

Histologie des Darmtraktes und Spermatogenese der *Plumatella polymorpha* Krpl.

Von **Prof. Arnold Müller**, Hermannstadt.

Mit 2 Tafeln und 2 Figuren im Text.

I.

Vorliegende Arbeit will auf Grund der über den Gegenstand bereits bekannten Untersuchungen den feineren und feinsten Bau des Polypidenepithels behandeln, welches trotz ausgezeichneter Forschungen von Verworn, Kraepelin, Braem u. a. nicht in dem Mass gewürdigt wurde, wie es ihm bei seiner Wichtigkeit im Aufbau aller Süsswasserbryozoen zukommt. Allgemein anatomische und histologische Darlegungen sollen nicht gemacht werden; es wäre eine Wiederholung hinlänglich bekannter Tatsachen. Zur Darstellung der zarten Details in den Flimmerzellen, an denen unser Objekt so reich ist, erwies sich auch hier die Fixierung in starker Flemming'scher Flüssigkeit, die Färbung mit Eisenhaematoxylin oder teilweise mit Saffranin als besonders günstig, da ja nirgends dichtere Zellschichten vorkommen und ein gleichmässiges Durchtränken immer stattfindet. Bei bloss topographischen Studien ist auch hier die Apáthy'sche Dreifachfärbung vorzüglich, doch kommt diesmal nur die eingangs erwähnte Heidenhain'sche Methode in Anwendung. Die feinsten Einzelheiten im Bau der Elemente des Oesophagus, bezw. Pharynx, des Magens und Enddarmes lassen schliesslich auch bezüglich der physiologischen Funktion des einzelnen Abschnittes wichtigere Folgerungen zu, als die bloss anatomische Beschreibung eben dieses Traktes, der genauer genommen das gesamte Plumatellenindividuum an sich ausmacht. Vielleicht wäre es angezeigt, bei dieser Revision der Einzelgewebe auch die Nomenclatur der einzelnen Darmabschnitte dahin zu verbessern, dass der Oesophagus eigentlich als Magen, als vorverdauendes Organ, zu gelten hätte, der bisherige Magen als Darm, da ihm kraft seiner Peristaltik und Resorption der Nahrungsteile die eigentliche Verdauung zufällt, während der Enddarm auch weiterhin als solcher gälte. Doch sind derartige Fragen nicht eben die wichtigsten und sollen im Weiteren die bisherigen Benennungen beibehalten werden.

Unterhalb der Epiglottis, deren Funktion von Allman¹ so richtig der menschlichen gleichgestellt wird, wogt das durch seine Länge auffallende Flimmerdickicht und lässt die Cilienbekleidung der Tentakeln

recht kurz erscheinen. Jede einzelne Cilie entspringt aus einem rautenförmigen Basalkörperchen und ist von hier an bis ans Ende durchaus gleich dick; von einer basalen Verdickung, wie manche Autoren behaupten, ist nichts zu sehen. Die aus den Basalkörperchen eintretenden Fibrillenkegel erweisen sich als normal, wonach jeder Cilie eine Kegelfibrille entspräche; nach ihrer Vereinigung endigen sie in einem Faden, dessen Ursprung bzw. Ende in dem den Kern umgebenden Plasma nicht nachweisbar ist; bei der Deutlichkeit des Bildes dürfte mit Recht der Zusammenstoß mit einer Nervenfasern aus dem gerade hier so nahe gelegenen Ganglion erwartet werden, für welche motorische oder sensible Leitung Apáthy⁸ und Metalnikoff¹¹ ihre klassischen Beispiele erbrachten. Der Verlauf der Wurzelfaser des Fibrillenconus zeigt eine gewisse Anordnung, indem es stets einseitig (Fig. 1) neben dem beträchtlich grossen Kern verläuft; proximal von diesem ist das Cytoplasma grob granuliert, die Zellgrenzen stellenweise verwischt. Vakuolen sind selten. Diesem Flimmerepithel fällt offenbar nur die Weiterbeförderung der Nahrungsteile zu. Unter seiner Basalmembran breiten sich Bindegewebs- und Muskelzellen aus. Ein zartes Endothel begrenzt den ganzen Trakt gegen die Leibeshöhle. — Das bisher keine Sonderheiten aufweisende Flimmerepithel des oberen Oesophagus geht nun aus der kubischen, kurzen Form in das sehr hohe, gedehnte Element der eigentlichen Speiseröhre über (Fig. 2). Das Flimmerkleid ist nicht länger als oben, auch kann der Faserkegel bei der Länge der Zellen zum Kern in keinerlei Beziehung treten, weil dieser, schmal und langgestreckt im Vergleich zum obigen, immer im basalsten Teil des Plasmas lagert.

Der Faserkegel des Oesophagealepithels erscheint bei verschiedenen gerichteten Schnitten meist spiralig gewunden, was am ehesten in der Lagerung der Basalkörperchen auffällt, die selten in einer Höhe, sondern schief übereinander angeordnet sind. Diese Anordnung erinnert lebhaft an die schräggestreifte Muskelfaser, wie sie oft im grossen Retraktor anzutreffen ist. Die Rautenform der Basalkörperchen ist im oesophagealen Epithel ihrer Kleinheit wegen nicht nachweisbar; sie sind eher rundlich. Die Elemente der Fibrillenkegel erscheinen fein, gerade, als seien sie »mit der Feder gezogen« (Apáthy⁸). Ihre Zahl stimmt mit der der Basalkörperchen überein. Diesbezüglich weichen besonders die Befunde Gurwitsch's¹¹ im Epithel der Typhlosolis von *Unio* und *Anodonta* ab, wonach er Basalkörper und Fibrillenkegel als gesonderte Zellbestandteile betrachten konnte, die miteinander in keinerlei Beziehung ständen. Auch kann von einer dichotomischen Teilung der Fasern im Sinne Heidenhain's⁹ nicht die Rede sein (bei *Helix hortensis*), es scheint vielmehr ein Typus des »echten Engelmann'schen³ Fibrillenconus« vorzuliegen, in welchem die Fasern nicht um die ganze Kontur des Kernes verlaufen, sondern eine Seite unbedeckt lassen und der dickere Endfaden »gleichsam die gemeinsame Wurzel aller zu den Wimpern

gehenden Fäserchen bildet«. Auch nach H. Erhard¹⁴ »endigt er frei im Plasma und tritt nicht aus der Zelle heraus«. Dass nun der Fibrillenconus gerade im Epithel des Oesophagus als Stützfasergebilde fungieren sollte, wie oft angegeben wird, ist eben hier kaum anzunehmen, da er schon im ersten Fünftel der Gesamtlänge der Zelle im Plasma frei endigt; eher könnte ähnliches für die Kubusform des oberen Oesophagusepithels gelten. Nach Brasil steht die Stärke des Conus mit der Flimmertätigkeit im geraden Verhältnis; d. h. er ist um so kräftiger, je lebhafter die Flimmerung. Es erweist sich hiefür diese Deutung als richtig; in den mit kurzen Cilien versehenen Tentakelzellen tritt nie ein Fibrillenconus auf; sehr gut ist er aber im gesamten Oesophagusepithel entwickelt, dessen Flimmern überaus lang sind. Nach Erhard¹⁴ ist aber auch die Verkürzung der Cilien der Stärke des Fibrillenconus entsprechend; fehlt er, so fehlt auch jede selbstregulierte Verkürzung, bezw. Verlängerung. Es wäre demnach die Bewegung all den Flimmern abzusprechen, die nicht von ihrem Faserconus kinetisch induziert werden. Hier bringt Apáthy's⁸ Erklärung die Entscheidung, wonach »Cilien als contractile Primitivfibrillen aufgefasst werden müssen«.

