

Über die amöboiden Bewegungen der Spermatozoen von *Polyphemus pediculus* (de Geer).

Von

Dr. **Otto Zacharias** zu Hirschberg in Schl.

Mit Tafel XVI, Fig. A—H.

Der Centralvorstand des Riesengebirgsvereins hatte mich im Frühling dieses Jahres beauftragt, eine zoologische Untersuchung des sogenannten Großen und Kleinen Teiches vorzunehmen und ich unterzog mich diesem Auftrage um so bereitwilliger, als in jenen beiden Alpenseen in Bezug auf faunistische Studien ein noch ganz unberührtes Gebiet vorlag, das in Angriff zu nehmen einen besonderen Reiz darbot. Über das Ergebnis meiner Exkursion, welche ich in den Monaten Juli und August dieses Jahres in Gemeinschaft mit dem Konservator des zoologischen Instituts zu Leipzig, Herrn ALFRED NEUMEISTER, ausgeführt habe, werde ich binnen Kurzem ausführlich berichten. Für meinen gegenwärtigen Zweck genügt es, wenn ich den Fachgenossen die Mittheilung mache, dass ich so glücklich war, in dem größeren der beiden Seen, dessen Niveau in 1218 Meter Höhe über dem Spiegel der Ostsee gelegen ist, zahlreiche Schwärme des *Polyphemus pediculus* vorzufinden, jener interessanten Daphnide mit dem großen Auge, dessen Schönheit schon O. F. MÜLLER und JURINE bewundert haben.

Es ist meines Wissens das erste Mal, dass *Polyphemus pediculus* in Schlesien zur Beobachtung gelangte. Ich fand schon Ende August die Weibchen fast sämmtlich mit Wintereiern trüchtig vor, und konnte in Folge dessen auch sicher darauf rechnen, Männchen in größerer Anzahl zu erlangen. Das war denn auch wirklich der Fall. Zu manchen Tagesstunden, insbesondere Vormittags, reichte es hin, in einer jener zahlreichen Buchten am Südrande des Großen Teiches mit einem Trinkglase Wasser zu schöpfen, um sofort Hunderte von männlichen und weiblichen Exemplaren des *Polyphemus* zu erbeuten.

In Bezug auf den anatomischen Bau des Männchens verweise ich auf Professor LEYDIG'S »Naturgeschichte der Daphniden« (p. 240—244) und auf Professor CLAUS' neuere Abhandlung »Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden« (p. 20 ff.), wo das Nähere darüber zu ersehen ist.

Ich will mich im Nachstehenden lediglich mit den Spermatozoen des männlichen *Polyphemus* befassen und einige, wie mir scheint, interessante Beobachtungen mittheilen, welche ich an jenen organischen Gebilden gemacht habe.

LEYDIG war der Erste, der darauf hinwies, dass den Spermatozoen des *Polyphemus* eine amöboide Beschaffenheit zukomme. Er giebt davon in seiner »Naturgeschichte der Daphniden« (p. 243) folgende detaillirte Schilderung: »Man lege ein leichtes Deckglas vorsichtig auf die Thiere, richte dann sein Augenmerk auf die Ausmündung des Hodens und man wird eines ganz merkwürdigen Schauspieles ansichtig werden. Es quellen nämlich aus der Geschlechtsöffnung die Samenelemente in Form einfacher cylindrischer fein granulärer Körper hervor, welche sich, von dem umgebenden Wasser berührt, rasch an beiden Polen ausziehen und dadurch spindelförmig werden. Sie haben jetzt ein blasses zartes Aussehen gewonnen; in der Mitte liegt ein kernartiges Gebilde mit einem Hof blasser Körnchen, und es sind jetzt diese Zoospermien im Verhältnisse zur Größe des Thieres von wahrhaft riesiger Größe; sie erreichen die Länge der Tastantennen sammt Tastborsten. Nun fangen die Enden an, sich langsam zu bewegen und jedes Ende drillt sich in eine Anzahl feiner Fäden auf. Dann erfolgen amöbenartige Zusammenziehungen und Ausdehnungen des ganzen Zoosperms, die zuletzt damit aufhören, dass das Zoosperm zu einer Kugel sich umgestaltet hat, welche an mehreren Stellen Büschel zarter Strahlen abgiebt. Auf dieser Stufe angekommen, sind sie den Strahlencellen im Samen der Dekapoden vergleichbar und bleiben auch wie jene vollkommen starr. Die amöbenartigen Bewegungen sind schon nach einigen Minuten erloschen. Zwischen den ausgetretenen Zoospermien beobachtet man noch Häufchen einer dunkelkörnigen Substanz. Selbstverständlich kann von solch kolossalen Samenelementen immer nur eine beschränkte Anzahl im Hoden bereitet werden, und so habe ich auch nie mehr als etwa ein Dutzend bei der Ejakulation aus der Geschlechtsmündung hervortreten sehen.«

