

VI.

Zur Kenntniss der Spermatozoen.

von

PROF. GUSTAF RETZIUS

in Stockholm.

Mit Tafel X.

Bekanntlich hat in den letzten Jahren HENEAGE GIBBES an den Spermatozoen der höheren Wirbelthiere, im Anschluss an die Verhältnisse bei den Urodelen, einen neben dem Schwanze verlaufenden Faden (filament) oder wellenförmigen Saum beschrieben. In seiner ersten Mittheilung¹ erwähnt er denselben u. A. beim Pferd, Hund, Stier, Kater, Kaninchen und Meer-schweinchen. In seinem späteren Aufsätze² beschreibt er dieselbe Bildung (ausser bei der Ratte und Taube) auch beim Menschen. Ich muss gestehen, dass ich u. A. im Folge seiner in mehrfacher Hinsicht nicht naturgetreuen Figuren von Anfang an gegen diese Entdeckung eingenommen war, und bei mehrmals wiederholter näherer Untersuchung konnte ich auch beim Menschen nichts von dem fraglichen Gebilde wahrnehmen. Dann kam die Mittheilung W. KRAUSE'S,³ wo dieser Forscher die Existenz des sog. Spiralsaumes bei den Spermatozoen des Stieres bestätigte. Ich nahm deswegen von Neuem mit einem vortrefflichen homog. Immersionssystem $\frac{1}{18}$ von Zeiss eine Untersuchung des Gegenstandes vor und wählte dabei besonders die Spermatozoen des Menschen und des Stieres zur genaueren Darstellung aus. Da indessen die entsprechenden Gebilde der Urodelen zum Vorbilde für die Verhältnisse der höheren Thiere gedient haben, fand ich es angemessen,

¹ HENEAGE GIBBES, On the Structure of the Vertebrate Spermatozoon, The Quarterly Journal of Microscopical Science, N. S. No LXXVI, October 1879.

² HENEAGE GIBBES, On the Structure of the Human Spermatozoon, ibidem, N. S. No LXXIX, July 1880.

³ W. KRAUSE, Biologisches Centralblatt, 1 Jahrg. Nr 1, 15 April 1881.

hier auch die Spermatozoen von *Salamandra maculata* zu beschreiben, und dieses um so mehr, als diese zierlichen und höchst interessanten Bildungen, so weit ich finden kann, in den späteren Decennien stets unvollständig oder unrichtig geschildert worden sind. Weiter werde ich diesmal nicht auf das fruchtbare Gebiet der Spermatozoen abschweifen, will aber dasselbe zu einem eingehenden und umfassenden Studium empfehlen. Zwar ist die Morphologie der Spermatozoen oft behandelt worden, nie aber so zusammenhängend und genau wie es wünschenswerth gewesen wäre.

1. *Die Spermatozoen von Salamandra maculata.* Diese schönen Gebilde wurden schon oft von den Forschern (u. A. SPALLANZANI, MAYER, v. SEBOLD, R. WAGNER, DUJARDIN¹ untersucht und in verschiedener Weise beschrieben. Dass die flimmernde Erscheinung an ihrem Schwanz in der That durch einen undulirenden Saum verursacht wird, scheinen zuerst AMICI und von ihm unabhängig POUCHET² gesehen zu haben. Dann hat CZERMAK³ den Bau und die Bewegungen dieser Gebilde bei der verwandten *Salamandra atra* sehr gut und genau beschrieben und getreue Abbildungen derselben geliefert, wobei er indessen bemerkt, dass die Verhältnisse bei *Sal. maculata* dieselben sind; er unterschied an ihnen den Kopf und den Schwanz; der lange, schmale, ziemlich steife, gerade gestreckte oder leicht gekrümmte Kopf verjüngt sich, sagt er, gegen sein freies Ende und läuft ziemlich plötzlich in ein ungemein feines Stielchen aus, welches fast immer ein kleines Knöpfchen trägt oder mit kaum sichtbarer Spitze endigt. Der Schwanz ist dünner und länger als der Kopf, in mannigfachen Kurven gebogen und besteht aus einem Hauptfaden und einem accessorischen Gebilde; am Hauptfaden lassen sich drei Abtheilungen unterscheiden, nämlich: das Kopfbende, welches ebenso dick wie die Basis des Kopfes und von ihm durch einen Querstrich nur undeutlich abgegrenzt ist; es geht durch einen plötzlichen Absatz in das viel dünnere, aber über zwei Drittel der ganzen Schwanzlänge betragende zweite oder Mittelstück über, welches wiederum durch eine jähe Verjüngung mit dem dünnsten, stumpf auslaufenden dritten oder Endstücke zusammenhängt. Das accessorische Gebilde ist eine überaus dünne, glashelle Membran, die von dem Verbindungspunct zwischen Kopfstück und Mittelstück des Schwanzes sich zu erheben beginnt und senkrecht auf der Mittellinie der Rückenseite des Hauptfadens mit einem

¹ S. die betreff. Literatur bei v. SEBOLD. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. II. 1850.