Die in den oberen zwei Dritteln ihrer Längsachse fest aneinanderliegenden Zellen treten im letzten Drittel, nachdem sie proximal fast winkelig verschmälert sind, in klaffenden Zwischenräumen (Fig. 2 *isp*) auseinander; die Kerne lagern stets in diesem Teil; das unter ihnen befindliche Plasma ist oft mit Vacuolen oder auch einer feinen Längsfaserung versehen. Ueber die Basalmembran hinaus stösst man auf Schnitte querere oder längslaufender Muskelfasern, deren Kerne neben denen der Bindegewebszellen recht zart und lang gestreckt erscheinen.

Mit der Darstellung der bisherigen Verhältnisse wäre aber der biologischen Sonderstellung der oesophagealen Ciliarelemente noch nicht Genüge geleistet, da sie durch ihre *secernierende* Tätigkeit zugleich als Vorbereiter der im Magenteil zu resorbierenden Nahrungsmasse funktionieren. Das Sekret ist unmittelbar über dem Kern als gelbliche, lichtbrechende Körnersubstanz sichtbar (Fig. 2, 3 *ias*).

Fraglich ist, ob die intercellulär auftretenden Fasern (Fig. 3 *inf*), contractiler oder starrer Natur, zum epithelialen Sekret irgendwelche Beziehung haben. Es wäre kaum anders denkbar, wenn dieses ebenfalls intercellulär wäre.

An ähnlichen Stellen auftretende contractile Fasern sind nach Holmgrens Beschreibung aus der Magen- und Darmwand von *Hirudo* und *Proteus* bekannt, wo sie sich aus dem subepithelialen Bindegewebe entwickeln oder nach Lundahl von einigen Krustern, wo sie contractil sind und direkt aus den Muskelfasern stammen. Wera Polowzow¹² untersuchte die Epithelwand der Speiseröhre von *Lumbricus* und konnte, bei allerdings gröberen Verhältnissen, wie hier, deutliche Fasern nachweisen. Der experimentelle Weg durch Behandlung mit Physostigmin

führte zu dem Ergebnis, dass die Fasern wie Muskelemente krampfhaft contrahiert wurden und durch die übermässige Dehnung im Basalteil wo sie festsassen, abrissen; also eine Verwechslung mit anderen Zellgebilden so gut wie ausgeschlossen ist. Lore Mayer¹⁷ rief diesen Zustand am selben Tier mittelst Elektrizität hervor. »Im ruhenden Zustand also sind die Fasern höher als das Epithel, was bei der verhältnismässigen Unverschiebbarkeit ihrer Endpunkte die wellenförmige Beschaffenheit erklärt; Contractilität und Wellenform können nebeneinander bestehen und schliessen sich durchaus nicht aus«. Nach Polowzow¹² resultiert die Contractilität der interepithelialen Fasern aus dem Bedürfnis her, das ebenfalls intercelluläre Drüsensecret zu entfernen; im schlaffen Zustand wellenförmig, spannen sich die Faserstränge während der Funktion bei gleichzeitiger Mitverlängerung des Epithels. — Etwas abweichend allerdings äusserst sich Mayer über die Funktion der vom subepithelial lagernden Muskelstrang unabhängig sich kontrahierenden Fasern. Sie erkennt ihre secretbefördernde Funktion nicht an, sondern zählt sie mit Goldschmidt und Koltzoff zu den »Skelettstructuren«, die als Sonderdifferenzierungen in allen Zellen auftreten; so stellt sie sie auch in den Muskelfasern der Speiseröhre des Lumbricus dar.

Diese Verhältnisse sind auf die Befunde im Epithel der Plumatella nur z. T. anwendbar. Mag ihre Contractilität auch vorhandensein, so dürfte doch nicht behauptet werden, dass sie bei einer Auspressung des intracellulären Sekretes mittäten; doch handelt es sich auch nach mündlicher Versicherung Polowzows sicherlich um Fasergebilde, die aber wohl als Stützfasern anzusehen sind, was bei der ausserordentlichen Höhe der Zellen einleuchtet und die Annahme einer Entstehung aus dem Muskelgewebe ausschliesst.

Ausser diesen Eigenheiten des oesophagealen Epithels soll noch eines parasitischen Eindringlings (Fig. 3 *pa*) Erwähnung getan werden, der übereinstimmend mit dem von Schröder¹⁵ beobachteten Sporozoon jede Epithelzelle infiziert, ohne aber wie dieser ihre Lebensfähigkeit irgendwie zu beeinflussen. Während Schröders Parasiten, die er nahe den Haplosporidien stellt, in den Zellen aber runde, morulaähnliche Sporenhäufchen bilden (eine Mutterzelle erzeugt 14—29 Sporen) sind in diesem Falle immer nur zwei feine, stäbchenähnliche Gebilde zu sehen, die der Länge nach aneinander geschmiegt und in der Richtung der Längsachse der Zelle orientiert sind. Selten divergieren ihre Enden. Ein lichter, ovaler Hof ist fast überall um sie wahrnehmbar. Sie sind weder mit den vor Silbermann¹³ im Cardialteil des Magens beobachteten Gregarinen, noch mit den Sporozoen Schröders identisch, was auch letzterer nach Durchsicht der Präparate bestätigte. Eher haben sie mit den Korotneff'schen⁷ Stücken Aehnlichkeit, die jedoch Hodenteile, im Coelom fluctuierende mit einander verschmolzene Spermatogonien, befallen, die vom Funiculargewebe abgetrennt wurden, und wo die Parasiten

nach Aufbrauch des Zellplasmas durch mehr-weniger rasche Teilung auch Sporen bilden. Durch weitgehende Verschmelzung der beiden Plasmamassen treten bald nur der myxosporidiale und der Kern der Wirtszelle hervor; auch im Ciliarepithel ist ähnliches zu beobachten, doch wäre nach verschiedenen Einwänden Braems und Schröders gegen die Deutung Korotneffs bez. des von ihm *Nosema bryozoides* benannten Parasiten eine Uebereinstimmung wieder zu verwerfen und wären nach Schröders brieflicher Mitteilung am ehesten in die Nähe der Bakterien zu stellen, worauf auch das Fehlen irgendwelcher Entwicklungsstadien deutet.

Das Ciliarepithel erreicht ungefähr in der Mitte des Oesophagus sein Ende und geht unvermittelt in eine Zellenart über, die in das Lumen des Oesophagus anstatt der Flimmern grosse, ziemlich durchsichtige pseudopodiale Plasmakeulen (Fig. 2, 4 *plk*) vorstreckt. Ihre Färbbarkeit ist am stärksten mit Saffranin; basalwärts gut, distal oft kaum wahrnehmbar. Zwischen den einzelnen Keulen tritt eine gut färbbare Cuticula auf, wodurch die Zellgrenzen sowohl gegen einander, als gegen das Lumen der Speiseröhre deutlich werden. Intercellularräume sind überall zu sehen; ebenso reiche Vacuolisierung im basalen Teil des Plasmas, das hier nur in dünnen Schläuchen ansteht. Im Gegensatz hiezu fehlten, wie erinnerlich, im vorigen Flimmerzelltypus Vacuolen völlig.

