

Vom Verfasser überreicht. C

Z 313

S. 37/43

Nicht einzeln im Buchhandel käuflich!

*Helinka, Die Hermatozoen der Echinoderen und ihre  
Genese.*

---

## Abdruck

aus den

# Verhandlungen des VIII. Internationalen Zoologen-Kongresses zu Graz

vom 15.—20. August 1910

Herausgegeben vom Generalsekretär des Kongresses  
Prof. Dr. R. Ritter v. Stummer-Traunfels (Graz)

1912

Verlag von Gustav Fischer in Jena

---



## Die Spermatozoen der Echinoderen und ihre Genese.

Von C. Zelinka (Czernowitz).

(Mit 10 Textfiguren.)

Unsere Kenntnisse von den Spermien der Echinoderen sind bis nun unzulänglich geblieben.

Am zufriedenstellendsten sind noch immer die Beobachtungen, die Greeff<sup>1)</sup> an den reifen Spermatozoen von *Echinoderes dujardinii* Grff. gemacht und nach denen er seine Abbildungen angefertigt hat; nur hat dieser Forscher die Spermien falsch gedeutet und sie für Embryonen gehalten, wobei er durch das Schlagen der Geißel verführt, bei einigen dieser Gebilde zwei statt einer Geißel sehen zu können glaubte. Reinhard<sup>2)</sup> hat einige Stadien der Spermatidenumwandlung bei *Pycnophyes dentatus* (W. Rhd.) kennen gelernt. Schepotieff<sup>3)</sup>, der dieselbe Form wie Greeff untersuchte, hat sich in seiner Schilderung am weitesten von den tatsächlichen Verhältnissen entfernt.

Die Spermatozoen der Echinoderen besitzen vier wesentliche gemeinsame Merkmale. Zunächst ist die Wurmform des Körpers, der schlängelnde Bewegungen ausführt, zu nennen, sodann ist allen gemein ein zugespitztes Vorderende, das ein Perforatorium verschiedener Form vorstellt, sowie eine meist kurze Geißel und endlich fallen bei allen kleine vorspringende Hügelchen auf, die in regelmäßiger Anordnung gestellt sind und bei den einen die Hälfte, bei den anderen Zweidrittel des Körpers und wieder bei anderen fast den ganzen Körper bedecken. Diese gekörnten Partien sind immer durch größeres Volumen vor den anderen ausgezeichnet. Im besonderen jedoch sind die Spermien trotz der gemeinsamen Züge so verschiedenen Aussehens, daß man leicht die Gattungen, ja sogar die Spezies darnach angeben könnte.

So gehört das in Fig. 1 abgebildete Samenkörperchen dem *Echinoderes dujardinii* Grff. an; Fig. 2 führt uns das Spermium von *Echinoderella capitata* mihi, Fig. 3 das von *Pycnophyes communis* mihi, Fig. 4 A von *Trachydemus giganteus* mihi, Fig. 5 A von *Pycnophyes carinata* mihi vor Augen. Alle diese Bilder sind nach dem Leben gezeichnet.

<sup>1)</sup> 1869, Greeff, R., Untersuchungen über einige merkwürdige Formen des Arthropoden- und Wurm-Typus. Arch. f. Naturg. Jhrg. 35, Bd. 1, p. 81—85, Taf. IV, Fig. 3 u. 4.

<sup>2)</sup> 1887, Reinhard, W., „Kinorhyncha (*Echinoderes*), ihr anatomischer Bau und ihre Stellung im System.“ Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 45, p. 429—434, Taf. XX, Fig. 17 und 38.

<sup>3)</sup> 1907, Schepotieff, A., „Die Echinoderiden.“ Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 88, p. 318, Taf. XX, Fig. 22.

Diese Spermatozoen sind von beträchtlicher relativer Größe. Bei *Pycnophyes communis* würden allerdings 12—13 Spermatozoen sich hintereinander reihen müssen, um die Körperlänge des Tieres zu erreichen, bei *Pycnophyes carinata* würden schon 6, bei *Trachydemus giganteus* etwa 5½ genügen, während bei *Echinoderes dujardinii* eine Reihe von 4, bei *Echinoderella capitata* eine von 3½ Spermien der Körperlänge gleichkommt.