² POUCHET. Compt. rend. hebdomad. Vol. XX. 1845.

³ J. CZERMAK, Ueber die Spermatozoiden von *Salamandra atra*, Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1848. Breslau 1849. S. 79.

Rande festsetzt, während der andere etwas verdickte Rand in einer Wellenlinie hin und her gebogen frei in die Flüssigkeit absteht; am stumpfen Ende des Hauptfadens nimmt die Höhe der Membran wieder so ab, dass der verdickte Rand dasselbe unter einem spitzen Winkel berührt und als ein zarter Ausläufer frei überragt. CZERMAK'S Abbildungen geben diese Verhältnisse genau wieder. v. SIEBOLD,¹ welcher früher statt eines undulirenden Saumes einen den Schwanz umwickelnden Spiralfaden angenommen hatte, nahm dann die Ansicht betr. des Saumes auf und reproducirte sogar eine Figur von CZERMAK, obwohl nicht ganz genau, indem die drei Abtheilungen des Schwanzes hier nicht angegeben waren. Dann hat SCHWEIGGER-SEIDEL² die mit den Spermatozoen der Salamandra übereinstimmenden betreff. Gebilde von Triton taeniatus beschrieben und abgebildet; der schon von CZERMAK entdeckte und als Kopffende des Schwanzes bezeichnete Theil wird von ihm im Uebereinstimmung mit seiner Auffassung der Spermatozoen anderer Wirbelthiere als Mittelstück des Spermatozoon betrachtet und zum Kopfe gerechnet. Er erwähnt die undulirende Membran des Schwanzes, aber weder in seiner Beschreibung noch an den Figuren ist das Endstück des Schwanzes und das vordere schmale knöpfchentragende Ende des Kopfes angegeben. Dieses vordere Kopffende wird dagegen gelegentlich als ein vom übrigen Kopfe deutlich abgesetzter Anhang (von 0,008 Mm. Länge) von v. LA VALETTE ST. GEORGE³ erwähnt. W. KRAUSE hat in seinem Handbuch der menschl. Anatomie⁴ die Abbildung eines Spermatozoon von Salamandra maculata mitgetheilt, in welcher er am Kopfe ein deutlich gegen denselben abgegrenztes feines spitzes Stück angiebt; am Schwanze sieht man aber nicht das Endstück, sofern es nicht durch den feinen mit dem Hinterende der Membranfaser zusammenlaufenden Faden dargestellt wird. In BRONN'S »Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs« unterscheidet HOFFMANN⁵ bei den Urodelen das Köpfchen, das Mittelstück und den schwanzförmigen Theil mit der undulirenden Membran; bei Siredon und Triton taeniatus erwähnt er die feine Spitze des Kopftheils, aber nicht das Endstück des Schwanzes.

Dann erschien die erste Mittheilung von HENEAGE GIBBES,⁶ in welcher

¹ C. T. v. SIEBOLD, Ueber undulirende Membranen, Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. II, 1850.

² F. SCHWEIGGER-SEIDEL, Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung, Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. I, 1865.

³ v. LA VALETTE ST. GEORGE, Ueber die Genese der Samenkörper, Zweite Mittheil., Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. III, 1867.

⁴ W. KRAUSE, Handbuch d. menschl. Anatomie von C. F. T. KRAUSE, Bd. I, 1876.

⁵ BRONN'S Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, Bd. VI, Abth. II (Amphibien) 1877.

