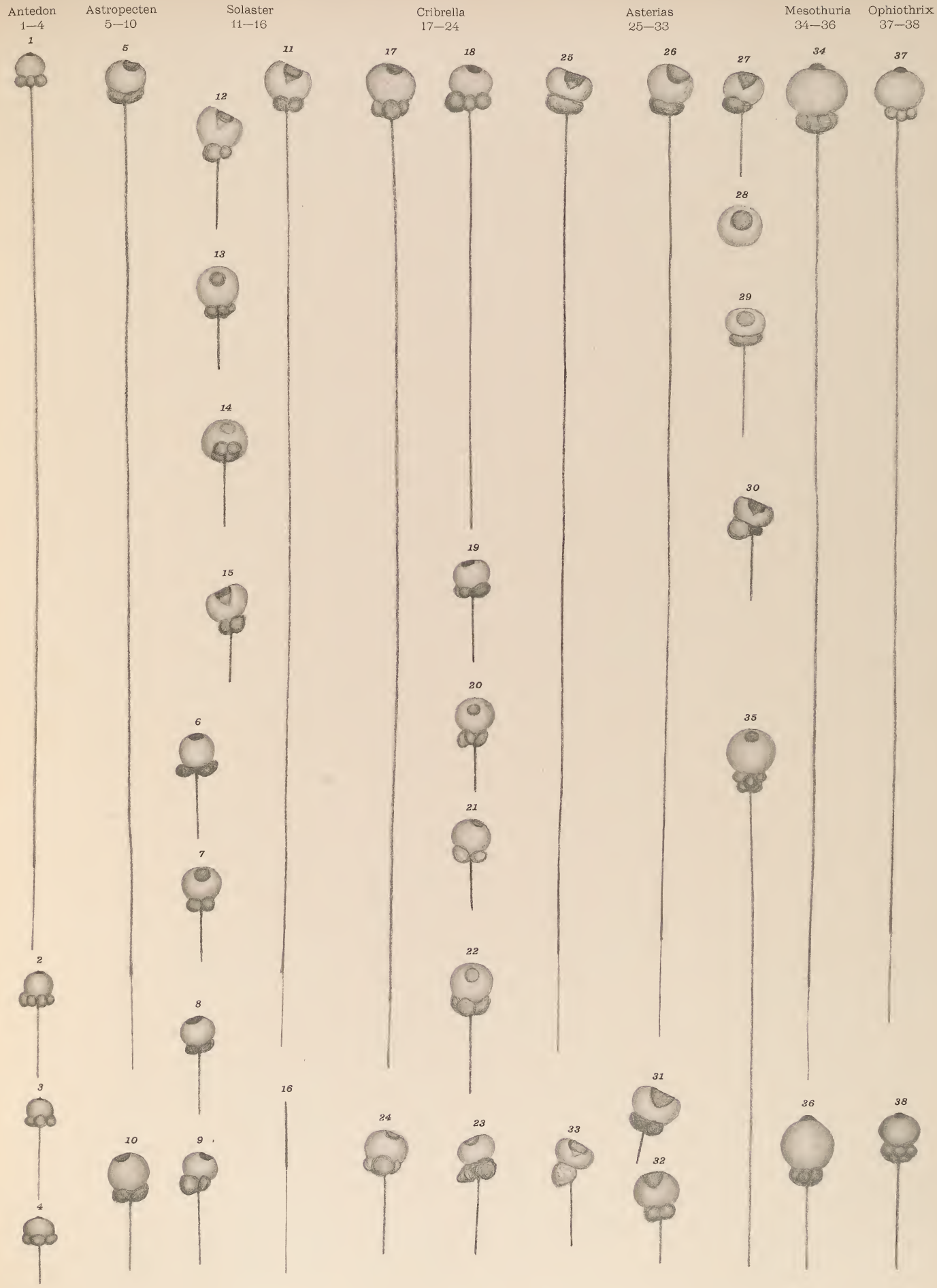
Bei der Entwicklung der Spermien der Echinoideen entsteht auch immer die reife konische Form aus einer jüngeren sphärischen.

Durch fortgesetzte Untersuchungen der Spermien einer grösseren Anzahl von Echinoideen lassen sich vielleicht sowohl Zwischenformen der Spermien der Echinoideen und der anderen Ordnungen sowohl als andere noch unbekannte und möglicherweise das Problem erläuternde Spermienformen nachweisen.

6. Durch meine früheren Untersuchungen habe ich schon dargetan, dass der an den Spermien der Echinodermen hinter dem Kopfe befindliche Körper, das *Nebenkernorgan* (Mittelstück, Verbindungsstück), nicht nur ein aus dem Protoplasma entstandener Substanzklumpen ohne weiter nachweisbare Struktur ist, sondern, in eine mehr oder weniger reichlich vorhandene, verbindende Substanz eingelagert, eine Anzahl kugeliger Körner enthält, welche den von mir früher bei den Würmern (Polychäten u. s. w.) und bei vielen anderen Wirbellosen nachgewiesenen sowie auch den v. Brunn'schen Körnern an den Spermien der Wirbeltiere homolog sind und aller Wahrscheinlichkeit nach eine beachtenswerte Rolle spielen.

7 Was den *Centralkörper* betrifft, so scheint es, als ab derselbe gerade an dem Ansatze des Schwanzfadens am Kopfe in der Gestalt eines sehr feinen Körnchens vorhanden sei; es ist aber in den meisten Fällen sehr schwer, dies Gebilde sicher wahrzunehmen; in vielen Spermien scheint derselbe von so geringer Grösse zu sein, dass er sich der genauen Beobachtung entzieht.

8. Bei den Bastardierungsversuchen mit Repräsentanten aus den verschiedenen Ordnungen, v. a. mit denen, deren Spermien eine distinkt verschiedene Form des Kopfes haben, z. B. zwischen Asterioideen und Echinoideen, wäre es nicht ohne Interesse, zu erfaren, wie bei den erwachsenen Jungen dieser Bastardierungen, falls es möglich wäre sie so weit zu züchten, die reifen Spermien sich verhalten, d. h. wie sich der Typus derselben ausbildet.


Antedon
1—4
Astropecten
5—10
Solaster
11—16
Cribrella
17—24
Asterias
25—33
Mesothuria
34—36
Ophiothrix
37—38
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38

GEZ. V. G. RETZIUS.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologische Untersuchungen

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: NF_15

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

Artikel/Article: Zur Kenntniss der Spermien der Echinodermen 55-62