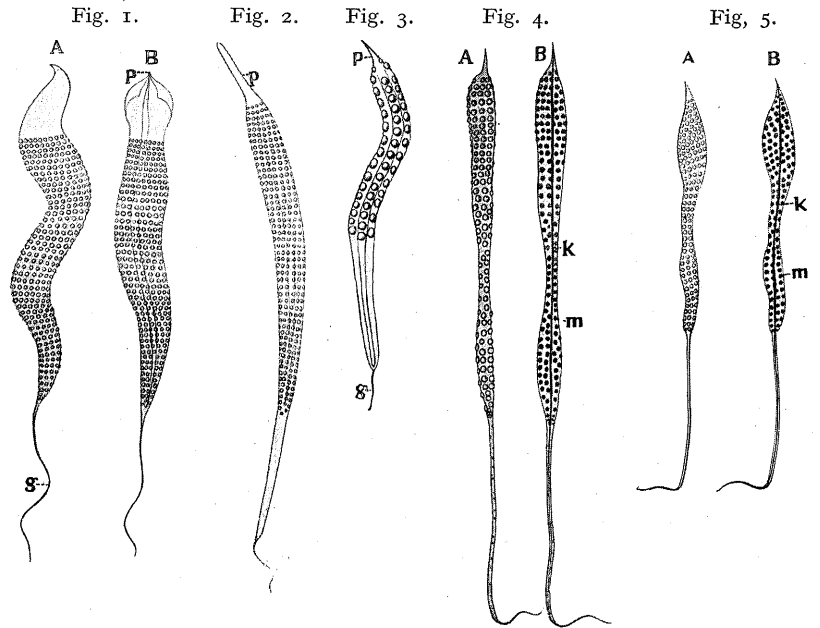


Fig. 1. Spermium von *Echinoderes dujardinii* Grff. nach dem Leben. A Seitenansicht, B. Darsicht, g Geißel, p Perforatorium.

Fig. 2. Spermium von *Echinoderella capitata* mihi, nach dem Leben. g. Geißel p Perforatorium.

Fig. 3. Spermium von *Pycnophyes communis* mihi, nach dem Leben; g. Geißel, p Perforatorium.

Fig. 4. Spermium von *Trachydemus giganteus* mihi; A nach dem Leben, B. nach Safranin. k Kern, m Mitochondrien. (Die verschmälerte Partie ist vom Zeichner irrtümlicher Weise um die Hälfte zu kurz dargestellt worden.)

Fig. 5. Spermium von *Pycnophyes carinata* mihi, A. nach dem Leben, B. nach Safranin. k Kern, m Mitochondrien.

Die Spermien lassen sich der Gestalt nach in drei Typen einreihen, von denen der eine durch *Echinoderes dujardinii* Grff. (Fig. 1), der zweite durch *Echinoderella capitata* (Fig. 2), der dritte durch die Gattungen *Pycnophyes* und *Trachydemus* vertreten wird (Fig. 3—5). Die beiden ersten gehören Cyclorhagen, die letzteren den Homalorhagen an.

Die Spermatozoen von *Echinoderes dujardinii* Grff., die von Greeff, wie erwähnt, als Embryonen angesprochen wurden,