⁶ HENEAGE GIBBES, a. a. O. 1879.

er u. A. die Spermatozoen von *Salamandra maculata* und *Triton cristatus* beschreibt und abbildet; er unterschied bei diesen Gebilden einen langge- spitzten Kopf (long-pointed head), an dessen Hinterende eine elliptische Structur (elliptical structure) sich befindet, welche den Kopf mit dem Körper (body) vereinigt; eine feine Faser (a fine filament), viel länger als der Körper, ist mit dem letzteren durch eine homogene Membran vereinigt; die Faser scheint von der elliptischen Partie zu entspringen. Durch Färbungsmittel lässt sich beweisen, dass der Kopf von den übrigen Theilen (Körper und elliptische Structur) eine verschiedene chemische Reaction hat, indem die letzteren sich durch Hämatoxylin färben, der Kopf, welcher durch blaues Anilin gefärbt werden kann, aber nicht. H. GIBBES erwähnt weder das Endstück des Schwanzes (Körpers) noch das feine Vorderende des Kopfes, und giebt sie an seinen Figuren auch nicht an; dagegen sieht man aus diesen, dass er die Randfaser der Membran mit dem Hinterende des Schwanzes als nicht vereinigt ansieht.

FLEMMING¹ berührt gelegentlich den Bau der Spermatozoen von *Salamandra maculata* und lässt ihn aus dem lang spießförmigen Kopf, dem kurz cylindrischen Mittelstück und dem mit undulirendem Kamm versehenen Schwanz bestehen; der Kopf, welcher — im Gegensatz zu dem Mittelstück und dem Schwanz — nach CZERMAK durch Carmin gefärbt werden kann, färbt sich nach FLEMMING durch Methylviolett oder Alauncarmin sehr gut, die übrigen Theile nicht; die von GIBBES beschriebene feine Faser des undulirenden Kammes wird von FLEMMING bestätigt. Er erwähnt aber weder das Endstück des Schwanzes noch das Vorderende des Kopfes, und sie sind auch an seinen Figuren nicht angegeben.

Ich hatte an den Spermatozoen von *Salamandra maculata* alle die von CZERMAK beschriebenen Theile gefunden und war deswegen bei genauerer Durchmusterung der betreff. Literatur darüber erstaunt, dass dieser Forscher schon vor mehr als dreissig Jahren Alles richtig geschildert, oder vielmehr dass in späterer Zeit seine Angaben nicht berücksichtigt, und die fraglichen Gebilde in mehrerer Hinsicht nicht ganz befriedigend beschrieben worden sind.

Was die Terminologie anbetrifft, so finde ich diejenige von CZERMAK nicht nur älter sondern auch richtiger als die seit SCHWEIGGER-SEIDEL angenommene. Ich werde jene deswegen in der Hauptsache, nur mit den nöthigen Verände-

¹ W. FLEMMING, Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, II Theil. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. XVIII, 1880.

rungen behalten.¹ Bei den Spermatozoen von *Salamandra maculata* (und anderen Urodelen) unterscheide ich also den Kopf und den Schwanz; am Kopfe sehe ich das eigentliche Kopfstück am Vorderende mit einem spitzen Schnabel ausgestattet, welches ich den Spiess nennen will; am Schwanze unterscheide ich das Verbindungsstück, das Hauptstück und das Endstück sowie die Flossenmembran mit ihrem Randfaden.

Der Kopf (Fig. 1, *a—b*) ist bekanntlich ein langer, schmaler, im Querschnitt cylindrischer, nach vorn hin sich allmähig verschmälernder und spitz auslaufender, glänzender und stark lichtbrechender, im Ganzen ziemlich steifer und verhältnissmässig wenig biegsamer Strang von ung. 0,1 Mm. Länge. An seinem vorderen Ende, 0,015 Mm. von der Spitze gerechnet, sieht man einen mehr oder weniger deutlichen Querstrich oder sogar einen Absatz; das nach vorn von demselben befindliche, fadenförmig dünne und spitz auslaufende Stück nenne ich den Spiess des Kopfes (Fig. 1 *a*); wie schon CZERMAK beschrieben hat, zeigt es in der Regel am Vorderende ein Knöpfchen; an der Figur dieses Forschers sieht man sogar einen Wiederhaken dargestellt, und in der That lassen die meisten von diesen Spermatozoen einen solchen erkennen (Fig. 1 *a*, Fig. 2, 5); wenn derselbe über oder unter dem Spiessstück liegt, erscheint er nur als ein Knöpfchen; in anderen Fällen (Fig. 3, 4, 6) sind sogar 2—3 solche Wiederhaken, mehr oder weniger deutlich entwickelt, vorhanden. Durch gewisse Behandlungsmethoden ist es mir nun gelungen zu zeigen, dass der Spiess aus anderer Substanz besteht als der übrige Kopf. Durch Fuchsin färbt sich jener ziemlich stark, während dieser fast ungefärbt bleibt. Wenn ich die mit Wasser versetzten gefärbten Spermatozoen über einer Gasflamme langsam erwärme und bei ungefähr 50—60° C. eintrocknen liess, schwoll bei allen das eigentliche Kopfstück zu einer breiten homogenen ungefärbten Scheibe an (Fig. 7 *b*), an welcher der Rand zackig und uneben, ohne jede andere Structur erschien, während der Spiess seine Gestalt und rothe Farbe behielt und ohne jede Anschwellung vom breiten Vorderende des eigentlichen Kopfes auslief (Fig. 7 *a*). Er endete aber nicht hier, sondern ich konnte ihn als feinen geraden Faden noch eine Strecke nach hinten im Innern des eigentlichen Kopfstücks (ung. in dem vorderen Drittel desselben) verfolgen (Fig. 7); hier entzog er sich allmähig einer ferneren Wahrnehmung. Das hintere Ende des eigentlichen Kopfstücks ist nicht, wie man es bisher beschrieben

