

Aegir ist kleiner, bloß 3 Zentimeter lang und am Vorderende kaum ein Zentimeter, am Hinterende etwa halb so dick. Die Oberfläche trägt zwölf Längsrippen. Die „Suckers“¹⁾ sind klein und stehen meist paarweise. Der mittlere und hintere Teil steckt in einem aus Schleim und Fremdkörpern gebildeten Mantel, aus welchem oben die Mundscheibe und das vordere Ende des Körpers hervorschauen. Auch am unteren Ende ist dieser Mantel offen²⁾. Der Mantel ist violett-braun, die Mundscheibe hell-, und die Tentakel dunkel scharlachrot.

Im Bau stimmt *Aegira* mit *Fenja* im großen und ganzen überein. Am Hinterende lässt sich eine Verbindung zwischen den zwölf Interseptalräumen mit dem Darmlumen nachweisen; dagegen stehen bei *Aegir* die Interseptalräume nicht (wie dies bei *Fenja* der Fall ist) mit der Außenwelt in direkter Verbindung³⁾.

Es ist wirklich erstaunlich, dass Danielssen die Bedenken, welche gegen seine Deutung, dieser, wie ich ziemlich überzeugt bin, verstümmelten gewöhnlichen Actinien geäußert wurden, mit keiner Silbe erwähnt.

(Schluss folgt.)

Die Entdeckungen von E. Ballowitz betreffend die fibrilläre Struktur der Spermatozoen-Geißel.

- [1] Zur Lehre von der Struktur der Spermatozoen. Anatom. Anzeiger, Jahrgang I, 1886, Nr. 14.
- [2] Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der kontraktile Elemente Teil I. Die Spermatozoen der Vögel. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXXII, 1888.
- [3] Ueber Verbreitung und Bedeutung feinfaseriger Strukturen in den Geweben und Gewebeelementen des tierischen Körpers. Biologisches Centralblatt, Bd. IX, Nr. 20 u. 21.
- [4] Fibrilläre Struktur und Kontraktilität. Vortrag, gehalten auf dem III. Kongress der anat. Gesellschaft zu Berlin am 12. Oktober 1889. Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. XLVI, S. 433.
- [5] Das Retzius'sche Endstück der Säugetier-Spermatozoen. Internationale Monatsschrift f. Anat. u. Phys., Bd. VII, 1890.
- [6] Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen etc. Die Spermatozoen der Insekten. I. Coleopteren. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. L, 1890.
- [7] Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen. Teil III. Fische, Amphibien und Reptilien.

Obzwar die Spermatozoen der verschiedensten Tierklassen schon wiederholt und zum Teil von den ersten Histologen der Gegenwart

1) Wie bei *Fenja* wohl Nesselwarzen.

2) Durch das Scharnetz abgeschnitten.

3) Von diesen Actinien war eben durch das Scharnetz nicht so viel abgeschnitten wie bei *Fenja*.

— Bütschli, v. Ebner, Eimer, Leydig, Retzius, Schweigger-Seidel, v. La Valette St. George, Waldeyer u. a. — untersucht wurden, so ist doch bis auf die allerjüngste Zeit speziell bezüglich des als Geißel bekannten Bewegungsorganes eines der wesentlichsten und im Zusammenhang mit der Frage nach der Struktur der kontraktilen Gewebe bedeutungsvollsten Bauverhältnisse des genannten Gebildes völlig unbekannt geblieben. Wir meinen die mit überzeugender Klarheit und bei zahlreichen Tieren zuerst [1] von Ballowitz nachgewiesene Thatsache, dass die von den früheren Forschern als Axenfaden beziehungsweise als Flimmersaum bezeichneten kontraktilen Geißelteile Bündel feinsten Fäserchen, sog. Elementarfibrillen darstellen, respektive dass sie solche Fädchen enthalten. Auch mag, dem folgenden gedrängten Referat vorgreifend, schon hier hervorgehoben werden, dass sich nach den wahrhaft überraschenden Entdeckungen von Ballowitz speziell die Spermatozoengeißel mancher Käfer — die Mannigfaltigkeit der einschlägigen Bildungen und Strukturen ist eine ganz unerwartet große — als ein förmliches hochdifferenziertes System von verschiedenartigen kontraktilen und nicht kontraktilen Teilfasern erweist. Es erscheint daher nach der Ansicht des Ref. nicht zu viel gesagt, dass durch die Entdeckungen von Ballowitz unsere Erkenntnis vom Bau der Spermatozoen-Geißel, und damit auch das Studium dieses merkwürdigen Flimmerorganes plötzlich in ein ganz neues Stadium getreten ist. Auch dürften wohl die in Rede stehenden Entdeckungen hinsichtlich ihrer Tragweite mit der bekanntlich viel früher gemachten und in jüngster Zeit besonders durch die klassischen Studien Rollett's¹⁾ eingehend begründeten Thatsache, dass sich die quergestreifte Muskelfaser aus Primitivfibrillen zusammensetzt, verglichen werden.