weichen tatsächlich in ihrem Aussehen und ihrem Gehaben stark von typischen Spermienformen ab. Sie besitzen ein kopfartig erweitertes Vorderende mit scharfer Spitze (Fig. 1B), die in der Seitenansicht gekrümmt erscheint (Fig. 1A). Eine schwache Einschnürung verbindet dieses Vorderende (Fig. 1B) mit dem übrigen Körper des Spermatozoons, der sich zuerst allmählich und gegen das Ende rasch nach hinten verjüngt und schließlich in eine ziemlich lange Geißel ausläuft. In einigem Abstände von der Spitze, von dem Perforatorium, beginnt die Bedeckung der Oberfläche mit kleinen in regelmäßiger Anordnung stehenden Knöpfchen oder Buckeln, die nach außen vorragen. Die Endpartie des Spermienkörpers bleibt frei von dieser Körnelung. Durch die ganze Länge wird der Spermienkörper von einem hellen nach beiden Enden spitz zulaufenden Kanale durchzogen, der Greeff veranlaßte, von einem Darmkanale der „Embryonen“ zu sprechen. In der Seitenansicht (Fig. 1A) fehlt die kopfartige Verbreiterung, das Vorderende läuft vorne in einen hakenförmig gebogenen Schnabel aus, nach hinten geht es allmählich in den zuerst dicker werdenden und dann sich verjüngenden Körper über. Die wellenartig verlaufenden Bewegungen des Körpers bewirken ein abwechselndes Strecken und Krümmen des Vorderendes, so daß Greeff, der die Spermien in der Daraufrsicht beobachtete, der Meinung werden konnte, daß ein Stilet aus einer Mundöffnung hervorgestoßen werde, weil die scharfe Spitze bald auftauchte, bald verschwand. Färbungen mit Eisenhaematoxylin, Kristallviolett, Safranin, Giemsa-Gemisch, Triacid, Gentianaviolett mit Safranin usw. ergaben, daß die Körnchen Mitochondrien sind und der helle Kanal dem gestreckten Kerne entspricht. Die Mitochondrienhülle zeigt konstant in der hinteren Partie des Körpers eine ringförmige Unterbrechung, hinter der die Mitochondrienkörner wieder in dichter Anordnung bis zur stark verjüngten Endpartie stehen. In der vorderen Anschwellung des Spermiums zeigen verschiedene Färbungsmethoden wie Eisenhaematoxylin, Kristallviolett, Safranin zwei stark gefärbte, symmetrisch verteilte Massen, vielleicht Mitochondrien-substanz, die zu beiden Seiten des Kernes gelagert sind und bei der Differenzierung oft die Form von einander abgekehrten Halbmonden zeigen (Fig. 6). Nach Eisenhaematoxylin erhalten sie sich bei der Differenzierung am längsten von allen färbbaren Bestandteilen. Zwei eigenartige geschlängelte Linien, die dicht unter der Oberfläche von hinten nach vorn ziehen, zuerst divergierend und dann wieder sich nähernd, (Fig. 6f.) vervollständigen das eigentümliche Bild dieser Spermatozoen. Diese Linien treten nur auf Eisenhaematoxylin auf, nicht aber auf Kristallviolett, so daß sie nicht auf gereichte Körnchen von unveränderter Mitochondrien-substanz bezogen werden können. Vielleicht stehen sie aber mit der bei *Echinoderes*, besonders auffallend entwickelten Bewegungsfähigkeit der



Spermien im Zusammenhang und da wäre der Gedanke angesichts der Beziehungen von Myofibrillen und Mitochondrien nicht von der Hand zu weisen, daß diese Fasern, die in dem Mitochondrienmantel liegen, aus Mitochondrienkörnern entstanden sind und sich so verändert haben, daß das spezifische Färbemittel für diese Substanz sie nicht mehr färbt. Auch wird wohl die reichliche Mitochondrienmasse selbst mit der großen Beweglichkeit der Spermien in Verbindung zu bringen sein. Diese Fibrillen, wie auch der Kern liegen exzentrisch, d. h. beide ziehen unter der Oberfläche hin, sie liegen in der Seitenansicht einander gegenüber (Fig. 6 B, f u. k.); nur in der Daraufrsicht scheinen sie axial zu liegen, wobei die Schlangenlinien der Fibrillen den Kern links und rechts begleiten (Fig. 6A). Die Schlangenlinien tauchen in der hinteren Mitochondrienpartie auf, um sich im kopfartigen Vorderende in der Nähe der dunklen Halbmonde zu verlieren.

Der Kern ist durch eine fadenförmige durch die ganze Länge verlaufende Chromatinverdichtung ausgezeichnet, welche Erscheinung auch bei den Spermatozoen anderer Spezies auftritt. Auf Haematoxylin-, Alaunkarmin-, Kristallviolett- oder Safraninfärbung erscheint nur dieser feine Faden als Ausdruck des Kernes (Fig. 7).