Aus Platzmangel liegen die rundlichen Kerne im mittleren Teil des Plasmas. Nicht viel Unterschied ist am Querschnitt (Fig. 4) dieser Region festzustellen; die plasmatischen Ausläufer sind dick und schnüren stellenweise kleinere Endstücke ab. Die bakterienartigen Parasiten bleiben aus diesem Gewebe völlig weg.

Die bisherige Literatur erwähnt diese ausgezeichneten histologischen Verschiedenheiten nur ganz nebenbei und gibt nicht selten falsche Deutungen. Nach Kraepelin⁵ »verkürzen sich diese Flimmerhärchen nach innen mehr und mehr, so dass im eigentlichen Oesophagus den einzelnen Zylinderzellen nur noch kurze, protoplasmatische Spitzchen aufsitzen« (p. 48). Kafka⁴ vergleicht »die inneren, dünnen Zellenden mit etwas lichterem Beutelchen, die eine besondere Schichte zu bilden scheinen« (p. 25). Nitsche² hält die Plasmakeulen merkwürdigerweise für die »innerste« Epithelschichte des Oesophagus.

Wo demnach äusserlich so verschiedenartige Befunde sich darbieten, liegt auch die Annahme für die verschiedene biologische Bewertung der beiden Epithelarten nicht fern. Kraepelins Deutung, dass sie ohne Funktionsänderung in einander übergehen, mag wohl kaum zutreffen. Wäre dem drüsigen Sekret der Flimmerepithelien und den keulenartigen Plasmafortsätzen nicht doch eine vorläufige Präparierung des Nährmaterials; bzw. eine Art Vorverdauung durch chemische Veränderung zuzuschreiben? Die Bezeichnung des zweiten Oesophagealabschnittes mit »Vormagen«

wäre nicht von der Hand zu weisen, da die eigentliche Nährstoffresorption ausschliesslich im folgenden Magenabschnitt vor sich geht, dem aufwärts gebogenen Enddarm nur die Entleerung der unbrauchbaren Reste zufällt.

Von jetzt ab werden die »Funduszellen« des Oesophagus immer dünner, das ganze Gewebe plastisch, weil die ringförmige Epithelfalte (Fig. 5 *rf*), die ihn vom Magen trennt, bald in diesen, bald in jenen vordringt, je nachdem die Phase der Peristaltik eine Bewegung nach oben oder unten anzeigt.

In dem folgenden Abschnitt des Darmtraktes, dem Magen des *Polypides*, ist eine ähnlich weitgehende Differenzierung der Elemente zu verzeichnen, die nun völlig im Dienst der Umformung und Aufnahme der Nahrungspartikel stehen. Der Magenteil wird in seiner ganzen Länge von zweierlei Zellen aufgebaut, die als hellere und dunklere Streifen auch am lebenden Tier zu beobachten sind, am stärksten aber im Querschnitt (Fig. 6, 7) auffallen, der infolge des leistenartigen Vorsprunges der hellen »Darmzottenzellen« und Rücktretens dunklerer Furchenzellen ein sternförmiges Bild gibt (Fig. 7 *rsz* und *fz*).

Die »Zottenelemente« treten meist zu 6—8 auf, sind durch zahlreiche Vacuolen und starke Granulierung ausgezeichnet, gegen das Magenlumen treten auch plasmatische Fortsätze in Aktion. Die ungranulierten, dunklen Furchenzellen sind zwischen anderen zu 3—5 eingengt.

Die Unterschiedlichkeit in der Funktion ist schon von *Allman*¹ erkannt und immer wieder bestätigt worden, demnach *Kafkas*⁴ Einwand, dass »die zweierlei Zellen für nichts anderes zu halten seien, als für zweierlei optische Profile des inneren Epithels« nicht gelten kann; »das Profil bei der Basis gibt die polygonalen Formen mit dichtem Inhalt, das Profil bei dem breiteren Ende gibt grössere, freiere Formen mit schütterem, durchsichtigem Inhalt« (p. 25). Im Gegensatz hiezu trat auch *Verworn*⁶ für die Auffassung ein, dass bei der ihm vorliegenden *Cristatella* zweierlei Zellarten das Magenepithel bilden.

Die Ausdehnung des resorbierenden Magenepithels lässt sich bei Abtötung der Stockindividuen während der Verdauung, die allerdings nur selten unterbrochen wird, am besten feststellen. Resorbierendes (Fig. 7) und ruhendes (Fig. 6) Magenepithel geben sehr verschiedene Bilder.

Die oben erwähnte Cardialfalte ist immer granulumentfrei; doch finden sich in den unmittelbar angrenzenden Nachbarzellen gleich die granulösen Centra (Fig. 5 *gr*) der später immer mehr an Grösse zunehmenden, fettartigen, durch Osmiumbehandlung geschwärzten Nahrungskugeln vor. Ihre Grösse hängt von der Lagerung ab; an der Grenzlinie der Zotten treten ganz feine, rosenkranzartig aufgereihte Fettgranula auf, die auf den Plasmafäden zwischen den Vacuolen zelleinwärts wandern und durch Verschmelzung untereinander zusehends wachsen. Neben diesen sind auch blasse Granula anzutreffen, wahrscheinlich mit anderem Nährmaterial beladen.

Die Vacuolen sind mit einer feinen, unter der Präparation coagulierten Masse angefüllt (Fig. 5 *va*).

Uebrigens sind funktionell derartig getrennte und morphologisch verschiedene Gewebsarten eines Verdauungsorganes auch bei Mollusken (*Monodonta turbinata*, Trochidae) nachgewiesen. J. E. Frank¹⁶ findet in der Mitteldarmdrüse resorbierende, tief in das Drüsenlumen vorgreifende Zellen und dunklere, zurücktretende Keulenzellen. Der Querschnitt zeigt auch die Sternform. Frank kann darnach die Annahme einer einzigen Zellenart aus eben den für *Plumatella* geltenden Gründen nicht billigen.

Schliesslich beschreibt Kraepelin^{7a} aus *Plumatella*, Silbermann¹³ aus *Alcyonidium* noch Zellen phagocytärer Natur, die das Magenepithel verlassen und als Excretionselemente fungieren. Ein eigenes »Nierenorgan«, wie nach Verworn⁶ von *Cristatella* bekannt, scheint hier zu fehlen.

Die ausgelaugten Reste des Nährmaterials, hauptsächlich Diatomcen- und Desmidiaceenpanzer, verschiedene einzellige Algen, gelangen in den nach oben gekrümmten Enddarm, der oft zum Platzen voll ist.

Ein allmählicher Uebergang des Magenepithels in das Rectalepithel ist wiederum nicht vorhanden. Die Zellen des Enddarmes (Fig. 8 *Ed*) sind ziemlich gleichförmig; der Querschnitt ist kreisförmig, was auf die einfache Schlauchform hinweist. Granuläre Zelltätigkeit fehlt wohl, doch finden sich ins Epithel eingestreut grosse, birnförmige, mit einer feinen Ausfuhröffnung versehene, für diesen Darmabschnitt charakteristische Drüsenzellen (Fig. 8 *dz*) vor, deren Kerne durch das Sekret in den Hintergrund gedrängt sind. Vacuolen treten seltener in Menge auf, meist nimmt eine grosse Einzelvacuole des Zellumen ein. Den Rand bildet wie im Magengewebe eine schleimige Randschicht.