¹ Leider hat SCHWEIGGER-SEIDEL die schon vorher von CZERMAK bei *Salamandra* als »Kopfstück« des Schwanzes beschriebene Partie »Mittelstück« genannt und dadurch zu einer Confusion mit dem »Mittelstück« des Schwanzes (nach CZERMAK) Anlass gegeben. Ich finde es deswegen richtiger beide Namen fallen zu lassen; die Benennung »Kopfstück« von CZERMAK ist ebenfalls nicht gut gewählt.

und abgebildet hat, ganz quer abgestutzt, sondern hat eine regelmässige halbkugelige Aushöhlung (Fig. 1, 8, 9), in welches es das folgende Stück aufnimmt; es lässt sich auch von demselben isoliren und zeigt dann diese schalenförmige Vertiefung besonders deutlich (Fig. 9).

Das Verbindungsstück des Schwanzes (das Kopfstück des Schwanzes von CZERMAK, das Mittelstück des Spermatozoon von SCHWEIGGER-SEIDEL) ist also in die eben beschriebene schalenförmige Vertiefung eingelenkt und zeigt (Fig. 1, 7, 8 c) in Uebereinstimmung damit ein halbkugelig abgerundetes vorderes Ende. Es ist übrigens cylindrisch, 0,0055 Mm. lang und kaum oder nur wenig schmaler als das hintere Ende des Kopfes; es hat einen ziemlich starken Glanz und färbt sich roth durch Fuchsin; hinten ist es stumpf abgestutzt und an das folgende Stück innig befestigt. Durch das Eintrocknen mit Wasser in Wärme schwillt es nicht an, wie der Kopf, sondern behält seine Form bei (Fig. 7 c).

Das vom hinteren Ende des letzt erwähnten Stückes ausgehende Hauptstück des Schwanzes (Mittelstück des Schwanzes nach CZERMAK, Schwanz nach SCHWEIGGER-SEIDEL) stellt im Ganzen den eigentlichen Schwanz dar, indem es eine bedeutende Länge (0,2 Mm.), d. h. ungefähr die doppelte des Kopfes hat. Es bildet (Fig. 1 d) einen langen, schmalen, sich von vorn nach hinten sehr allmählig verschmälernden, cylindrischen, ziemlich glänzenden und steifen Faden, welcher sich mit Fuchsin etwas roth färbt. Am hinteren Ende ist dieser Faden durch einen Querstrich von dem folgenden Theil abgegrenzt.

Dieser folgende Theil, das schon von CZERMAK bemerkte, aber von späteren Forschern übersehene Endstück des Schwanzes (Fig. 1, 10, 11 e), geht unmittelbar, aber nach plötzlicher Verengung, mit einem deutlichen Absatz vom hinteren Ende des Hauptstücks des Schwanzes ab und stellt einen sehr schmalen; cylindrischen, nach hinten sich allmählig weiter verschmälernden, sich durch Fuchsin färbenden Faden von 0,033 Mm. Länge dar, dessen hinteres Ende frei hinausragt.