Die Spermien des zweiten Typus (*Echinoderella*) sind langgestreckte, mehr zylindrische Körper (Fig. 2), die sich nach hinten allmählich verjüngen, soweit die Körnchenhülle reicht, um sich dann zu einer stabförmigen Endpartie zu verschmälern, die in eine kurze Geißel ausläuft. Das Perforatorium ist hier in Form eines schmalen, vorn abgerundeten Stabes entwickelt. Die Körnelung der Oberfläche erstreckt sich vom Perforatorium bis zum stabförmigen Endteil. Die Kristallviolett-färbung nach Benda (Fig. 8) beweist, daß hier die feinen Körnchen nicht mit den Mitochondrienmassen korrespondieren und daß nicht alle Stellen des Körnchenmantels gleichmäßig mit Mitochondrienkörnern besetzt sind. In einer Ausdehnung, die der mittleren Partie des Spermatozoons entspricht, liegen massige rundliche Mitochondrienballen, vorn und hinten schließen sich kleine Mitochondrienkörner an. Das stabförmige Hinterende ist nur mit winzigen zerstreut stehenden Körnchen versehen. Auch hier erscheint der Kern am lebenden Objekt als heller Kanal, im gefärbten Zustande tritt die fadenförmige Chromatinverdickung auf (k).

Die Spermien der Homalorhagen, die den dritten Typus bilden, zeigen eine scharfe, etwas gebogene Spitze am Vorderende (Fig. 3 p), einen mit Buckeln in regelmäßigen Reihen besetzten vorderen dickeren Abschnitt, eine verjüngte, glatte hintere Partie und eine kurze zarte Geißel (g).

Der mit vorspringenden Buckeln oder Körnern versehene vordere Teil umfaßt bei *Pycnophyes communis* (Fig. 3) die Hälfte, bei *Pycnophyes carinata* (Fig. 5A) etwa zwei Drittel des Körpers.

Der Kern erscheint bei den derben Spermien von *Pycnophyes communis* im Leben ebenso als heller Kanal, wie bei *Echinoderes* und *Echinoderella*. Die Mitochondrienfärbung mit Kristallviolett zeigt die Buckeln mit Mitochondrienmasse erfüllt (Fig. 9), die von diesen Buckeln freie hintere Partie zeigt nur feine zerstreute Mitochondrienkörner.

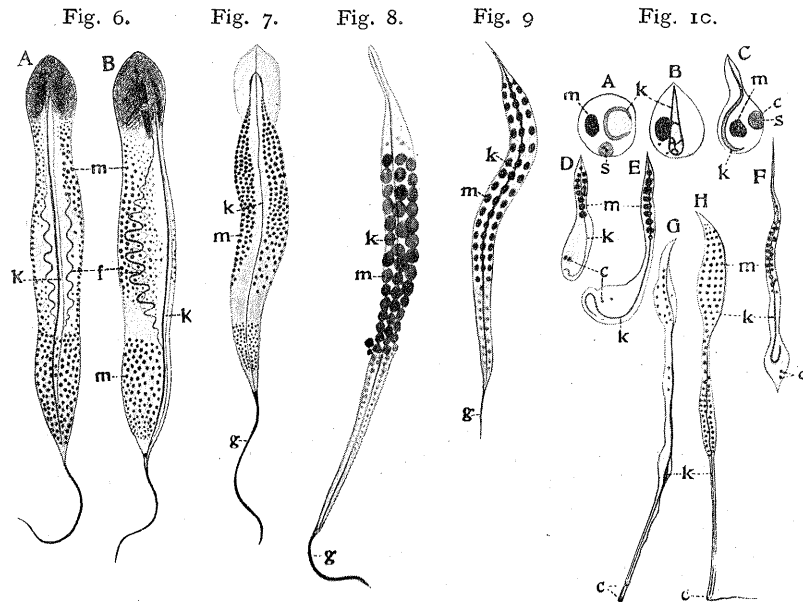


Fig. 6. Spermatozoon von *Echinoderes dujardinii* Grff. nach Eisenhaematoxylin. A. Daraufrsicht, B. Seitenansicht. f. Fibrillen, k Kern, m Mitochondrien.

Fig. 7. Spermatozoon von *Echinoderes dujardinii* Grff. nach Bendas modifizierter Kristallviolettfrbung; g Geißel, k Kern, m Mitochondrien.

Fig. 8. Spermatozoon von *Echinoderella capitata* mihi, nach Bendas modifizierter Kristallviolettfrbung. g Geißel, k Kern, m Mitochondrien.

Fig. 9. Spermatozoon von *Pycnophyes communis* mihi nach Bendas modifizierter Kristallviolettfrbung. g Geißel, k Kern, m Mitochondrien.