Aus den bisnun beschriebenen Einzelheiten leitet sich die Spezialleistung jedes Abschnittes in der Darmtätigkeit des Individuums ab. Die richtige Deutung jedes Stückes hatte Allman¹ eigentlich schon darin gegeben, dass er den Nahrung aufnehmenden Teil Oesophagus, den folgenden, als die Verdauung verrichtenden Magen benannte. Die Bedeutung der Oesophagealelemente hätte Kraepelin⁵ sicher höher eingeschätzt, wenn er ihren feineren Bau gekannt hätte. Allmans¹ Begrenzung des cardialen und pylorischen Magenteils ist hingegen, wie Nietzsche² und Kraepelin⁵ dargetan, unbegründet. Beide Partien sind gleichartig im Gewebe. Sehr einleuchtend hingegen ist Kraepelins⁵ Deutung, dass in den Magen Zellen eine direkte »amöboide Verdauung« vor sich geht, nicht aber die »Zotten« als »Leberzellen« (Allman, Nitsche) zu benennen sind.

Die basalwärts ziehenden Granula in allen Grössenstadien bezeugen am sichersten, dass das plasmatische Netzwerk (Fig. 6 *pln*) am

distalen Ende der hellen Darmzellen das Nährmaterial »amöboid« umfließt und assimiliert.

Eher können die zwischen den Zottenzellen (*rsz*) liegenden Elemente (*fz*) als »Leberzellen« gelten, die immer granulummfrei sind und das Nährmaterial für die Aufnahme in die Faltenzellen vorbereiten. Den veränderten Verhältnissen entsprechend ist die Muskulatur der Magenwand im Vergleich mit dem Muskelgewebe der Oesophaguswandung eine unendlich verstärkte. Zahlreiche, feine Querfasern und gröbere Längsfasern setzen die Magenwand in den Stand, die Nährstoffe durch eine kräftige Peristaltik auszupressen.

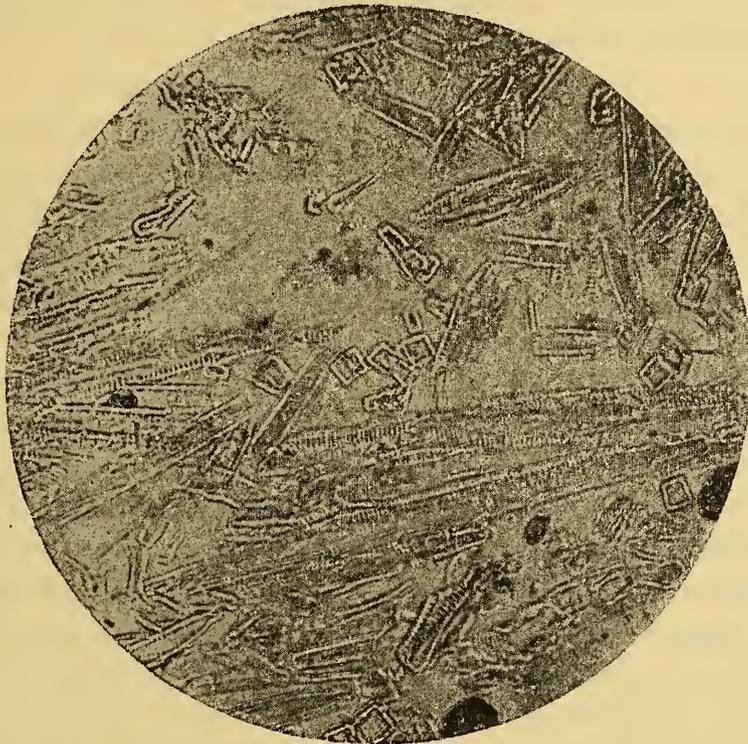


Fig. 1. Diatomeenpanzer und Algen im Enddarm der *Plumatella* (Querschnitt).

Der Mechanismus der Verdauung ist wohl bei allen Süßwasserbryozoen ähnlich dem von Verworn⁶ an *Cristatella* geschilderten. Er lässt sich am lebenden Einzeltier leicht verfolgen.

Das von den Cilien in den Schlund gewirbelte und vom Sekret des Oesophagealepithels vorbehandelte Nährmaterial sinkt alsbald in den »Cardialteil« des Magens. Nach Anfüllung desselben setzt die Peristaltik dergestalt ein, dass eine cardiale Ringfalte die ganze Magenwand entlanggleitet und das nutzbare Material buchstäblich herauspresst, welches die Faltenzellen der Magenwand verarbeiten. Den queren, bis zum Pylorus gelangten Faltenring durchbricht infolge der grossen Spannung der Magenwand die Nahrungsmasse und gelangt wieder in den Cardialteil. Diese gründliche Durchknetung des Nährmaterials wiederholt sich einige Male,

worauf sie, mit Zellsekreten reichlich durchtränkt, zur endgiltigen Resorbierung im Magen liegen bleibt.

Die angesammelten Reste füllen den Enddarm fast bis zum Platzen an, doch unterbleibt, seinem Zellbau nach zu schliessen, eine weitere Auslaugung; das Sekret der birnförmigen Drüsen scheint nur die Auspressung der Reste zu befördern. Vorstehende Textfigur (Nr. 1), die die Menge der vom Plumatellenindividuum verdauten Kieselalgen am besten vorstellen lässt, ist vom Herrn Privatdozenten Dr. Géza Entz jun. in Budapest auf photographischem Wege hergestellt und sage ich ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

Wie lebhaft der Stoffwechsel einer grösseren Kolonie ist, beweist das fortwährende Niedersinken der kleinen, walzenförmigen Auswurfsklümpchen der Individuen.

II.

In den ausgezeichneten Arbeiten Korotneff's,¹⁹ Kraepelin's,²¹ Braem's²² über die Spermatogenese der Süsswasserbryozoen konnte, z. T. technischer Hindernisse halber, einer Frage nicht nahe getreten werden, die auch beim Studium anderer Gewebe immer wieder auftauchte und heute in vielen Punkten als richtig gelöst bezeichnet werden darf, der Frage nach der Rolle der Plastosomen und des aus ihnen stammenden oder besser bestehenden Nebenkerns, der bekanntlich seit seiner Entdeckung (1867) durch la Valette St. George²⁶ endlose Verwechslungen und Bewertungen durchgemacht hat.