Was nun zunächst die Bedingungen betrifft, welche den Untersuchungen von Ballowitz einen solchen Erfolg verliehen, so ist gerade hier abgesehen von der Anwendung der homogenen Immersion und entsprechenden Beleuchtungsvorrichtungen, vor Allem die Methode sowie die unermüdliche Ausdauer im Aufsuchen geeigneter Objekte beziehungsweise die Ausdehnung der Untersuchungen auf eine große Anzahl von Tierformen von Wichtigkeit. Speziell die Isolierung der „Elementarfibrillen“, die aber, wie Verf. mit Recht bemerkt, vielleicht selbst wieder aus noch feineren letzten Einheiten sich aufbauen, setzt fast durchgehends — die Anwendung der Nadel ist selbstverständlich bei so zarten an der Grenze der Sichtbarkeit liegenden Gebilden ganz ausgeschlossen — eine bald kürzere bald längere Mazeration der Spermatozoen voraus. Zu diesem Behufe wurde das Sperma entweder auf dem Objektträger einige Zeit der Einwirkung einer verschieden konzentrierten Kochsalzlösung ausgesetzt oder es kam die „Fäulnis-

1) Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern. Teil I und II. Denkschriften der kaiserl. Akademie d. Wissensch. zu Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. 49 u. 51.

methode“ in Anwendung, wobei Ballowitz die betreffenden Tiere respektive die das Sperma enthaltenden Organe etliche Tage in eine Koehsalzlösung gab. Ferner wurden sowohl die macerierten als die frisch mit Ueberosmiumsäure-Dämpfen behandelten und dann zum Teil als Trockenpräparate behandelten Spermatozoen mit verschiedenen stark färbenden Anilinfarben, am häufigsten mit Gentianaviolett gefärbt, welches letztere nicht nur gewisse Differenzierungen des im folgenden unberücksichtigt gelassenen Kopftheiles sondern speziell auch mancherlei Unterschiede in der Beschaffenheit der einzelnen Geißelfasern zur Anschauung bringt.

Gehen wir nun in aller Kürze die von Ballowitz bei den einzelnen bisher von ihm genauer untersuchten Tierklassen gewonnenen Resultate durch.

Um mit den Spermatozoen der Säugetiere zu beginnen, so lehrte zuerst Schweigger-Seidel¹⁾ am fadenförmigen Teil zwei differente Abschnitte, das „Mittelstück“ und den eigentlichen Schwanz kennen. Am letzteren entdeckte dann Retzius²⁾ ein kurzes auffallend verschmälertes Ende, das „Endstück“. Bezüglich dieser Schwanzspitze zeigte hierauf Brunns³⁾, dass sie das letzte frei hervorragende Ende eines den Schwanzteil in seiner ganzen Länge durchziehenden und von einem Mantel umgebenen Axenfadens sei, welcher letztere zuerst von Eimer⁴⁾ als solcher erkannt wurde.

Ballowitz [1, 5] gelang es zunächst das „Endstück“ bei zahlreichen Säugetieren so u. a. beim Hund, Igel, Schafbock, Kater, Hengst, Eber, Kaninchen, Ratte und Haushund nachzuweisen. Außerdem entdeckte er aber daran noch eine feinere Struktur nämlich eine Gabelung beziehungsweise eine fibrilläre Spaltung, wobei die „vier“ Teilfäden stets gleich oder doch nahezu gleich lang erschienen und außerdem Andeutungen einer noch weiteren Zusammensetzung vorhanden waren. Dagegen wollte es bisher wegen der großen Resistenz des Schwanzmantels nicht gelingen den Axenfaden in seiner Totalität frei zu machen; der Umstand aber, dass Jensen⁵⁾ und Niessing⁶⁾ bei der Ratte wenigstens am „Mittel- oder dem sog. Verbindungsstück“ einen Zerfall in feine Fäden beobachten konnten, stellt es im Zusammenhang mit den noch mitzuteilenden Ergebnissen bei anderen

1) Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. I, 1865.

2) Zur Kenntnis der Spermatozoen. Biol. Untersuchungen, Jahrg. 1881.

3) Beiträge zur Kenntnis der Samenkörper und ihrer Entwicklung bei Säugetieren und Vögeln. Arch f. mikr. Anat., Bd. 23, 1884.