Fig. 10. Umwandlung der Spermatide von *Pycnophyes carinata* mihi. A rundliche Spermatide mit Kern k, dessen Chromatin peripher angesammelt erscheint, m Mitochondrienmasse, s Sphäre mit Centriolen; B, Streckung des Kernes; D Auflösung der Mitochondrienmasse in Teilstücke; E Verschwinden der Sphäre; F weitere Auflösung der Mitochondrien, die Centriolen rücken an das Hinterende; G die keulige Chromatinverdickung des Kernes k wächst nach hinten; H fertiges Spermatozoon. Alle Stadien nach Bendas Nachchromierung mit Tolidinblaufrbung.

Der Kern durchzieht auch hier die ganze Länge des Spermiums von der Spitze des Perforatoriums bis zum Ursprung der Geißel. Gefärbt erscheint in dieser Figur 9 nur die Chromatinverdickung (k). Nach Färbung mit Alaunkarmin und Aufbewahrung in all-

mählich konzentriertem Glycerin bleibt der Kern wie im Leben röhrenförmig.

Die Lösung der Frage nach der Lage der Centriolen bedarf bei den Echinoderenspermien der Unterstützung mehrerer Methoden, da die Eisenhaematoxylinfärbung allein nicht sicher zum Ziele führt. Zur Kontrolle sind Färbungen mit Safranin-Gentiana und die Anwendung der Nachchromierung von Alkoholmaterial mit schließlicher Färbung durch Tolidinblau erforderlich. Es erscheint dann am Hinterende am Ursprung der Geißel ein intensiv gefärbtes Korn, das als Centriol zu deuten ist. An der Spitze der Spermien ergaben die angewandten Methoden keine besonderen Differenzierungen.

Aus der Spermatogenese, ich wähle die Form *Pycnophyes carinata*, möchte ich nachstehende Punkte hervorheben.

Die junge Spermatide zeigt einen exzentrisch gelegenen Kern, sowie einen ebenfalls exzentrisch gelagerten, mit Kristallviolett färbbaren Nebenkern, außerdem ein Idiozoma = Centrotheka, das ganz an der Peripherie gelegen ist und auf Tolidinblau sowie Eisenhaematoxylin besonders hervortritt. Zunächst treten Veränderungen am Kern auf, das fein verteilte Chromatin sammelt sich in größeren Zügen, so daß korbartig durchbrochene Mäntel von Chromatinzügen erscheinen, wobei das Chromatin allmählich an die Peripherie gelangt. Das Endergebnis ist die so allgemein verbreitete Erscheinung der peripheren Lagerung des Chromatins, das eine kontinuierliche Rinde bildet, die den Kernsaft einschließt (Fig. 10 A, k).

Um den Kern tritt kein heller Hof auf. Schon während des Prozesses der Chromatinverlagerung streckt sich der Kern; der Nebenkern bleibt noch unverändert (Fig. 10 B). Der sich streckende Kern gewinnt zunächst die Form einer Keule; das spitze Ende, das mitunter aus der Zelle hervorrägt, zeigt das Vorderende des zukünftigen Spermatozoons an, das abgerundete Ende wird zur hinteren Partie.

An dem sich streckenden Kerne erscheint eine lineare Verdickung des Chromatins, die im Kerne nach hinten wächst und auf ihrem Wege oft als keulige Anschwellung zu sehen ist (Fig. 10 G, k). Die Centrotheka erhält sich länger als der Nebenkern, der bald in eine Anzahl Brocken zerfällt (Fig. 10 D, m), die sich in der vorderen Partie des Spermatozoons hintereinander und bald durch weiteren Zerfall auch nebeneinander lagern. Sie zeigen uns den Beginn der Bildung des Mitochondrienmantels an, der für das Aussehen des fertigen Spermiums eine so hervorragende Rolle spielt.

Inzwischen hat sich der Kern, immer vom Plasma begleitet, weiter nach hinten gestreckt; bei *Pycnophyes carinata* ist er am hinteren Ende oft sichelartig gebogen und außerdem am Ende

umgeschlagen. In der Öffnung der Sichel ist zu Beginn der Streckung des Kernes mitunter noch das Idiozoma mit den Centriolen zu erkennen; später liegen die zwei Centriolen frei und das Idiozoma ist verschwunden (Fig. 10 E, c). Es ist zweifelhaft, ob es an die Spitze des Spermiums rückt, da an dieser Stelle keinerlei Differenzierung zu erkennen ist, ja in manchen Fällen die Kernspitze direkt aus dem Plasma herausragt, so daß eine Vorlagerung des Idiozomas nicht denkbar wäre. Der Kern selbst übernimmt hier die Funktion der Versteifung der Spitze, welche Aufgabe in anderen Fällen eigenen Gebilden vorbehalten ist.