Wenn das mesodermale (axial ectodermale) Funiculargewebe sich soweit differenziert hat, dass die zukünftigen Spermazellen traubenartig oder einer »acinösen Drüse vergleichbar« (Kraepelin) an dem faserigen Axenstrang hängen, (Fig. 9) dessen Ausläufer auch in die Seitenäste der Rhachis eindringen, steht die Entwicklung des Plumatellaspermatozoons in dem Stadium des Spermatogoniums (*spg*) (welche Bezeichnung Korotneff's²¹ trotz häufiger Ablehnung durchaus entspricht). Die grossen, hellen Kerne der Hodenzellen treten neben den kleineren, schmälern Strangzellen stark hervor (*f st*) Das Cytoplasma färbt sich in Eisenalaunhaematoxylin recht gut. Oft lösen sich schon um diese Zeit einzelne Aestchen vom Hauptstock los und entwickeln die Hodenprodukte in der Leibeshöhle treibend. Während der häufig zu beachtenden Mitosen durchzieht ein grob granuliertes Fadennetz das Kernlumen (Fig. 11, 11 a) wobei der Nucleolus, wie auch Braem²² versichert, eine gewisse leitende Rolle zu haben scheint; »man erkennt«, heisst es (pag. 9) dass diese chromatischen Faserzüge ein die Körner verbindendes Netzwerk bilden, dessen Fäden vorwiegend in der Richtung auf den Nucleolus verlaufen, an den sich, wie früher, auch einige Körnchen unmittelbar anlehnen; später verliert sich jedoch die strahlenförmige Anordnung und der Verlauf der Fäden wird ein ganz regelmässiger.« Der Nucleolus selbst ist intensiv schwarz.

Im nun folgenden Stadium (Fig. 10) können mit ziemlicher Sicherheit acht Chromosomen (α) gezählt werden, welche Zahl in den nebenliegenden Schwesterzellen (β) je vier beträgt. Da diese Zellteilungen im Verlauf der Spermatogenese die letzten sind, kann wohl die 4-Chromosomenzelle als normale Geschlechtszelle, die mit 8 als normale Körperzelle angesehen werden. Die von Braem²² gemachte Zahlenangabe besagt ähnliches. »Die Chromosomen sind kurz und dick, jedes besteht aus zwei in stumpfem Winkel miteinander verbunden Körnern; ihre Zahl beträgt 6 oder 7.« (pag. 9.) Die in anderen Geweben häufigen Teilungsfiguren sind zwecks genauer Angabe der Chromosomen zu undeutlich und klein (z. B. in Tentakelzellen).

Auf diese Art ist das Zellmaterial des Hoden stark angewachsen und schliessen sich die einzelnen Elemente meist unter Verlust einer deutlichen Zellwand gegen das Rhachisgewebe zu wenig gegliederten Haufen zusammen, den Polyblasten; (Fig. 13) diese richtige Entstehung des Polyblasten ist durch Braem²² nachgewiesen, während vor ihm die Entstehung aus einer einzigen Hodenzelle angenommen war.

Während die bisherigen Veränderungen sich nur auf den Kern der von jetzt ab als Spermatische geltenden Polyblastenzelle bezogen, finden im folgenden durch das Auftreten überaus feiner, sich zu Fädchen anordnender Granula (Fig. 12) nur das Cytoplasma betreffende Vorgänge statt. Die zarten, auf den Kern loswandernden Gebilde stellen sich als Plastosomen (Mitochondrien) dar, und bilden um den Nucleus bald einen dunklen, geschlossenen Ring. (Fig. 14.)

Aus diesem sieht man dann stellenweise bald den Nebenkern sich abschnüren (Fig. 13 α , α), dessen plastomatischen Ursprung schon Korotneff,¹⁹ bei Gelegenheit der Entstehung des Halsteiles des Spermatozoons, vermutete, als er »einige Male einen kleinen, knollenförmigen« Körper sich abschnüren sah. Auch Meves²⁶ ist von der plastomatischen Herkunft des Nebenkernes überzeugt; Benda unterscheidet daran den helleren und dunkleren Teil, wie es auch hier zu sehen ist (Fig. 16, 18, 20 nk). Wenn auch v. Lenhossék²⁴ mit dieser Beschreibung nicht übereinstimmen kann, weist er doch darauf hin, den Nebenkern ja nicht mit der Sphaere zu verwechseln. Nach Hermann,²⁰ der einen kleineren dunklen und einen grösseren Nebenkern kennt, aus dem auch der Schwanzfaden hervowächst, ist er identisch mit Chromatin; Niessing²³ beschreibt die so wichtigen Teilungen des plastomatischen Nebenkernes.

Nach Austreten des Nebenkernes in das Cytoplasma verlässt das kernumhüllende Plastosomenmaterial seine bisherige Stelle und gleitet gewissermassen an der Kernperipherie gegen das distale Ende, welche es kappenförmig umfasst (Fig. 15 pl) Am meisten spitzt es sich an dem Punkt zu, wo alsbald zwischen den Centrosomen der Schwanzfaden austritt.

Aehnliches berichtet Retzius²⁸ von *Triticella Koréni*, wo die Plastosomen in mehreren Stücken (7) auftreten, zwei davon den späteren Halsteil bilden, während die übrigen zum »Nebenkern« verschmelzen. In anderen Fällen, (es kommen hier nur auf Bryozoen bezogene in Betracht) wie bei *Alcyonidium gelatinosum* legt sich die Plastosomenscheide in Gestalt zweier langer, $\frac{4}{5}$ der Schwanzachse überdeckenden Fäden an. Nach Korotneff¹⁹ sollen die Plastosomen bei *Alcyonella* nicht verschmelzen. Bonnevie²⁹ sieht bei *Membranipora* einen Plastosomenhaufen, der, wohl zwecks Anordnung um den Axenfaden, bald in vier Kugeln zerfällt, um sich darauf wieder zu vereinigen und die Rolle innezuhaben, wie bei *Plumatella*.

Um diese Zeit treten auch die Centrosomen (2) auf und begeben sich an die Stelle im Cytoplasma, wo alsbald der Achsenfaden zwischen ihnen hervortritt (Fig. 16 c). Meist wird dieser als aus den Centrosomen entwickelt beschrieben, so auch bei *Membranipora*, wo sie im Halsteil einen Ring bilden und unmittelbar im Plastosomenhaufen verborgen sind. Demnach nicht unähnliche Verhältnisse wie bei *Plumatella*, obwohl Retzius²⁸ gerade in diesem Tier und *Triticella* einen gewissen gegensätzlichen Typus, als Süßwasser- und Meeresbewohner aufzustellen versucht.

Unterdessen formen sich die Plastosomen zum wirklichen Halsteil der Spermatide nun; anfangs kugelig, fängt er sich nun walzenförmig zu strecken an, wobei das proximale Ende in den Nucleus festgefügt bleibt; die hellere Kernkontur ist auch an diesem Punkte deutlich. Der in Fig. 17, 18, 19 auftretende zarte Sägerand des Halsteiles findet mit Retzius²⁸ seine Erklärung darin, dass im Schnitt die spiralig angeordneten Plastosomenwindungen hervortreten, deren er 25—30, selten 27, 28 zählt; auch zeigt dieser Teil des lebenden Spermatozoons die geringste Lichtbrechung, was Braem²² eben auf das Vorhandensein der feinen Querfältchen zurückführt. In ebendiesen Schnitten, wo die Ausbildung des Plastosomenhalses vor sich gegangen, findet auch die Umformung des Kernchromatins zum Kopf der Spermatide statt. In wolkigen Haufen zieht es der proximalen Peripheriehälfte des Kernes zu, verdichtet sich mehr und mehr, bis es einen schmalen, scharf sich abhebenden Saum bildet (Fig. 17, 18, 20 ch). Der beiläufig in der Mitte befindliche Nucleolus rückt immer weiter gegen die Chromatinkuppe vor und wird (Fig. 20, 21 nc) schliesslich davon ganz umflossen. Hier ist bereits die Hammerform deutlich (Fig. 21, 22), die aber im fertigen Spermatozoon nach Ausbildung des »spiessförmigen« (Retzius)²⁸ Perforatoriums mehr zwiebelähnlich wird. Sehr eigenartige Verhältnisse zeigt nun im weiteren das Hervorwachsen des Schwanzes, dessen Anfangsstadien oben berührt wurden und nach Anlage der Hauptteile der Spermatide der endgiltigen Form entgegengeht.