Dieser Beschreibung des bewährten Altmeisters der Histologie kann ich, nachdem ich Dutzende von Malen den Vorgang der Ejakulation beobachtet habe, in Allem, bis auf einen Punkt, beipflichten. Dieser Punkt betrifft die »beschränkte Anzahl der kolossalen Samenelemente«. Ich habe im Gegensatz zu LEYDIG fast immer 30—40 jener cylindrischen

Gebilde (nach vorhergehendem Druck) aus dem Hoden austreten sehen, was vielleicht damit zusammenhängt, dass ich Männchen in der Blüthe der Geschlechtsreife zur Verfügung hatte, während der Autor der »Naturgeschichte der Daphniden« seine Beobachtungen an jugendlicheren Exemplaren anstellte.

Im Übrigen fand ich jedes Wort der LEYDIG'schen Schilderung durch die Thatsachen bestätigt.

Ich kam nun auf den Gedanken, anstatt die Samenzellen in bloßes Wasser austreten zu lassen, letzteres durch andere Flüssigkeiten zu ersetzen, und ich wählte zunächst dazu eine 3%ige Kochsalzlösung. Ein Tröpfchen dieser Lösung wurde auf den Objektträger gebracht, ein Polyphemusmännchen hineingelegt und alsbald mit einem sehr kleinen Deckglase bedeckt. Das Präparat wurde hierauf unter das Mikroskop gebracht und der Druck auf das Deckglas (mit Hilfe einer zarten Nadel) nicht eher ausgeführt, als bis das Instrument scharf auf die Umgebung der Afterspalte des Thierchens eingestellt war. Die angewandte Vergrößerung war in den meisten Fällen eine 650fache.

Zu meinem großen Erstaunen machte ich nun folgende Wahrnehmung. Sobald die Spermatozoen aus der Geschlechtsöffnung ausgetreten und mit der Kochsalzlösung in Berührung gekommen waren, zogen sie sich zwar (wie gewöhnlich) spindelförmig aus, aber sie drillten sich an den Enden nicht in viele, sondern nur in wenige, ziemlich lange Fäden auf. Ganz besonders fand diese Pseudopodienbildung an dem einen Pole der Spindel statt (vgl. Taf. XVI, Fig. B 1, 2, 3 und 4). Nach und nach veränderte sich aber das Bild. Der bisher noch immer mehr oder weniger spindelförmig gebliebene Haupttheil des Spermatozoons zeigte eine Tendenz sich zusammenzuballen und Kugelgestalt anzunehmen; andererseits kündigten aber außerordentlich lange Pseudopodien, die sich weit über das Sehfeld hinaus erstreckten, auch das Vorhandensein einer centrifugalen Tendenz an, so dass das Resultat ein Kompromiss sein musste, wie er in der That durch das in Fig. B 5, Taf. XVI, skizzirte Gebilde zum Ausdruck kommt. Ich beobachtete das nunmehr vorliegende amöboide Wesen längere Zeit. Es schwang die längeren Pseudopodien langsam hin und her, streckte neue Fäden hervor und bewegte sich auf diese Weise ziemlich rasch vom Orte. Während im bloßen Wasser das amöboide Verhalten (nach LEYDIG's und meinen eigenen Beobachtungen) nur minutenlang andauert, habe ich in 3%iger Kochsalzlösung einzelne Samenkörperchen bis zu $1\frac{1}{4}$ Stunde sich lebhaft kriechend bewegen sehen.

Es kommen in derselben Flüssigkeit aber nicht immer strahlenförmig sich ausbreitende Pseudopodien zu Stande, sondern auch anders

angeordnete, z. B. häufig solche, wie auf Taf. XVI, Fig. *B 6* abgebildet sind. Der eine Pol des spindelförmigen Zoosperms hat hier einen langen Faden für sich, während der andere fast pinselförmig ausgefasert ist. Die Centralmasse der Spindel besteht aus einer stark lichtbrechenden granulären Substanz, welche immer erst spät zum Vorschein kommt. Gleich nach dem Austritt aus dem Hoden besitzen die sich ausziehenden Samenelemente ein streifiges Ansehen.

Wiederholt bemerken muss ich, dass die Pseudopodienbildung in Kochsalzlösung von 3% eine sehr lebhafte ist, und ein wirklich aktives Leben in dem betreffenden Gebilde bekundet. Es verdient auch hervorgehoben zu werden, dass sehr selten der Fall einer Verschmelzung zweier oder mehrerer Pseudopodien eintritt; im Gegentheil habe ich zu meiner Überraschung immer wahrgenommen, dass sich die einzelnen beweglichen Fäden stets glatt neben und durch einander hin bewegen.