Längs dem Hauptstück und dem Endstück des Schwanzes sitzt die schöne, am freien Rande gefaltete Flossenmembran des Schwanzes (Fig. 1 f). Sie ist bekanntlich so ausserordentlich dünn, dass man sie nur nach guter Färbung und bei starker Vergrösserung an den Schatten ihrer Falten erkennen kann. Längs ihrem freien Rande läuft eine feine, schon von CZERMAK erwähnte Verdickung, welche von GIBBES mit vollem Recht ein »Filament« genannt worden ist. Dieser Randfaden der Membran (Fig. 1 f'), wie ich sie nennen will, bildet überall die äussere Begrenzung derselben und

stellt eine ausserordentlich feine, im optischen Durchschnitte immer cylindrisch erscheinende (s. Fig. 1 *f'*), durch Fuchsin sich färbende Faser dar, welche, wie seit CZERMAK bekannt ist, am hinteren Ende des Verbindungsstücks des Schwanzes entspringt, sich dann allmählig mit der Membran vom Schwanze abhebt und in wellenförmigen Biegungen, am Rande der Membran befestigt, neben dem Hauptstück und dem Endstück des Schwanzes nach hinten läuft, um hinter dem letzteren eine Strecke hervorzuragen. Beim hinteren Ende des Endstücks wird die Membran allmählig niedriger, und der Randfaden nähert sich ihm deswegen immer mehr, um am freien Ende des Endstücks ganz nahe zu laufen, ohne jedoch, wie von einigen Forschern angenommen zu sein scheint, mit ihm eine innigere Verbindung (Verschmelzung) einzugehen. Er läuft zwar sehr nahe an ihm, jedoch immer, wenn man die Spermatozoen in guter Seitenlage betrachten kann, durch einen kleinen Zwischenraum vom freien Ende des Endstücks getrennt. Hier hört indessen die Membran auf und der Randfaden läuft nunmehr als feiner, freier, im optischen Querschnitte stets cylindrischer Faden von ung. 0,02—0,03 Mm. Länge nach hinten aus (Fig. 1, 10, 11, 12 *f''*).

Die in dieser eigenthümlichen Weise zusammengesetzten Spermatozoen, welche auch bei Triton und, wie es scheint, auch bei anderen Urodelen, denselben Bau haben, liegen indessen im Leben nicht ausgestreckt, sondern im Gegentheil, wie bekannt, spiralg eingeroht, wobei sie die merkwürdige, vielfach studirte, durch die undulirende Flossenmembran verursachte Bewegung darbieten.

Nach dieser Darstellung der complicirten Zusammensetzung der Spermatozoen von Salamandra wende ich mich direct zu denen der beiden von mir näher zu besprechenden Repräsentanten der Säugethiere hin, nämlich: die des *Menschen* und des *Stieres*, auf welche in dieser Hinsicht gerade ein Hauptgewicht fällt.

Wie oben angeführt wurde, trat HENEAGE GIBBES¹ mit der Behauptung auf, dass nicht nur bei mehreren anderen Säugethieren, sondern auch beim *Menschen* neben dem Schwanze ein äusserst feiner Faden (filament) verläuft, welcher mit demselben mittelst einer Membran vereinigt ist; diese Membran soll viel weiter (wider) sein als bei den Amphibien und gestattet ihm sich weiter von dem Schwanze ab zu bewegen; er ist ebenfalls länger als bei den Amphibien und in Folge dessen mehr gefaltet. In seiner Abbildung giebt GIBBES drei menschliche Spermatozoen wieder, deren spitz-ovale Köpfe ohne angegebenes Mittelstück (SCHWEIGER-SEIDEL's) direct mit dem

¹ HENEAGE GIBBES a. a. O. 1880.

Schwänze vereinigt sind, und bei welchen vom Hinterende des Kopfes aus je eine sehr gefaltete, breite, mit Randfaden versehene Membran neben dem Schwänze verläuft, um am Hinterende des Schwanzes spitz auszuragen.

JENSEN¹ hatte schon vorher bei den Spermatozoen des Menschen bemerkt, dass er nicht daran zweifeln könne, dass die von ihm hier neben dem »Centralstrang« des Mittelstückes beobachteten Partien desselben ein Spiralstrang gewesen seien, und dass er glaube, auch eine Spiralwindung des Mittelstückes gesehen zu haben.

In diesem Jahre trat dann W. KRAUSE² mit seiner wichtigen Stimme für die Ansicht von GIBBES auf. An den Mittelstücken der Spermatozoen des Menschen findet sich nach KRAUSE hier und da ein Anhang, und der Spiralsaum tritt hervor; bei dem Stiere sah er auch, nach Behandlung der Hodensubstanz mit 1 proc. Ueberosmiumsäure und Zerzupfung in Wasser, mit Immersionsystemen den Spiralsaum des Schwanzes; »je leistungsfähiger das Mikroskop, desto weiter kann man den Saum nach dem spitzen Ende des Schwanzes hin verfolgen.«