Der zwischen den winklig gegeneinander stehenden, am distalen

Punkt des Halsteiles postierten Centrosomen hervortretende Schwanzteil ist, wie übereinstimmend festgestellt, unmittelbar vom Zellaustritt an eine Strecke lang des Plasmas entblösst, das ihn von hierab bis zum Ende breit umfließt; Kraepelin²¹ gibt hiefür die Erklärung, dass es sich hiebei »nicht um das grobmechanische Herabfliessen irgend welcher beliebiger Plasmamassen am Achsenfaden handelt, sondern um ein Ausscheidungsprodukt des Plasmas, welches in so feinem Strom am Achsenfaden dahinzieht, dass derselbe in seinem oberen Ende völlig nackt erscheint, so lange der Prozess noch nicht beendet.« Dies mag stimmen, doch nicht, dass es sich, wie er kurz vorher vermutet, etwa um »pathologische« Erscheinungen handelte.

Derselbe Autor²¹ lässt den Achsenfaden auf sehr eigentümliche Art aus der Spermatide treten, indem er ihn im Kern aufgewickelt sieht, woher er dann »durch die Kontraktion der Kernblase nach aussen gepresst wird«. (pag. 11) Es kann wohl nur eine Verwechslung mit einem Bild vorliegen, wie Fig. 11 und 11 a zeigen.

Nach Fig. 19 a und b scheint es aber sicher, dass der Achsenfaden weder aus einem Centrosoma, noch sonstigem Zellbestandteil hervorstammt, sondern einzig aus Plastosomen sich aufbaut, welche, wie deutlich zu sehen, durch Einwanderung in die Achse sich aneinanderlagern; während der proximale Achsenteil zahlreiche Körnchen enthält, bilden sie distal schon den festgefügtten Schwanzfaden, der in 19 b sich von der Plasmahülle sichtbar abhebt.

Aehnliches findet Meves²⁵ in der Spermatide von *Salamandra maculosa*; die Axenfadenanlage ist jedenfalls extranucleolär, doch nicht dem Centrosom entsprungen, was er auch auf Grund färberischer Differenzen festsetzt; Niessing²³ hinwieder lässt ihn keinesfalls aus dem chromatischen Nebenkörper, sondern aus dem Kern selbst hervorgehen. Es leuchtet jedoch der Wert des Aufbaues des Achsenfaden aus Plastosomen um so mehr ein, wenn diese mit Benda, als dem gründlichsten Kenner dieses Kapitels der Cytologie, auch als Bildner der Myofibrille angesehen werden; denn auch der vom Zellkörper getrennte Schwanzfaden zeigt noch Bewegung, daher die Annahme eines im Kopfteil befindlichen kinetischen Centrums nicht standhält.

Um diese Zeit tritt an der Stelle, wo der nackte Teil des Achsenfadens in den vom Plasma umhüllten übergeht, eine dunkle Granulation auf, die wahrscheinlich mit dem »Ringkörper« von Retzius²⁸ identisch ist (Fig. 22 *rk*). Soviel scheint gewiss, dass er mit den Centrosomen am distalen Halsende nach Resorbierung des nackten Zwischenstückes verschmilzt; dieses ist schon in Fig. 22 bedeutend kürzer in 21. Noch deutlicher wird der »Ringkörper« in Fig. 23, welche das noch im Cytoplasma steckende, sonst ausgebildete Spermatozoon darstellt. Jenes ist stark granuliert; die Schollen sind an Grösse denen vergleichbar, wie sie zu Beginn des Spermatidenstadiums waren (Fig. 12). Ob sie nicht

Stücke des Nebenkerns sind, die nach dessen Zerfall sich wieder als Plastosomen im Plasma verteilen. Jedenfalls sind seine bisnun scharfen Umrisse recht blass und undeutlich. Nach manchen Autoren (Niessing) verschwindet er, andere erwähnen seinen Verbleib überhaupt nicht. Indessen ist es nicht ausgeschlossen, dass es sich im Nebenkern um jenes im Cytoplasma verbleibende Plastosomenmaterial handelt, welches als jeder Zelle zukommender integrierender Bestandteil festgestellt wurde und sich durch Teilung vermehrt.

Bald hierauf gleitet das junge Spermatozoon (Fig. 24) aus dem Cytoplasma; das nackte Schaltstück ist nach Zusammentreten des Hals- und Schwanzteiles ganz geschwunden, nur eine schwache Einschnürung (bei x) und die etwas dunkleren Centrosomen deuten die Stelle an; hier

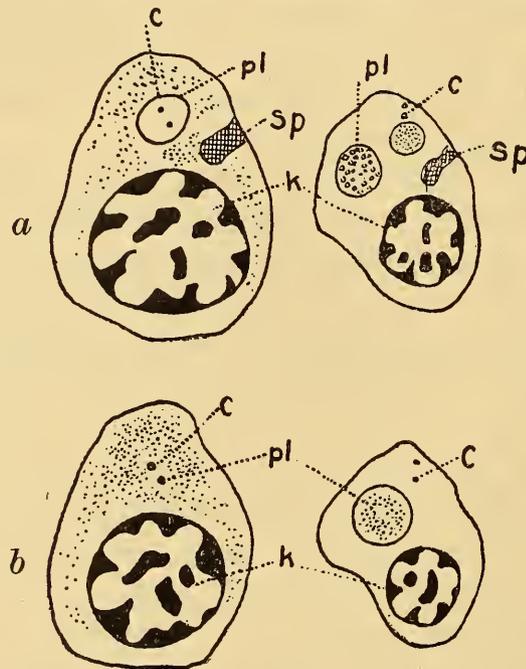


Fig. 2. Schema der Verteilung der Plastosomen und andern »Nebenkörper« bei *Salamandra* (a) und *Plumatella* (b). (Nach Meves.²⁷)
c Centrosomen, k Zellkern, pl Plastosomen, sp Sphaere (Idiozom).

sieht Retzius²⁸ »einen querliegenden, ziemlich dicken, dunklen, stark lichtbrechenden Körper, welcher bald mehr an der vordern, bald mehr an der hintern Seite convex ist. Es entspricht dieser Körper offenbar einem ringförmig gestalteten distalen Zentralkörper, durch den ein ziemlich dicker Strang aus dem Hauptstück in das Verbindungsstück hineindringt« (bei *Alcyonella fungosa* Pall). Braem²² beschreibt den gegen das Ende etwas verbreiterten Schwanz als quergestreift. Das in diesem Falle spitze, etwas hakige und verhältnismässig lange Perforatorium kommt nicht aus dem Material der Sphaere zustande, wie es Meves²⁵ bei *Salamanda mac.*, Mc Gregor²⁷ bei *Amphiuma* gesehen, sondern ist ein Gebilde des chromatischen Kopfstückes; eine Sphaere ist nie zu sehen gewesen. — Bekanntermassen treten bei Membraniporen die Spermien

mit ihren besondes langen Spiessen zu Spermoeugmen zusammen. Umversehrte Spermatozoen sind in den Schnittserien selten anzutreffen.