4) Untersuchungen über den Bau und die Bewegung der Samenfäden. Verhandlungen d. physik.-mediz. Ges. zu Würzburg, Neue Folge, Bd. VI, 1874.

5) Untersuchungen über die Samenkörper der Säugetiere. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XXX.

6) Untersuchung über die Entwicklung und den feinsten Bau einiger Säugetiere. Verhandl. der physik.-mediz. Ges. zu Würzburg, Neue Folge, XXII, 2.

Tieren, wohl außer Zweifel, dass der gesamte Axenfaden der Säugerspermatozoen einen fibrillären Bau besitzt.

Bei den Vögeln kennt man bisher — wie schon die älteren Spermatozoen-Forscher wussten — zwei wesentlich verschiedene Formen von Samenkörperchen, eine mit korkzieherartigem Kopf, die auf die Singvögel beschränkt zu sein scheint und eine zweite mit verhältnismäßig einfachem Kopfteil.

Am Schwanzteil der ersteren Form und zwar beim Buchfinken hat nun bereits Schweigger-Seidel eine Trennung in zwei Fäden, nämlich in einen geraden „Zentralstrang“ und einen spiralig geschlängelten Außenfaden beobachtet und außerdem, was besonders hervorgehoben zu werden verdient, am ersteren nach längerer Einwirkung von verdünntem Glycerin eine Zusammensetzung aus Fibrillen erkannt, welche letzteren jedoch vom genannten Forscher nicht isoliert und als wirklich selbständige Elementargebilde dargestellt wurden.

Ballowitz [2] untersuchte die Spermatozoen von nicht weniger als 42 Vogelarten aller Hauptordnungen. Was nun zunächst den bei den Singvögeln vorkommenden Typus betrifft, so kann man sich beispielsweise beim Buchfinken vielfach schon am frischen, mit physiologischer Kochsalzlösung verdünntem Sperma nach vorheriger Fixierung mit Ueberosmiumsäuredämpfen überzeugen, dass sich ein fadenartiger Saum in überaus zierlichen regelmäßigen Spiraltouren um einen axialen Faden herumlegt. Auch sieht man häufig kurze völlig abgelöste Spiralstücke, die sich derart zusammengezogen haben, dass ihre Windungen oft ringförmig ganz enge aneinanderliegen. Aus der letzteren Erscheinung muss man schließen, dass dem peripherischen Spiralfaden eine große Spannkraft innewohnt, und dass er im frischen Zustand ziemlich fest mit der axialen Faser verbunden sein muss. „Vermutlich liegt aber an der intakten Geißel die Axenfaser auf der Strecke zwischen den Spiralwindungen nicht völlig frei sondern wird hier von einer, wenn auch äußerst dünnen Schicht von Protoplasma eingehüllt, durch welches die Spiraltouren mit einander verbunden und an der Axenfaser angeheftet werden“. Der isolierte Axenfaden erscheint als eine meist gerade, ganz glatte drehrunde und solide Faser von starkem Lichtbrechungsvermögen, und endigt, gegen die Spitze zu sich allmählich verschmälernd, mit dem „unmessbar feinen Endstück“. Mazeriert man die Spermatozoen mittels der Fäulnis-methode, so zeigt sich zunächst an den Spiralfäden eine Neigung in Stücke zu zerfallen und zu zerbröckeln. Nach längerer Zeit (etwa am 6. bis 8. Tage) lösen sich dann auch die Kopfabschnitte auf und bleiben also die relativ sehr resistenten Axenfäden allein übrig. An den letzteren sieht man nun nicht selten auf größere oder längere Strecken eine Spaltung in zwei glatte Fäden, welche in der Regel gleiche Dicke und gleiches Aussehen besitzen. Noch häufiger aber erscheinen diese Teilfasern in Büschel feinsten Fädchen aufgelöst, denen ein ziemlich hoher Grad von „federnder Elastizität“ zukommt.

Diese parallel neben einander liegenden Elementarfibrillen werden durch eine namentlich im „Endknöpfchen“ ziemlich resistente Kittsubstanz mit einander verbunden, und sind im Allgemeinen so lang als der gesamte Axenfaden.