Nachdem dieser mein Aufsatz schon druckfertig lag, erschien eine neue diesbezügliche Mittheilung von W. KRAUSE³. An den Mittelstücken der menschlichen Spermatozoen aus dem Vas deferens, welche einige Tage mit 2 % chroms. Ammonium und dann mit Hämatoxylin behandelt waren, findet sich nach ihm hier und da ein Anhang, die Schwänze aber sehen bei 1—2000-facher Vergrößerung theilweise rauh und quergeringelt aus; an seiner beigege. Figur sieht man an dem dem sog. Mittelstück entsprechenden Theil und etwas tiefer hinab mehrere spiralig gewundene Fadenpartien. »Diese Methode«, sagt KRAUSE, »reichte nicht aus eine vollkommen deutliche Membran zu erkennen. Dagegen hat es keine Schwierigkeit, den Spiralsaum an Spermatozoen des Stieres (oder Ebers) wahrzunehmen, wenn man ein Stückchen Hodensubstanz einige Tage in 1 %-ige Osmiumsäure einlegt und feine Schnittchen in Wasser zerfasert. Eine ungefähr 600-fache Vergrößerung ist bei den besten Immersionssystemen ausreichend; je vollkommener das Microscop, desto weiter kann man den Spiralsaum nach dem spitzen Ende des Samenfadenschwanzes hin verfolgen«.

Es kam also für mich besonders darauf an, den sog. Spiralsaum bei den Spermatozoen des Menschen und des Stieres nachzuspüren. Ich muss aber

¹ OLAF S. JENSEN, Die Structur der Samenfüden. Bergen 1879.

² W. KRAUSE, Zum Spiralsaum der Samenfüden, Biologisches Centralblatt, Nr 1, 15 April 1881.

³ W. KRAUSE, Nachträge zum ersten Bande des Handbuchs der menschl. Anatomie von C. F. T. KRAUSE (dritte Aufl.). Hannover 1881.

sogleich gestehen, dass ich bei diesen noch einmal wiederholten Untersuchungen nichts davon entdecken konnte.

Von den Spermatozoen des *Menschen* erhielt ich ganz frisches Material von mehreren gesunden Individuen. Ich beobachtete die Spermatozoen theils noch beweglich, theils nach Färbung mit Fuchsin, bei welcher die Bewegung sofort aufhörte, theils nach Behandl. mit Ueberosmiumsäure, mit Chromsäure, chromsaurem Kali u. s. w. Eine nachfolgende Färbung der erhärteten Gebilde mit Fuchsin und Behandlung (Aufbewahrung) derselben in Acetalkalicus ist mir sehr nützlich gewesen, um eine sichere Auffassung der Verhältnisse zu erhalten. Als Mikroskop benutzte ich ein treffliches Instrument von ZEISS mit dem homogenen Immersionssystem $\frac{1}{18}$; bessere Instrumente sind wohl bis jetzt noch nicht zu haben. Bei dieser kurzen Beschreibung der Spermatozoen werde ich nur das Typische in ihrer Gestalt hervorheben und alle die mehr oder weniger oft vorkommenden Wechselungen (z. B. die Doppelschwänze, die körnigen Anhänge) unberücksichtigt lassen, obwohl eine eingehendere Darstellung in mehrerer Hinsicht von Interesse sein möchte.

An den Spermatozoen des Menschen (Fig. 15—20) unterscheide ich, in Uebereinstimmung mit dem oben beschriebenen Bau der entsprechenden Gebilde bei Salamandra, den Kopf und den Schwanz. Der Kopf erscheint, von der Fläche gesehen (Fig. 15, 17, 18 *b*), oval mit in der Regel sich ein wenig verschmälerndem Vorderende, das aber nie spitz ausläuft; an der vorderen Hälfte oder den zwei vorderen Dritteln dieser Fläche des Kopfes bemerkt man eine hellere, mehr durchsichtige und weniger stark lichtbrechende Partie, welche aber allmählig nach den Seiten und nach hinten hin in eine dunklere und stärker brechende Partie übergeht. Von der Kante gesehen (Fig. 16) zeigt der Kopf nach vorn hin eine zugespitzte Gestalt mit hinterem, dickerem, rundlichem, dunklerem und stark lichtbrechendem Theil; wenn man den Tubus des Mikroskops von der höchsten Einstellung etwas senkt, findet man, dass ungefähr wie bei den rothen Blutkörperchen der höheren Wirbelthiere, obwohl in kleinerem Massstabe, die beiden bei dieser Ansicht seitlich belegenen Flächen in ihrer vorderen Partie schalenförmig eingesenkt sind; die Contouren dieser Flächen senken sich nämlich nach innen, so dass der Kopf eigentlich vorn an zwei Seiten etwas löffelförmig ausgehöhlt ist, während er dagegen hinten eine grössere Dicke behält. Es gelang mir hier in keiner Weise, eine vordere, dem Spiess des Kopfes der Salamander-Spermatozoen entsprechende Abtheilung darzulegen. Die Spermatozoen des Menschen sind zwar vorn an zwei Seiten abgeplattet und er-