Dem Gesagten nach bauen sich die Einzelteile des Samenfadens aus den Bestandteilen der Hodenzelle so auf, dass der Zellkern den Kopf und das Perforatorium (Akrosoma), das Plastosomenmaterial des Cytoplasmas den Halsteil und den Achsenfaden des Schwanzes, ein Teil des Zellplasmas das Schwanzplasma liefert, einer im Funiculargewebe zurückbleibt. Die Centrosomen liegen dem distalen Ende des Halsteiles an.

Die Rolle des Nebenkerns,* sein Entstehen und Verschwinden scheint bei *Plumatella* aber aus dem schon erwähnten Grunde leichter und entscheidender feststellbar zu sein, dass alle übrigen, oft und oft als »Nebenkern« gedeuteten Bestandteile wie Sphaere (Idiozom), Spindelrestkörper nicht vorhanden sind und das Plastosomenmaterial nicht missdeutet werden kann.

Die schematische Textabbildung (Nr. 2) (Nach Meves)²⁷ gibt auf unseren Fall bezogen hierin am besten Klarheit.

Literatur-Verzeichnis.

I. Zur Histologie des Darmes.

1. 1856. G. J. Allman, A monograph of the Freshwater Polyzoa. London. R. Society.
2. 1868. H. Nitsche, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der phylaktolämen Süßwasserbryozoen. Inaug. Dissert. Berlin.
3. 1880. Th. Engelmann, Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Pflügers Archiv für Physiologie. Bd. 23.
4. 1887. J. Kafka, Die Süßwasserbryozoen Böhmens. Prag. Archiv für naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen.
5. 1887. K. Kraepelin, Die deutschen Süßwasserbryozoen. I. Anat. system. Teil. Hamburg.
6. 1887. M. Verworn, Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserbryozoen. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 46.
7. 1892. A. Korotneff, Myxosporidium bryozoides. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 53.
- 7.a 1896. K. Kraepelin, Phagocyten bei Bryozoen. Zool. Anz. Bd. 19, p. 507.
8. 1897. St. v. Apáthy, Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mitteil. a. d. zool. St. zu Neapel. Bd. 12.
9. 1899. M. Heidenhain, Beiträge zur Aufklärung des wahren Wesens der faserförmigen Differenzierungen. Anatom. Anzeiger. Bd. 16.
10. 1900. A. Gurwitsch, Studien über Flimmerzellen. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 57.
11. 1900. S. Metalnikoff, Sipunculus nudus. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 68
12. 1904. V. Polowzow, Ueber eigentümliche kontraktile Fasern in einer Flimmer-epithelienart. Archiv für mikroskopische Anatomie.

* Die Rolle der Plastosomen als Dotterbildner in der Eizelle desselben Tieres soll an anderer Stelle besprochen werden.

13. 1906. S. Silbermann, Untersuchungen über den feineren Bau von *Alcyonidium mytili*. Archiv für Naturgeschichte.
14. 1910. H. Erhard, Studien über Flimmerzellen. Archiv für Zellforschung. Bd. 4.
15. 1913. O. Schröder, Ueber einen einzelligen Parasiten des Darmepithels von *Plumatella fungosa* Pall. Zoologischer Anzeiger. Bd. 43.
16. 1914. E. J. Frank, Beiträge zur Anatomie der Trochiden. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 51.
17. 1914. Lore Mayer, Die intercellulären Fibrillen in den Epithelzellen von Oligochaeten und Polychaeten und das Skelett der Muskelzellen. Archiv für Zellforschung. Bd. 11, Heft 3.
18. 1914. O. Schröder, Beiträge zur Kenntnis einiger Microsporidien. 1. *Nosema bryozoides*, Kor. Zoologischer Anzeiger. Bd. 43.

II. Zur Spermatogenese samt Nebenkern.

19. 1888. A. Korotneff, Beiträge zur Spermatologie. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 31.
20. 1889. F. Hermann, Beiträge zur Histologie des Hodens. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 34.
21. 1892. K. Kraepelin, Die deutschen Süßwasserbryozoen. II. Entwicklungsgeschichtlicher Teil. Hamburg.
22. 1897. F. Braem, Die geschlechtliche Entwicklung der *Plumatella fungosa*. Bibl. Zoologie. Heft 23. Stuttgart.
23. 1897. C. Niessing, Die Beteiligung von Centrankörper und Sphaere am Aufbau des Samenfadens bei Säugetieren. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 48.
24. 1898. M. v. Lenhossék, Untersuchungen über Spermatogenese. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 51.
25. 1898. F. Meves, Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra maculosa*. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 50.
26. 1900. F. Meves, Ueber den von la Valette-St.-George entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen. Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 56.
27. 1902. Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgemeiner Teil. Lief. I. Jena.
28. 1906. G. Retzius, Biologische Untersuchungen. 4.
29. 1909. Chr. Bonnevie, Untersuchungen über Keimzellen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 42.
30. 1911. Duesberg, Plastosomen, »Apparato reticolare interno« und Chromidialapparat. Ergebnisse der Anatomie zur Entwicklungsgeschichte. Bd. 20.

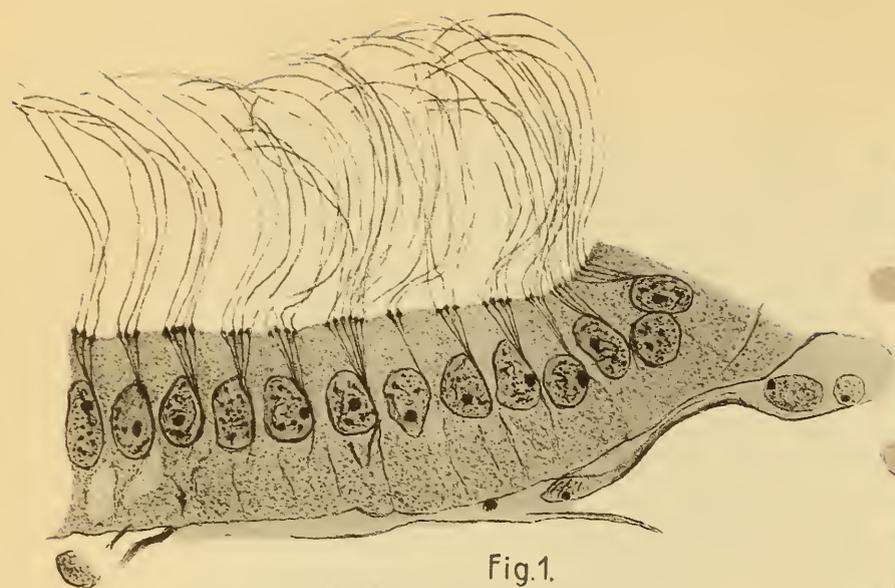


Fig. 1.