Im Wesentlichen die gleichen Verhältnisse konstatierte Ballowitz bei allen Singvögeln mit Ausnahme von *Corvus frugilegus*, bei dem bisher eine fibrilläre Struktur nicht nachgewiesen werden konnte. Die Spermatosomengeißel der übrigen Vögel ist im Ganzen, wenn von den Uebergangsformen abgesehen wird, von ganz anderer Beschaffenheit. Sie bildet hier einen dünnen, kurzen Faden, welcher nur selten schnurgerade daliegt, vielmehr gewöhnlich mehrfache unregelmäßige Einbiegungen und winkelige Einknickungen aufweist. Auch ist von der Geißel ein kleines Verbindungsstück abgesondert, während am Hauptteil ein deutliches „Endstück“ nicht zur Differenzierung kommt. Das Verbindungsstück zeigt eine sehr feine Querriffelung, die, wie erst an mazerierten Objekten und auch hier nicht mit völliger Sicherheit festgestellt werden konnte, wahrscheinlich auf einen leicht vergänglichen den Axenfaden in sehr engen Touren umwindenden Spiralsaum bezogen werden muss. Das Hauptstück besteht aus einem Axenfaden, welcher von einem sehr dünnen und hier nicht spiralfadenartig differenzierten Protoplasma-Mantel umgeben ist. Die mehr oder weniger in ganzer Ausdehnung erhaltenen isolierten Axenfäden zeigten nach entsprechender Mazeration — ausgezeichnete Objekte sind die Spermatozoen des Haushahnes — eine Teilung in zwei Fasern, von denen jede wieder oft sich gabelte. Seltener beobachtet man eine noch weiter gehende Zerfaserung.

Manches Interessante beobachtete Ballowitz hinsichtlich der Bewegung der Vögel-Spermatozoen. Bei *Sylvia atricapilla* war eine solche noch 24 Stunden nach dem Tode des Tieres erkennbar. Die Geißel selbst bewirkt nur, wie man an kopflosen Samenkörpern sieht, eine geradlinig fortchreitende Bewegung, während die Rotation durch den Widerstand des umgebenden Mediums infolge der Schrauben- bzw. Bohrerform des Kopfes bedingt wird und somit eine rein passive Bewegung ist. Bei verlangsamter Bewegung erscheint der Ausschlag der Geißel nach der einen Seite etwas schneller und kräftiger als nach der andern und wird der Kopf isochron mit der Vibration jedesmal etwas zur Seite bewegt. Mitunter beobachtet man an der hauptsächlich mit dem Mittelstück vibrierenden Geißel Knotenpunkte, wodurch die Analogie mit einer schwingenden Saite besonders klar wird. Schraubenförmig ist die Bewegung des ganzen Spermatosoms auch bei jenen Formen, deren Kopf keine Schraubenwindungen besitzt; es beruht dies darauf, dass der Kopf derart gebogen wird, dass er fast die Hälfte einer Spiralwindung bildet.

Ausdrücklich hebt Ballowitz noch hervor, dass er an teilweise oder ganz isolierten Spiralen niemals irgend eine Flimmerbewegung

sah, weshalb er diese Mantelbildungen vorwiegend als schützende Umhüllungen bzw. als federnde Stützen betrachtet.

Bezüglich der Spermatozoen der Reptilien, über welche, wenn von den Angaben Leydig's¹⁾, Jensen's²⁾ und Prenant's³⁾ abgesehen wird, bisher sehr wenige Mitteilungen vorliegen, machte bereits der erstgenannte Forscher auf die bedentsame Aehnlichkeit derselben mit jenen der Vögel aufmerksam, eine Thatsache, die durch die Studien von Ballowitz [7], welche sich auf sieben Species ausdehnen, sehr eingehend begründet wird.

Was speziell die Geißel anlangt, so setzt sie sich bei den Sauriern und Schildkröten aus einem Verbindungs- und einem Hauptstück zusammen und ist am letzteren bei geeigneter Behandlung meist auch ein feines „Endstück“ nachweisbar. Beiderlei Abschnitte werden von einem durch Mazeration isolierbaren Axenfaden durchzogen, der von einem Protoplasma-Mantel umhüllt ist, aber nicht im Sinne Leydig's einen eigentlichen Hautsaum besitzt.

Die Spermatosomen-Geißel der Schlangen (*Vipera*, *Coluber*) zeichnet sich ganz besonders durch ein ungemein langes Verbindungsstück aus. Letzteres stimmt nun darin in ganz auffallenderweise mit dem der Vögel (insbesondere der Taube) überein, dass sich um den geraden Axenfaden ein Spiralband herumschlingt, dessen enge Zwischenräume von einer verhältnismäßig leicht löslichen Kittsubstanz angefüllt werden.

Sehr schwierig ist hier der Nachweis einer feineren Struktur des Axenfadens. Verhältnismäßig häufig sah Ballowitz nach kurzer Mazeration und intensiver Tinktion eine Spaltung des Endstückes in zwei Teilfädchen; nur bei *Testudo* wurde noch ein weiterer Zerfall beobachtet.