Während der Streckungsperiode des Kernes ist die Auflösung des Nebenkernes in die Mitochondrienkörner vollendet worden. Die Körner ordnen sich in regelmäßigen Reihen, die als Ausdruck einer Spirallinie angesehen werden können. Jedes Korn liegt in einem Plasmahügel. Der Vorgang des Differenzierens bei Anwendung von Eisenhaematoxylin und Kristallviolett zeigt, daß der Plasmahügel mit der Mitochondrienmasse angefüllt ist und zwar so, daß die Dichte gegen das Zentrum des Hügel zunimmt. Die Mitochondrien haben hier mit der Streckung des Kernes gar nichts zu tun; die vollzieht sich unabhängig; später erst, nachdem der Kern durchgewachsen ist, lagern sich die Mitochondrienkörner an der Peripherie des Plasmas ein, das vom Kern schon durchzogen ist. Der Mitochondrienmantel hat hier formgebende, schutzbietende und wohl auch motorische Funktion.

Die Centriolen geraten bei der Streckung der Spermatiden unabhängig vom Kern an das Hinterende und sind dort, bald neben dem Kern (Fig. 6), bald hinter dem Kern (Fig. 10 G, c) mit Toluidinblau oder Gentianaviolett und Safranin nachzuweisen. Solange zwei Centriolen zu sehen sind, liegen sie nahe beisammen; das proximale ist mitunter größer. Mit der Vollendung der Spermien rücken sie ganz aneinander, schließlich ist fast immer nur eines mehr nachzuweisen, von dem dann die Bildung der Geißel ausgeht.

Wir haben in den Spermatozoen der Echinoderen niedrig organisierte Gebilde vor uns, mit großem Aufwand von Plasma und Fehlen aller besonderen Einrichtungen, die die Spermien höherer Organisation auszeichnen. Es sind die typischen Bestandteile der Zelle völlig erhalten und die Mobilität der Spermien hängt weniger von der Tätigkeit der Geißel, als von der Beweglichkeit des Zellkörpers selbst ab. Der Bewegungsapparat der vollkommener gestalteten Spermien anderer Tiere, der Schwanzfaden, ist hier unbedeutend entwickelt und dessen Wurzel, das Mittelstück, gewissermaßen nur durch das Zentralkorn prinzipiell angedeutet. Die Spermien der Echinoderen lassen sich hinsichtlich ihrer Eigenart, die sich besonders in dem langgestreckten Kerne äußert, vielleicht am ehesten mit jenen von *Dicrocoelium* (*Distomum*) *lanceatum* Stil. et Hass. vergleichen, die vor kurzem

von Dingler<sup>1)</sup> untersucht worden sind. Doch stehen einem näheren Vergleiche die Verhältnisse der Mitochondriensubstanz entgegen; auch wird das Verhalten der Centriolen bei den Spermatozoen von *Dicrocoelium* noch in Betracht zu ziehen sein.

Die große Streckung des Kernes findet sich auch anderweitig, wie in Turbellarienspermien (*Planaria lactea*<sup>2)</sup>), nur hat hier der Geißelapparat eine ganz andere Ausbildung erfahren. Vielleicht sind auch die fadenförmigen Spermien der Cirripeden hierher zu stellen.

Die Spermien der Echinoderen sind, in Kürze zusammengefaßt, Geißelzellen mit reichlichem Protoplasmaleib und fadenförmig gestrecktem Kerne, der an gewissen Stellen von einem Mitochondrienmantel umschlossen ist. Der Geißelapparat ist höchst bescheiden entwickelt.

Der gebräuchlichen Terminologie folgend muß man die Echinoderenspermien als aus Kopf und einer minimalen Schwanzpartie bestehend ansehen. Das Mittelstück ist nur angedeutet und durch das Centrosoma repräsentiert.