scheinen deswegen, wie eben erwähnt, von der Kante gesehen zugespitzt; es ist jedoch aber keine wirkliche Spitze vorhanden.

Die folgende Abtheilung (das Mittelstück von SCHWEIGGER-SEIDEL), welche ich, in Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei den Urodelen-Spermatozoen, das Verbindungsstück des Schwanzes nennen will, hängt durch eine quere Fuge unmittelbar mit dem Kopfe zusammen; ein Hals im Sinne EIMER's findet sich in der That nicht vor, obwohl es zuweilen durch eine unbedeutende Verengung des betreff. Verbindungsstückes den Anschein eines solchen bekommen kann; ebenso oft aber ist dieses Stück an der Kopffuge verdickt. Im Ganzen bildet es (Fig. 15—18 *c*) bekanntlich eine cylindrische Partie von ungefähr derselben Länge wie die des Kopfes oder etwas mehr, ist verhältnissmässig schmal und an der Oberfläche etwas körnig oder rauh; oft haften hier die mehrmals von den Forschern beschriebenen protoplasmatischen Fetzen oder Hauben an. Von Spiralfasern oder Spiralsäumen an ihr konnte ich jedoch gar nichts finden, was auch mit Hinsicht auf die Verhältnisse bei den Urodelen, wo dieses Stück selbst keinen Saum hat, sondern nur am Hinterende zum Ausgangspunct des Saumes dient, ganz begreiflich ist. Durch Fuchsin färbt sich das Verbindungsstück, im Gegensatz zu dem Kopfe, deutlich roth.

Das folgende Stück des Schwanzes (der Schwanz nach SCHWEIGGER-SEIDEL u. a. Forschern), welches ich, in Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei den Urodelen, das Hauptstück des Schwanzes nennen will, bildet (Fig. 15, 17, 18 *d*) den bekannten langen cylindrischen, aber sich nach hinten hin allmählig verschmälernden Faden, welcher durch Fuchsin roth gefärbt wird, am Verbindungsstück mittelst einer queren Fuge verbunden und ungefähr um die Hälfte schmaler als dieses Stück ist. Das hintere Ende des Schwanzes läuft bekanntlich in eine sehr feine Spitze aus. Bei der Anwendung der starken homogenen Immersion gelang es mir nun, in vielen Fällen in der Nähe des Hinterendes einen Absatz, eine plötzliche Verschmälerung des Schwanzes wahrzunehmen. In den Fig. 15, 17, 18, 19, 20 habe ich diese Einrichtung abgebildet; das folgende Stück (dieselben Figuren bei *e*) stellt dann das eigentliche Schwanzende dar, welches sehr fein, aber noch cylindrisch ist und sich von dem Hauptstück direct fortsetzt. Meiner Ansicht nach entspricht dieses Schwanzende dem Endstück des Schwanzes bei Salamandra, und ich nenne es deswegen auch beim Menschen das Endstück des Schwanzes. Es tritt verschieden deutlich hervor, indem der Absatz mehr oder weniger ausgeprägt zu sein scheint, aber auch je nach der guten Lage der Spermatozoen. Nachdem ich darauf aufmerk-

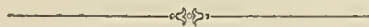
sam wurde, sah ich es in sehr vielen Fällen in solcher Anordnung wie an den mitgetheilten Figuren. Oft scheint auch der Schwanz gerade an dieser Stelle abzubrechen.

Andere Gebilde als die bis jetzt beschriebenen habe ich bei den Spermatozoen des Menschen nicht finden können. Es giebt nach meiner Ansicht an denselben weder eine Membran mit Randfaden im Sinne von GIBBES noch einen Spiralsaum, wenn auch nur schwach angedeutet und spurweise vorhanden, im Sinne von KRAUSE. Ueberall, wo ich die Schwänze im optischen Durchschnitt sah, war auch nur *eine* cylindrisch erscheinende Faser vorhanden. Die hier und da den einzelnen Schwänzen anhaftenden körnigen Reste stellen keineswegs eine Flosseumembran oder einen Randfaden dar.