An der Geißel der schwanzlosen Amphibien hatten bereits Jensen und v. La Valette St. George (vergl. oben) außer der sehr feinen und geraden „Hauptfaser“ einen undulierenden flossenartigen Saum unterschieden, an dessen freiem Rande eine besondere Faser die „Randfaser“ verläuft. Ballowitz [7] konstatierte zunächst bezüglich *Alytes*, dass sich hier nur der Randfaden allein wellenförmig kontrahiert beziehungsweise, dass die flimmernde Bewegung der Geißelflosse vom letzteren ausgeht. Hinsichtlich *Pelobates* bestreitet Ballowitz die Angabe Leydig's, nach welcher auch hier ein zarter Saum vorhanden sein soll. Die Geißel besteht hier nur aus zwei eng verbundenen Fäden, die sich im mazerierten Zustand wiederum in feine Fibrillen auflösen.

Bei den geschwänzten Lurchen z. B. beim *Triton*, sondert sich die Geißel in ein Verbindungs- und Hauptstück. Das Hauptstück

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

2) Die Struktur der Samenfäden. Bergen 1879.

3) Observations cytologiques sur les éléments séminaux des Reptiles. La Cellule, recueil de Cytologie et d'Histologie générale, tom. IV, I. Fasc., Nr. 14.

besteht, wie u. a. schon v. Siebold¹⁾ und J. N. Czermak²⁾ und zwar speziell vom letzteren in wahrhaft klassischer Weise geschildert wurde, aus einem Hauptfaden und der sog. undulierenden Membran, deren freier, in bestimmten Abständen krausenförmig nach den beiden Seiten des Hauptfadens umgebogener Rand ähnlich wie bei *Alytes* zu einem von der übrigen Membran scharf abgesetzten Randfaden verdünnt ist.

Ballowitz [7] entdeckte zunächst neben dem Hauptfaden noch einen schmälere Streifen, den „Nebenfaden“, der sich zuweilen ablöst und sich gewöhnlich in der an der Geißel vorkommenden Biegung wie die Sehne eines Bogens ausspannt. Der Randfaden ist längs des ganzen Saumes von gleicher Dicke und nimmt in Gentianaviolett eine sehr intensive Färbung an. An Arten, die eine breite Geißelmembran besitzen, entdeckte Ballowitz ferner nach innen von dem Randfaden eine fast fadenartige protoplasmatische Verdickung der Membran; beiderlei Fäden zeigen in mit Safranin gefärbten Trockenpräparaten ein sehr intensives Kolorit. Was den früher erwähnten Nebenfaden betrifft, so ist er als ein Teil der die Axenfaser (Hauptfaden) umgebenden Hülle anzusehen. „Dadurch nämlich, dass der Axenfaden nicht genau in der Axe sondern exzentrisch in dem Mantel (des letzteren) liegt, ist die eine Seite der Hülle stärker entwickelt, bei einigen Species (Tritonen) so sehr, dass sie sich fadenartig von dem übrigen Teile des Mantels abhebt“.

Eine „prinzipielle Bedeutung“ legt Ballowitz der von ihm mit völliger Sicherheit erwiesenen Thatsache bei, dass der sog. Axenfaden, der bekanntlich im Gegensatz zum Randfilament keinerlei Kontraktionsercheinungen darbietet, auch keinen fibrillären Bau besitzt, sondern sich als strukturlose Faser erweist. Dagegen wurde an den durch Mazeration isolierten Randfäden sehr häufig eine Teilung in zwei gleichdicke Fäden und nicht selten auch, worüber auf die einschlägigen durchaus nach der Natur gezeichneten Abbildungen verwiesen sei, ein weiterer Zerfall „in feinste Fibrillen“ beobachtet.

Ungemein mannigfaltige Zustände bieten die Spermatozoen der Fische dar, die indessen zum Teil ihrer Kleinheit wegen die Untersuchung sehr schwierig machen.

Bei *Raja* sondert sich die Geißel wieder in ein Verbindungs- und ein Hauptstück. Am ersteren entdeckte Ballowitz [7] eine feine Querschattierung, die ähnlich wie bei manchen Vögeln auf eine Spiralbildung des den Axenfaden umgebenden Mantels zurückzuführen ist. Das Hauptstück setzt sich, wie bereits Jensen wusste, aus zwei völlig gleichwertigen dünnen Fäden zusammen. Während aber der genannte Forscher der Ansicht war, dass der eine der beiden Fäden

1) Ueber undulierende Membranen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. II, 1850.