Wendet man eine stärkere als 40%ige Kochsalzlösung an, so kommt es überhaupt zu keiner Pseudopodienbildung mehr. Die Spermatozoen ziehen sich dann nur spindelförmig aus und verharren andauernd in diesem Zustande (vgl. Taf. XVI, Fig. *H 1* und *2*).

Ich experimentirte ferner mit einer 40%igen Zuckerlösung in Wasser. Die Wirkung dieser unschuldigen Flüssigkeit auf die Spermatozoen war merkwürdigerweise eine doppelte. Ein Theil der Samenkörperchen zog sich zwar (wie immer) zuerst spindelförmig aus, nahm aber alsbald — ohne irgend ein Pseudopodium auszustrecken — Kugelgestalt an (Taf. XVI, Fig. *C 1*). Innerhalb der betreffenden Kugeln trat die granuläre Substanz mit besonderer Klarheit hervor. Nur an einer einzigen Kugel nahm ich eine schwache Spur von Pseudopodienbildung in Form eines kurzen Zäpfchens wahr.

Ein anderer Theil der mit Zuckerlösung behandelten Spermatozoen behielt die spindelförmige Gestalt bei und trieb dieselbe sogar ins Extreme, in so fern es an jedem Ende der betreffenden Spindel zur Bildung eines einzigen, riesenhaft langen Pseudopodiums kam (vgl. Taf. XVI, Fig. *C 2*). Erreichen die in bloßes Wasser austretenden Spermatozoen höchstens die Länge der Tastantennen (sammt Tastborsten!), so erreicht das mit Zuckerlösung behandelte Spermatozoon in dem Falle der vorliegenden extremen Pseudopodienbildung die Länge des ganzen *Polyphemus*männchens. Es dürfte das ein in der Histologie des Thierreichs ganz einzig dastehender Fall sein.

Bevor ich die amöboiden Erscheinungen unserer Gebilde unter dem Einflusse einer etwa 5%igen Lösung von phosphorsaurem Natron in destillirtem Wasser schildere, will ich hier einschalten, dass menschlicher Urin (eben so wie starke Kochsalzlösung) hemmend auf die

Pseudopodienbildung wirkt. Ich habe auf Taf. XVI, Fig. *D 1*, *2* und *3* die in frischen Urin gebrachten Spermatozoen skizzirt. Sie zeigen sämtlich eine verkümmerte, krankhafte Beschaffenheit.

Die erwähnte Natronlösung, auf deren Anwendung ich verfiel, weil sie früher mehrfach von dem verstorbenen M. SCHULTZE als indifferente Flüssigkeit beim Studium der Erscheinungen des Zellenlebens empfohlen worden ist, — führte zu sehr charakteristischen Reaktionen, die sich auf den ersten Anblick hin von denen, welche durch andere Reagentien hervorgebracht werden, unterscheiden. Die 5%ige Lösung von phosphorsaurem Natron wirkt in folgender Weise. Die cylindrischen Zoospermien bleiben eine kurze Zeit lang scheinbar unbeeinflusst und machen keine Miene, ihre ursprünglich kurze und gedrungene Gestalt zu verändern. Nach einigen Minuten ziehen sie sich aber etwas in die Länge und man bemerkt, dass an jedem Ende der Spindel zwei kurze Pseudopodien hervortreten. Die letzteren werden allmählich länger und spalten sich während dieses Längenwachstums mehrfach, so dass das Spermatozoon die in Fig. *E 2* (Taf. XVI) gezeichnete Form annimmt. Zu dieser Zeit zeigt sich in der Spindel noch jene (bereits erwähnte) streifige Textur. Anstatt dass sich nun, wie dies bei den bisher beschriebenen Experimenten der Fall gewesen ist, das Spermatozoon länger auszöge und weitere Pseudopodien hervortriebe, fängt es jetzt an, sich wieder zu kontrahiren (Fig. *E 3*), wobei zu gleicher Zeit die granuläre Substanz sichtbar zu werden beginnt. Auffällig ist jetzt, dass die ziemlich kurzen Pseudopodien eine weit lebhaftere Bewegung zeigen, als sie in irgend einem früheren Falle bemerkbar gewesen ist. Sie schwingen beständig hin und her, so dass das Spermatozoon leicht aus dem Gesichtsfelde des Mikroskops verschwindet. Der Process der Kontraktion hört auf, wenn das Spermatozoon eine vollständige Kugelgestalt (Fig. *E 4*) angenommen hat. Das kugelige Gebilde zeigt auf seiner ganzen Außenfläche lebhaft schwingende, wenn auch nur kurze Pseudopodien, vermöge welcher es im Stande ist, sich mit ziemlicher Schnelligkeit vom Orte zu bewegen. Ich habe 30 Minuten lang den Lebenserscheinungen der mit Natron behandelten Spermatozoen zugeschaut, ohne dass auch nur im geringsten eine Abnahme in den Pseudopodienbewegungen zu bemerken war. Ich bin überzeugt, dass die betreffenden Gebilde stundenlang in der genannten Lösung am Leben bleiben können.