Bei den Spermatozoen des *Stieres* (Fig. 13 und 14) finde ich daun ganz dieselbe Zusammensetzung wie beim Menschen: also einen Kopf und einen Schwanz. Ich finde es nicht für nöthig, diese Theile genauer zu beschreiben, sondern verweise auf die eben angeführten Abbildungen. Nur sei hervorgehoben, dass sie im Ganzen grösser als die des Menschen sind, ferner dass der Kopf vorne breiter, hinten schmaler und an zwei Seiten sehr abgeplattet ist (Fig. 14, von der Kante gesehen); hinten endigt der Kopf mit einem kleineren convexen Ausschnitt, an welchem der Schwanz befestigt ist. Letzterer, der Schwanz, besteht aus einem ziemlich laugen — es ist anderthalb mal so lang wie der Kopf — oft recht schwer sichtbaren, aber durch Färbung deutlicher hervortretenden (Fig. 13, 14 *c*), cylindrischen Verbindungsstück (Mittelstück von SCHWEIGGER-SEIDEL) und einem langen, ebenfalls cylindrisch erscheinenden, nach hinten allmählig schmaler werdenden Hauptstück (Fig. 13, 14 *d*); an dem spitz auslaufenden Hinterende des Schwanzes (*e*) bemerkt man jedoch bei genauerer Beobachtung sehr oft etwas vor dem Ende einen Absatz, eine plötzliche Verschmälerung, wodurch der letzte sehr feine Theil des Schwanzes eine gewisse Selbständigkeit gewinnt. Wie bei dem Menschen nenne ich auch diesen Theil, in Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei den Urodelen, das Endstück des Schwanzes.

Dagegen ist es mir in keiner Weise gelungen, bei den Tausenden von mir durchmusterten Spermatozoen des Stieres aus dem Hoden sowohl als aus dem Vas deferens eine Andeutung zum Spiralsaum (Flossenmembran) zu entdecken, noch weniger sah ich eine wirklich entwickelte Bildung dieser Art.

Im Ganzen muss ich also die Ansicht aussprechen, dass ein Spiralsaum oder eine Flossenmembran mit Randfaden an den Spermatozoen des Menschen und des Stieres nicht zu finden sind.



Erklärung der Abbildungen.

TAFEL X.

Spermatozoen.

Für alle Figuren geltende Bezeichnungen:

- a* — Spiess des Kopfes.
- b* — Eigentliches Kopfstück.
- c* — Verbindungsstück des Schwanzes.
- d* — Hauptstück des Schwanzes,
- e* — Endstück des Schwanzes.
- f* — Flossenmembran.
- f'* — Randfaden der Flossenmembran.
- f''* — Partie des Randfadens, welche hinter das Schwanzende frei hinausragt.

Fig. 1—12. Spermatozoen von *Salamandra maculata*. — Fig. 1. Ein vollständiges Spermatozoon, wie es sich frisch oder nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Fuchsin zeigt. — Fig. 2—6. Vorderenden des Kopfes mit Wiederhaken an dem Spiesse. — Fig. 7. Kopf und vordere Partie des Schwanzes nach langsamer Eintrocknung mit geheiztem Wasser. — Fig. 8. Hinterende des Kopfes und Vorderende des Schwanzes nach Behandl. mit Ueberosmiumsäure und Fuchsin. — Fig. 9. Hinterende des Kopfes vom Schwanz abgetrennt. — Fig. 10—12. Hinterenden des Schwanzes, wie sie frisch oder nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Fuchsin erscheinen.

Fig. 13—14. Spermatozoen des *Stieres*. — Fig. 13. Vollständiges Spermatozoon mit dem Kopf von der Fläche gesehen. — Fig. 14. Vorderes Ende eines solchen mit dem Kopf von der Kante gesehen. Nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Fuchsin.

Fig. 15—20. Spermatozoen des *Menschen*. — Fig. 15, 17, 18 vollständige Spermatozoen mit dem Kopf von der Fläche gesehen. — Fig. 16. Vorderes Ende mit dem Kopf von der Kante gesehen. — Fig. 19 und 20. Hintere Enden der Spermatozoen, welche den Absatz des Endstückes zeigen. Theils frisch theils nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Fuchsin.

Alle Figuren sind bei Zeiss' homogen. Imm. Syst. $\frac{1}{18}$ + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet worden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [1](#)

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

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Spermatozoen 77-88](#)