2) Ueber die Spermatozoiden von *Salamandra atra* etc. Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der schlesischen Ges. f. vaterl. Kultur i. J. 1848. Breslau 1849.

gerade verlaufe und der andere sich um diesen spiralig herumwinde, weist Ballo witz nach, dass beide Fäden sich gegenseitig umschlingen, ein Verhalten, das insoferne von dem anderer Wirbeltiere mit doppeltem Spermatozoen-Axenfaden abweicht, als sonst die beiden Fäden parallel nebeneinander verlaufen. Die Gleichwertigkeit beider Fäden ergibt sich aber nicht allein aus ihrer gegenseitigen Lage sondern besonders aus dem Umstande, dass thatsächlich auch beide, wie die Mazerationspräparate zeigen, einen fibrillären Bau besitzen.

Beim Stör ist der von einem ganz dünnen Mantel umschlossene und äußerst feine Axenfaden nicht aus zwei Filamenten zusammengedrillt, lässt sich aber gleichfalls in zahlreiche feinste Fibrillen sondern; Letzteres gilt auch von gewissen Knochenfischen z. B. von *Zoarces viviparus*.

Um nun auf den Bau der Spermatozoen-Geißel bei den wirbellosen Tieren überzugehen, so beschränken sich die Studien von Ballo witz vorläufig hauptsächlich auf die Insekten und zwar zunächst wieder auf die Käfer, von denen — es ist dies bei der Schwierigkeit der Untersuchung in der That kein geringes Stück Arbeit — über hundert Arten genauer geprüft wurden.

Bei den Käfern fand nun Ballo witz [1, 6] zwei wesentlich verschiedene aber durch Uebergangsformen verbundene Haupttypen von Spermatozoen, die man in gewissem Sinne als ein- und doppel-schwänzige unterscheiden könnte. Die letztere Form wurde übrigens und zwar bei einer *Clythra*-Art bereits von Bütschli¹⁾ und später von v. La Valette St. George²⁾ bei einem verwandten Käfer, der *Phratora vitellinae*, als solche erkannt; auch machte ersterer Forscher, dem die Spermatozoenkunde der Insekten überhaupt sehr wertvolle Aufschlüsse zu verdanken hat, schon die ganz richtige Beobachtung, dass von den zwei Schwanzfäden „der eine stets gerade gestreckt oder doch nur sehr schwach gebogen erscheint, während der zweite stets zahlreiche, wellenförmige Biegungen macht und sich wahrscheinlich nur scheinbar um den ersteren herumwindet“. Auch stellte Bütschli fest, dass von diesen zwei Fäden nur der wellig gekrümmte Kontraktionserscheinungen darbietet.

Was nun den in Rede stehenden Typus betrifft, so erkennt man nach Ballo witz hier, z. B. an den Spermatozoen von *Hyllobius*, schon bei der Betrachtung des frischen, mit Ueberosmiumsäuredämpfen fixierten und dann tingierten Spermas, dass die eines Verbindungsstückes entbehrende Geißel aus einer geraden Faser besteht, an welche eine mehr band- oder saumartige Faser angeheftet ist. Der freie Rand der

1) Vorläufige Mitteilung über Bau und Entwicklung der Samenfäden bei Insekten und Crustaceen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXI, 1874;

ferner: nähere Mitteilungen über die Entwicklung und den Bau der Samen-fäden der Insekten. Ebenda Bd. XXI, 1874.

2) Ueber die Genese der Samenkörper. Dritte Mitteilung. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. X, 1874.

letzteren ist in analoger Weise wie der Saum der *Triton*-Geißel nach beiden Seiten hin in regelmäßigen Abständen und ähnlich wie ein mit der Brennscheere „getollter“ oder „gekrauster“ Kleidersaum umgebogen, so dass er etwa drei Viertel der Circumferenz des geraden von Ballowitz als „Stützfaser“ bezeichneten Filamentes umfasst. Die Stützfaser selbst zeigt „ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen, erscheint daher stark glänzend, ist drehrund und verjüngt sich gewöhnlich von der Mitte an gegen das freie oft sehr fein zugespitzte Ende hin“. Besonders zeichnet sie sich aber noch durch ihre große an eine biegsame Weidengerte erinnernde Elastizität aus, die aber mit einer gewissen Starrheit verbunden ist. Ferner besitzt sie im Vergleich zum gekrausten und allein kontraktilem Flimmersaum eine auffallend große Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien. Das Allerbezeichnendste daran ist aber der Mangel einer feinfädigen Struktur. Dagegen kommt nun dem kontraktilem Saum ein „höchst komplizierter Bau zu, welcher beweist, dass auch hier vitale Bewegung nicht an ein strukturloses homogenes Substrat, sondern an sehr verwickelte und zwar faserige Strukturen geknüpft ist“. Als ein überaus günstiges Objekt zur Ermittlung dieser in der That überraschend komplizierten Verhältnisse erwies sich u. a. *Chrysomela sanguinolenta*. Hier erkennt man zunächst und zwar schon an nicht mazerierten Geißeln, dass der sog. Krausensaum einen Komplex von vier untereinander sich wieder verschieden verhaltenden im Ganzen aber schmalbandartigen Fasern bildet, welche Ballowitz als „Mittelfaser“, und als „erste, zweite und dritte Saumteilstoffe“ unterscheidet. Diese durch Kittsubstanz miteinander verbundenen und nebeneinander liegenden Filamente durchziehen die ganze Geißel, nehmen aber an Länge gegen den freien Saumrand d. i. gegen die dritte Saumteilstoffe zu, so dass also die letztgenannte die längste ist, und daher auch am längsten die Andeutungen der krausenförmigen Umbiegungen bewahrt.