Um in Erfahrung zu bringen, wie eine Mischung von Glycerin und destillirtem Wasser auf die Polyphemuszoospermien wirken würde, schritt ich dazu, einen Gewichtstheil des ersteren mit 40 Gewichtstheilen des letzteren zu verdünnen.

Die Art der Einwirkung dieser Flüssigkeit auf unsere Gebilde ist

aus Taf. XVI, Fig. *F* zu ersehen. Die Spermatozoen zogen sich zuerst rasch spindelförmig aus, trieben aber keine Pseudopodien an den Endpunkten hervor. Charakteristisch war vielmehr der Umstand, dass die spitz ausgezogenen Spindelenden in der Weise, wie es in Fig. *F* 1 und 2 skizzirt ist, scharf umknickten, und dass nun vorwiegend an der konvexen Seite der Knickungsstellen Pseudopodien hervorsprossen. Indessen hatten letztere eine steife, borstenartige Beschaffenheit, und zeigten nicht die geringste Bewegungsfähigkeit. Bei weiterer Einwirkung des verdünnten Glycerins streckten sich zwar die zerknickten Zoospermien ziemlich in die Länge, aber sie zeigten dabei entweder die Tendenz, sich spiralg zusammenzuwinden (Fig. *F* 4), oder sich — nach erfolgter Streckung — abermals einzuknicken (Fig. *F* 5). Nur bei einigen wenigen Exemplaren trat der Fall ein, dass sich die Enden der Spindel (ähnlich wie unter dem Einflusse der 40⁰/₀igen Zuckerlösung) in lange Fäden auszogen. Indessen bemerkte ich an den letzteren im Falle der Glycerin-einwirkung nur ein sehr schwaches Bewegungsvermögen.

In momentaner Ermangelung anderweitiger geeigneter Flüssigkeiten experimentirte ich zuletzt noch mit einer Mischung der 3⁰/₀igen Kochsalzlösung und der 40⁰/₀igen Lösung von Zucker in destillirtem Wasser, beide zu gleichen Theilen genommen. Die Wirkung dieses Reagens ist auf Taf. XVI, Fig. *G* 4—5 zur Ansicht gebracht, und zwar an einem und demselben Spermatozoon. Charakteristisch ist im vorliegenden Falle, dass die Pseudopodienbildung zunächst nur an dem einen Ende der Spindel beginnt und erst nach 4—6 Minuten am anderen aufzutreten pflegt. Später krümmt sich das an beiden Enden mit kurzen, starren Pseudopodien ausgerüstete Spermatozoon zusammen (Fig. *G* 5) und verbleibt in dieser Lage, ohne ein irgend wie erhebliches Bewegungsvermögen an den Tag zu legen. Die Pseudopodien verkürzen sich zwar und strecken sich wieder, aber zu einer aktiven Ortsveränderung kommt es nicht.

Nach alledem darf ich wohl durch meine Experimente den Nachweis als geliefert betrachten, dass den Spermatozoen des *Polyphemus pediculus* das Vermögen, sich in geeigneten Flüssigkeiten amöboid zu bewegen, im hohen Maße zukommt. Ja, wenn wir uns den Fall vor Augen halten, dass unter Einwirkung von 40⁰/₀iger Zuckerlösung die Pseudopodien eine Längenausdehnung erreichen, die der des ganzen *Polyphemus*männchens gleichkommt, so dürfte die Behauptung vollständig begründet sein, dass wir zur Zeit kein anderes organisches Gebilde kennen, welches die Fähigkeit der Pseudopodienbildung in so hervorragendem Grade besitzt, als das Spermatozoon des *Polyphemus*. Es ist dies eine histologisch und physiologisch gleich interessante Thatsache, deren Bedeutung noch mehr

hervortreten wird, wenn wir in derselben Richtung experimentell weiter vorgehen werden.

Aus meinen Versuchen geht überdies unzweifelhaft hervor, dass die Pseudopodienbildung — wie jede Lebenserscheinung — ein auf physikalische und chemische Ursachen zurückführbares Phänomen ist. Die Einwirkung des umgebenden Mediums tritt in den vorliegenden Fällen so schlagend hervor, dass die Spermatozoen des *Polyphemus* als klassisches Versuchsobjekt dafür dienen könnten, um zu zeigen, in welcher mannigfaltiger Weise ein mikroskopisches Stück Protoplasma auf die Einwirkung äußerer Faktoren zu reagieren vermag.