Darf sich der Referent in bezug auf die Mechanik der erwähnten Spermatozoen-Geißel einen Vergleich erlauben, der allerdings nur teilweise passend ist, so erinnert das Ganze an ein von einer Chorda als Stützfaser durchzogenes allseitig biegsames niederes Wirbeltier wie etwa den *Amphioxus*, wobei aber die kontraktilem Muskeln entsprechenden Fasern nicht symmetrisch beiderseits des elastischen Stützstabes sondern einseitig und in einer Ebene angebracht sind. — Das Wichtigste an den einschlägigen Entdeckungen von Ballowitz ist aber der Nachweis, dass alle die genannten Teilstoffe des Krausensaumes von zahlreichen Fibrillen zusammengesetzt sind. Besonders instruktiv waren die von *Calathus* erhaltenen von Ballowitz mit möglichster Naturtreue dargestellten Bilder von Spermatozoen, die längere Zeit, bis drei Wochen, in Kochsalzlösungen unter dem Deckglas oder im Tiere selbst mazeriert und dann tingiert wurden.

Was nun den zweiten oben vorläufig als einschwänzig bezeichneten Spermatozoentypus der Käfer betrifft, der u. a. bei *Melolontha* und

Hydrophilus vorkommt, so handelt es sich hier um Geißeln, die sich vom andern Typus wesentlich nur durch den Mangel einer Stützfaser unterscheiden. Außerdem sind die betreffenden Geißeln nicht gerade gestreckt oder S-förmig gekrümmt sondern zeigen meistens die Form einer aus mehreren Windungen bestehenden Spirale. Im Uebrigen bilden auch sie abgeplattete, schmal bandförmige Fäden, welche mit Ausnahme des äußersten fein zugespitzten Endes der ganzen Länge nach von ziemlich gleicher Breite sind. Eine genauere Untersuchung zumal an Mazerationspräparaten lehrt dann, dass hier die ganze Geißel im Wesentlichen dem sogenannten Krausensaum beziehungsweise dem kontraktile Teil der Geißel bei dem früher besprochenen durch eine Stützfaser charakterisierten Typus entspricht. Das Verhalten erscheint besonders noch deshalb interessant, weil sich die Geißel analog dem Krausensaum in drei bandartige von Ballowitz als Rand-, Mittel- und Saumfaser bezeichnete Teilstränge zerlegt, die wieder bei entsprechender Mazeration — auch hier erwies sich die Fäulnismethode als sehr vorteilhaft — in feinste Fibrillen zerfallen. Speziell bei *Hydrophilus* lässt aber die Mittel- und Randfaser außer einem fibrillären Axenfaden auch noch einen Mantel erkennen, der bei weitgehender Mazeration der Quere nach in körnchenartige Segmente zerfällt. — Abgesehen von dieser Eigentümlichkeit der kontraktile Teilfasern und vom Mangel einer Stützfaser haben dann die in Rede stehenden Geißeln noch eine Besonderheit, nämlich eine vierte vom Hinterende des Kopfes entspringende relativ kurze Faser. Ballowitz bezeichnet sie, weil sie einer geschwungenen Peitschensehne oder einem im Winde flatternden Schiffswimpel gleicht, als Wimpelfaser. — Eine Art Mittelform zwischen den betrachteten zwei Geißeltypen findet man bei *Copris lunaris*. Während nämlich die vordere Hälfte, wie beim ersten Typus, S-förmig gebogen und sehr starr ist, erscheint die hintere Hälfte, wo die Stützfaser sich stark verdünnt, wellig hin- und hergebogen.