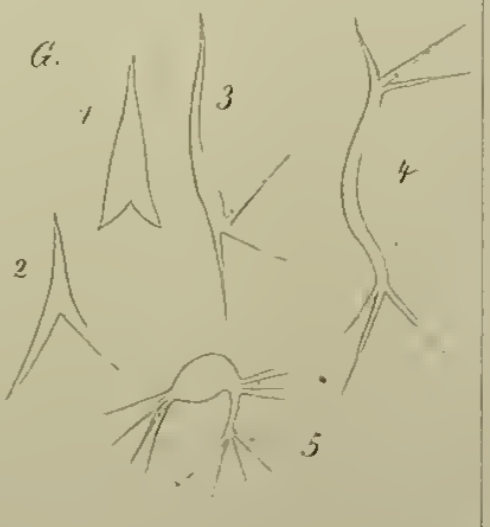
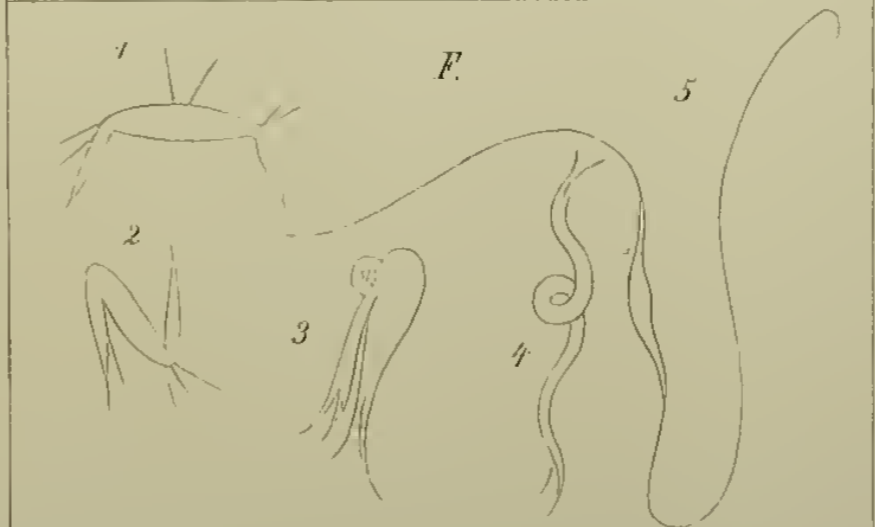
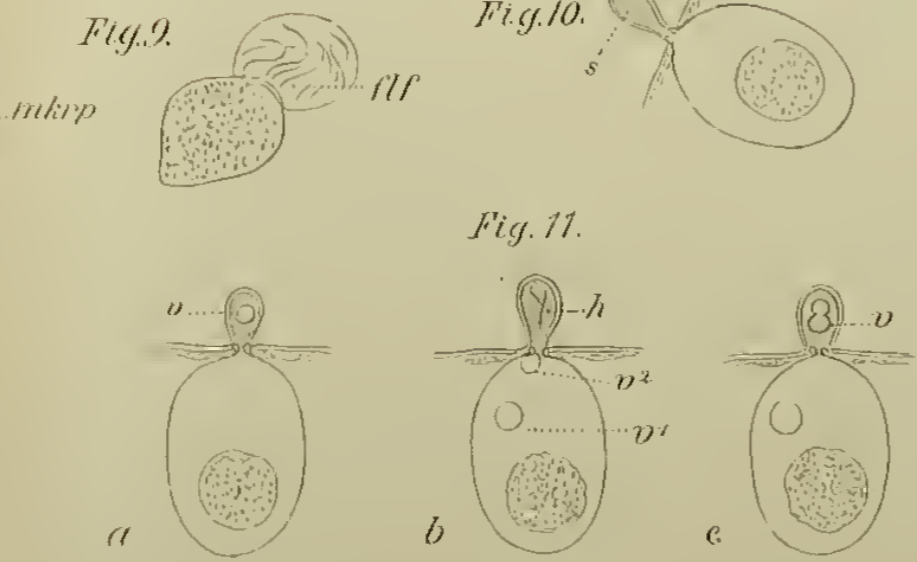
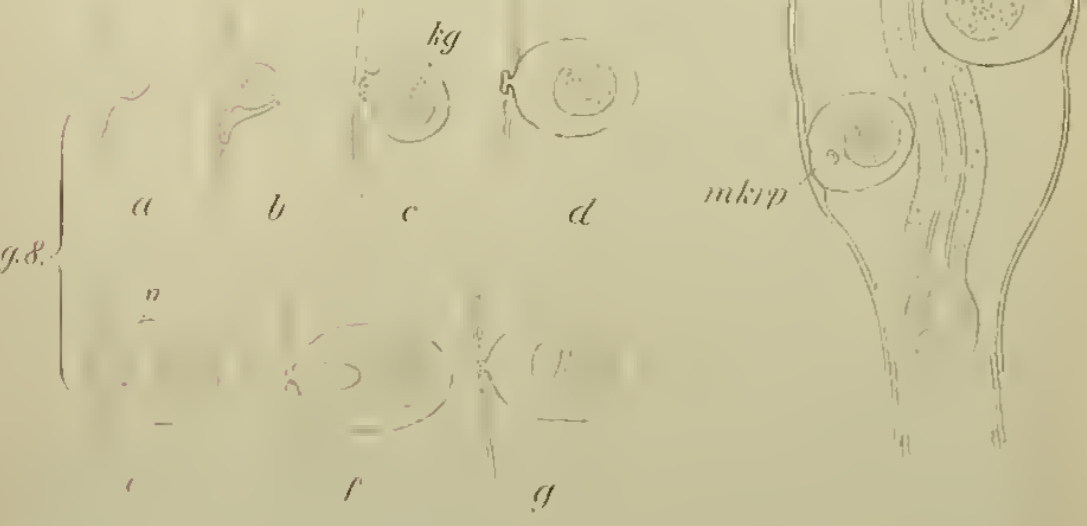
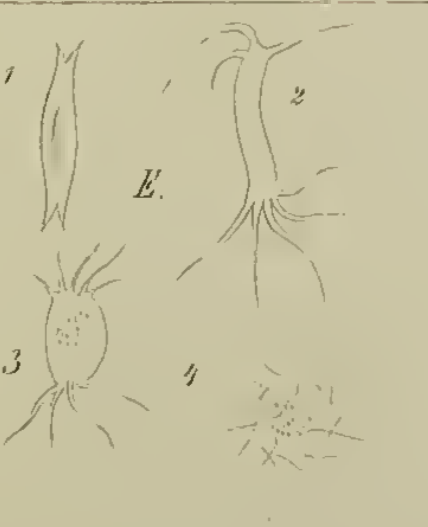
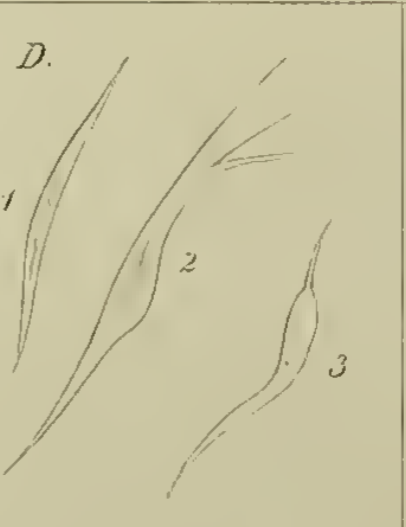
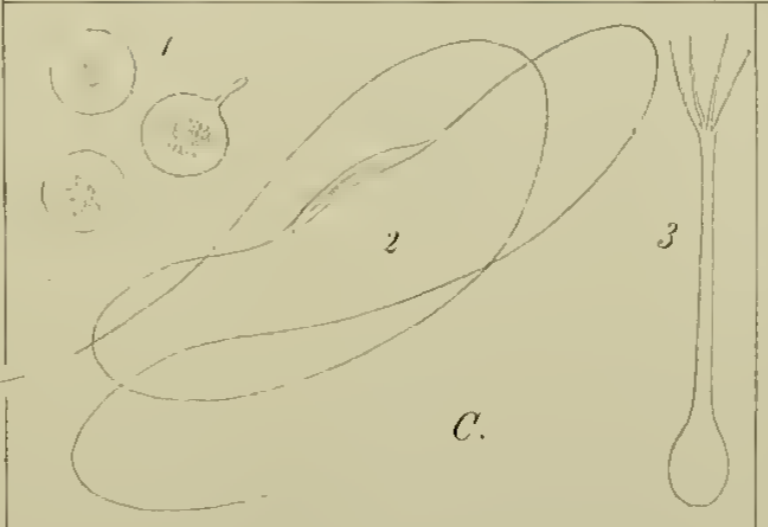
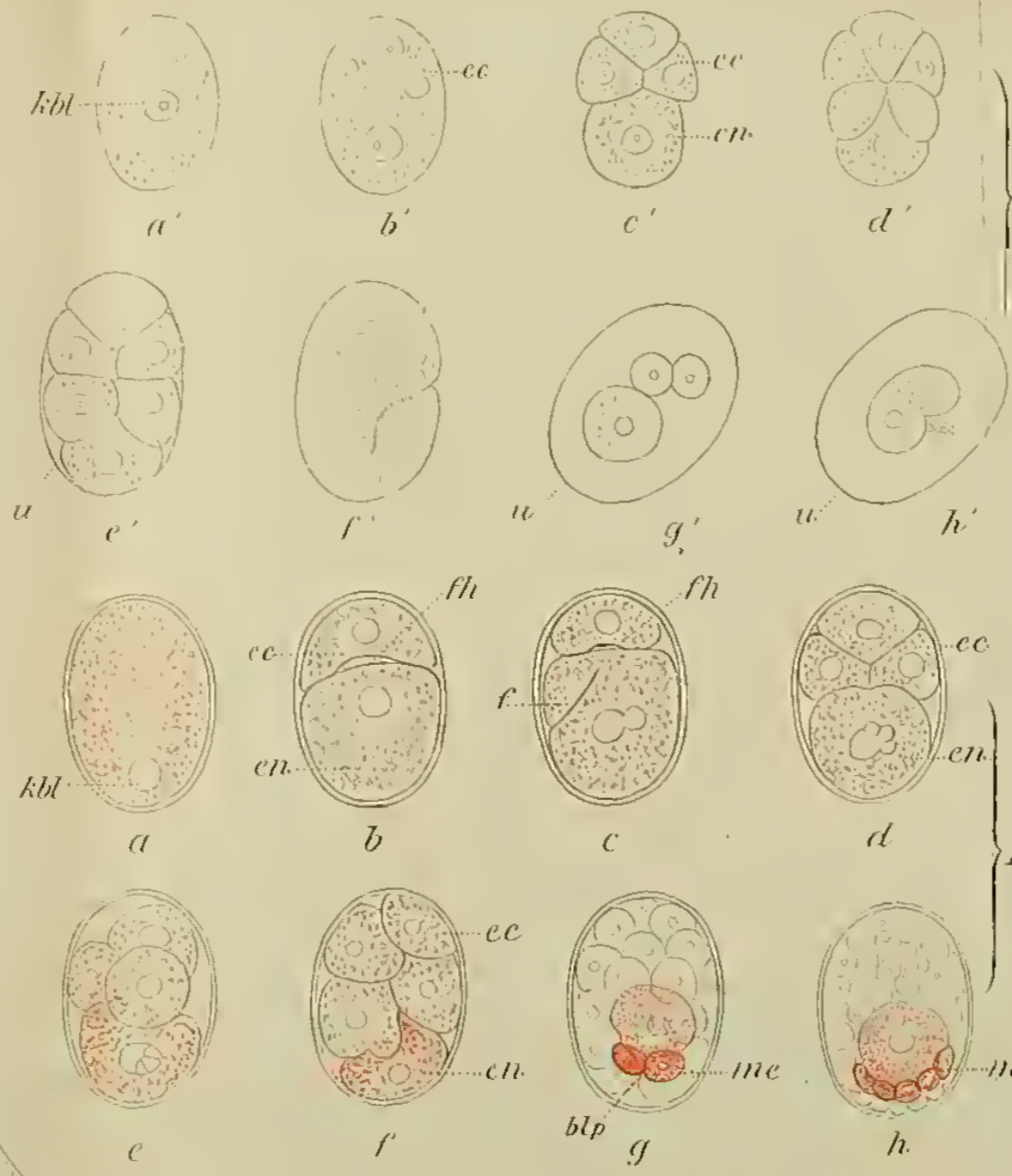
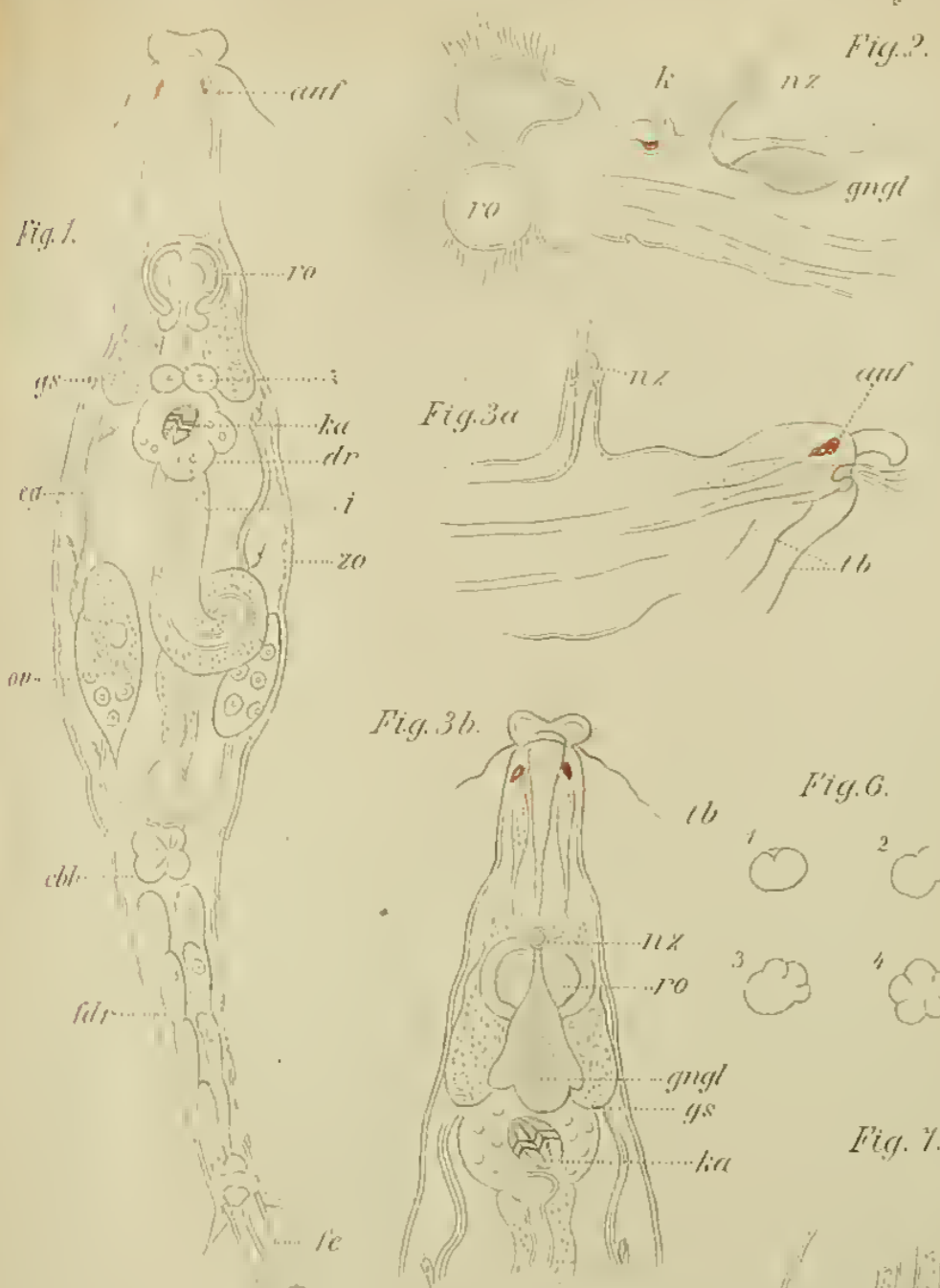
Dass, wie Professor LEYDIG berichtet und wie ich selbst bestätigen kann, die amöbenartigen Bewegungen in Wasser schnell erlöschen, kommt wohl einfach daher, dass letzteres eine destruirende Wirkung auf die Lebensthätigkeit der Spermatozoen ausübt. Bei der Befruchtung der Wintereier gelangen die Samenelemente nicht mit dem Wasser in Berührung. Nach meinen Beobachtungen klemmt sich das Männchen mit dem vierten Fußpaar auf dem Schwanzhöcker des Weibchens fest, und führt in dieser Situation seinen Peniszapfen durch eine Längsspalte in der äußeren Schale ins Innere des Brutraumes ein. Sicherlich bleiben die Zoospermien (wie in der schwachen Kochsalzlösung, so auch in der Leibesflüssigkeit des Weibchens) längere Zeit lebendig, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die üppige Pseudopodienbildung dazu dient, den befruchtenden Einfluss gelegentlich durch einen die Mikropyle durchsetzenden protoplasmatischen Ausläufer auf den Eiinhalt zu übertragen.