Sehr wichtig sind auch die von Ballowitz mitgeteilten Beobachtungen über die Bewegungsweise der Käfer-Spermatozoen, bezüglich welcher aber nur ein Paar Daten kurz angeführt seien. Wie bereits Bütschli hervorhob, beschränkt sich bei den krausensaumigen Geißeln die Flimmerbewegung nur auf den Saum allein. Dabei wirkt jede Einzelkrause als kleines Ruderplättchen und wird das Spermatosom nach dem Prinzip der Schiffsschraube vorwärts getrieben. Nicht selten kehrt sich aber die Bewegungsrichtung um, worauf das Samenkörperchen sich mit der Schwanzspitze voran bewegt. Bei den stützfaserlosen Geißeln findet eine Biegung bestimmter Strecken der letzteren statt, wobei diese Teilstücke annähernd Halbkreise beschreiben. Eine eigentliche Schlingelung kommt hier aber nicht vor. Erwärmung des Mediums von 20—30° C ruft eine beträchtliche Beschleunigung der Bewegung hervor; das Temperatur-Optimum liegt meist zwischen 30—35° C. Eine noch weitere Wärmesteigerung, bis gegen 40° C, vernichtet die Bewegungsfähigkeit.

Eine äußerst wichtige von Ballowitz beobachtete Thatsache ist die, dass nach stark angefachter Bewegung der Geißel besonders nach Erwärmung des Präparates „ein allgemeiner faseriger Zerfall“ derselben eintritt. Nebstdem wurde, was nicht minder bedeutungsvoll erscheint, konstatiert, dass von den einzelnen kontraktilen Teilfasern einer Geißel jede sich unabhängig von den übrigen zu bewegen vermag. Diese Thatsache im Zusammenhalt mit dem Umstande, dass die Kittsubstanz zwischen den einzelnen Fibrillen der kontraktilen Filamente im Vergleich zu jenen wohl im Allgemeinen eine sehr geringe ist, macht es nun wohl auch — und darin liegt (vgl. 3 u. 4) das Hauptgewicht der neuen Entdeckungen — im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Fibrillen die aktiv beweglichen die eigentlich kontraktilen Elemente sind.

Czernowitz den 14. November 1890.

V. Graber.

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien.

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse
vom 9. Oktober 1890.

Der Sekretär legt die folgenden Angaben über die Arbeiten der Tiefsee-Expedition vor:

Unter Berufung auf die Angaben, welche in der feierlichen Sitzung der kais. Akademie am 21. Mai d. J. über die Expedition zur Untersuchung der Tiefen des östlichen Mittelmeeres gemacht worden sind, und unter Vorbehalt eines ausführlichen Berichtes, habe ich die Ehre mitzuteilen, dass Sr. Maj. Schiff „Pola“, Kommandant Herr Korvetten-Kapitän W. Mörth, in den ersten Tagen des Monates August im Zentralhafen zu Pola in Dienst gestellt worden ist. Zur selben Zeit trafen der durchlauchtigste Fürst Albert I. von Monaco mit dem Präsidenten der französischen zoologischen Gesellschaft, Baron de Guerne, in Pola ein, um den ersten Uebungen mit den Tiefsee-Apparaten beizuwohnen, und am 9. August fand eine Probefahrt statt, an welcher sich außer den genannten Gästen das w. M. Intendant v. Hauer als Obmann der Tiefsee-Kommission, ferner das w. M. Hofrat Steindachner und der Sekretär der Klasse beteiligten. Fürst v. Monaco hat die Güte gehabt, einen seiner in ähnlichen Arbeiten erfahrenen Seeleute mitzubringen und hat persönlich durch vielerlei praktische Anweisung in Handgriffen und sonstige Mitteilung seiner reichen Erfahrungen das Unternehmen wesentlich unterstützt.

Am 10. August Morgens ist die „Pola“ in See gegangen. Dem von der Tiefsee-Kommission der kais. Akademie festgestellten Programme gemäß war die Fahrt zunächst direkt nach Corfu gerichtet; von dort bis Zante wurden Vorstöße gegen die hohe See gemacht, dann näher am Festlande Stamphani, Sapiaenza, endlich Kapsala auf der Insel Cerigo erreicht. Von hier kreuzte die „Pola“ das Mittelmeer bis auf 15 Meilen von Ras Hibil und fuhr dann längs der afrikanischen Küste in Entfernungen von 15 bis zu 40 Seemeilen gegen Ben-Ghâzi. Hierauf wurde der Kurs gegen Cap S. M. di Leuca genommen und am 19. September langte die Expedition wohlbehalten wieder in Pola an.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1890-1891

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Graber Veit (=Vitus)

Artikel/Article: [Die Entdeckungen von E. Ballowitz betreffend die fibrilläre Struktur der Spermatozoen-Geißel. 721-731](#)