Hirschberg in Schl., im September 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI, Fig. A—H.

- Fig. A, 1—5. Spermatozoen des *Polyphemus pediculus* in Wasser austretend.
 Fig. B, 1—6. Dieselben unter Einwirkung von 30/0iger Kochsalzlösung.
 Fig. C. Zoospermien der genannten Daphnide mit 40/0iger Zuckerlösung behandelt.
 1, Exemplare, die sich kugelförmig zusammengezogen haben; 2, Zoospermium mit zwei riesenhaften Pseudopodien; 3, Zoospermium mit einem einzigen, sich ausfasernden Pseudopodium.
 Fig. D, 1—5. *Polyphemus*zoospermien mit frischem Urin behandelt.
 Fig. E, 1—4. Dieselben Gebilde in 50/0iger Lösung von phosphors. Natron.
 Fig. F, 1—5. Dieselben Gebilde in verdünntem Glycerin.
 Fig. G, 1—5. Dieselben Gebilde in einem Gemisch von Kochsalzlösung und Zuckerwasser.
 Fig. H, 1—2. Dieselben Gebilde in sehr starker Kochsalzlösung.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Zacharias Otto

Artikel/Article: [Über die amöboiden Bewegungen der Spermatozoen von Polyphemus pediculus \(de Geer\). 252-258](#)