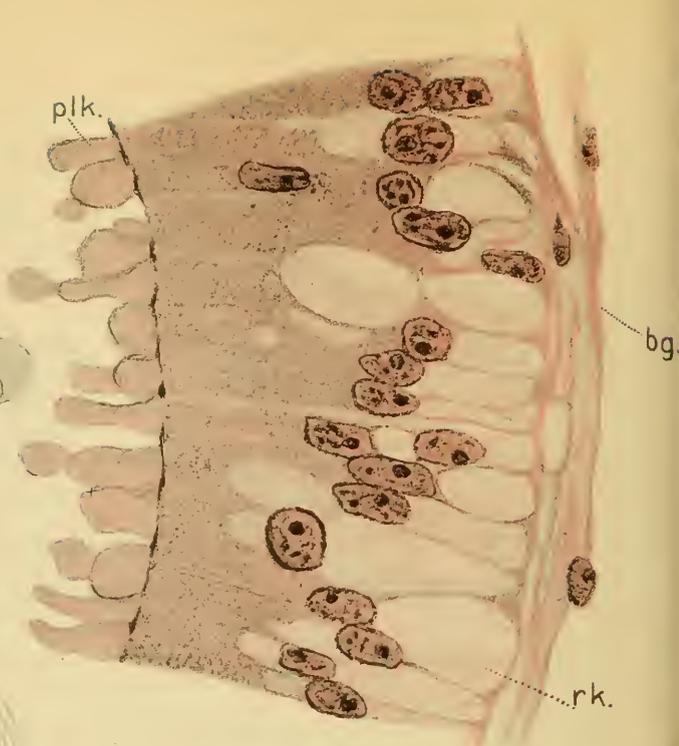


Fig. 4.

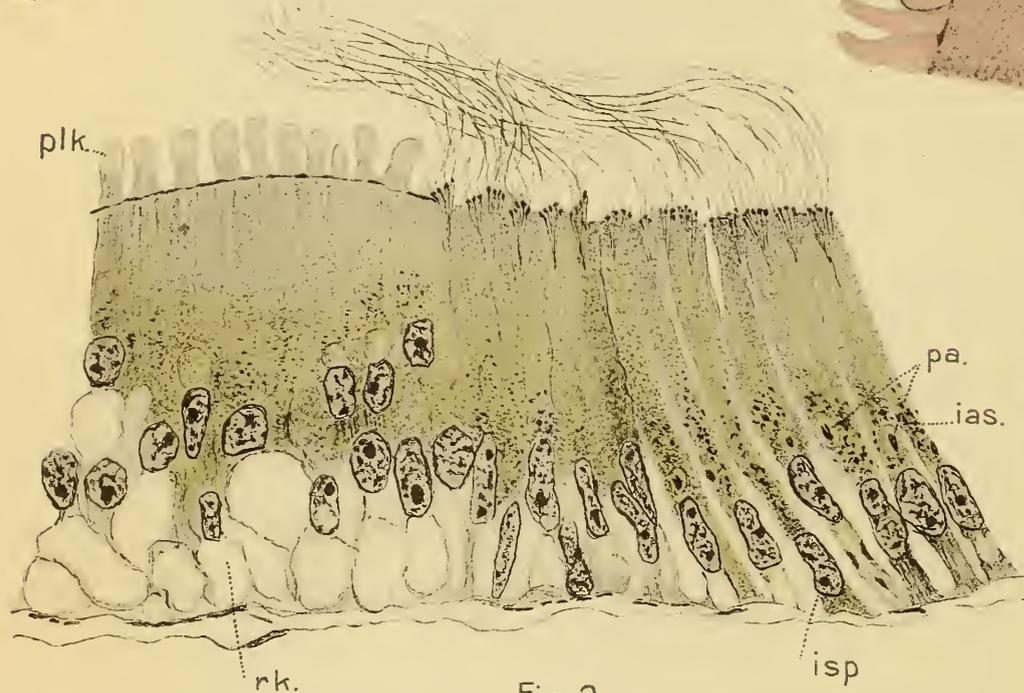


Fig. 2.

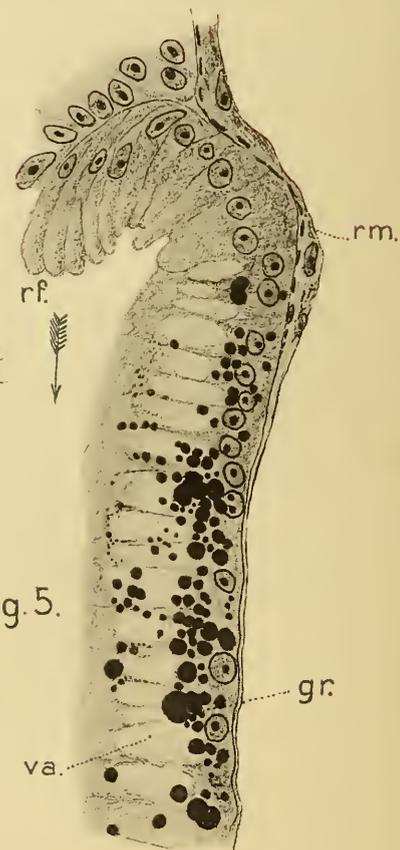


Fig. 5.

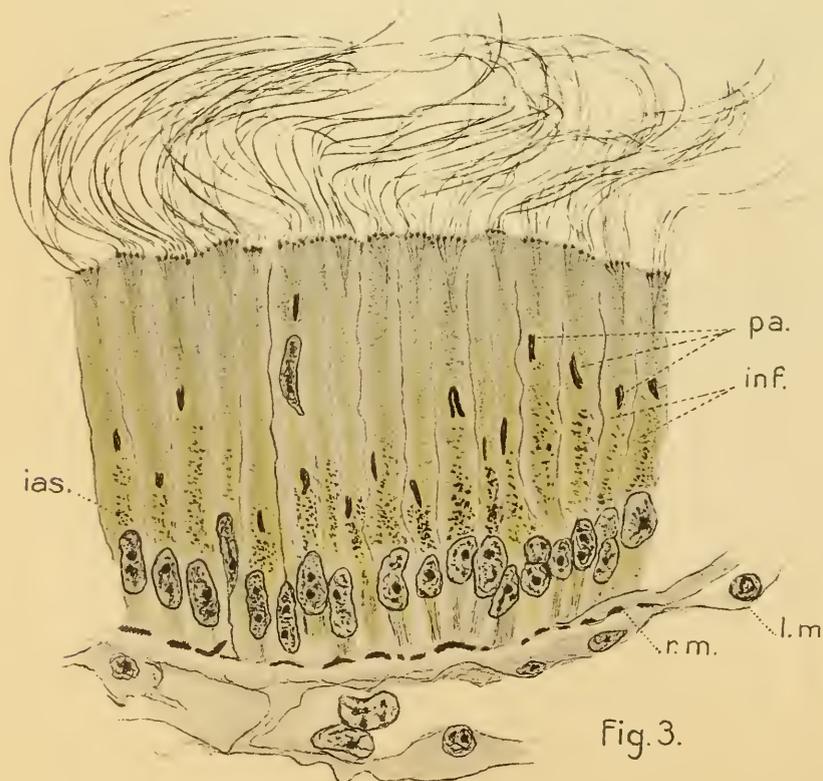


Fig. 3.

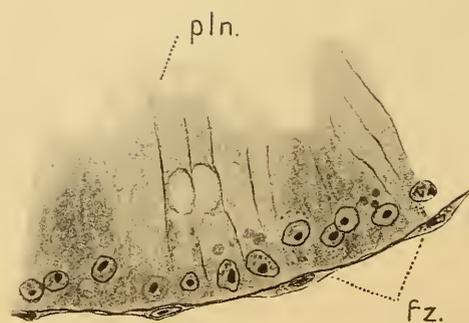


Fig. 6.

Tafel-Erklärung.

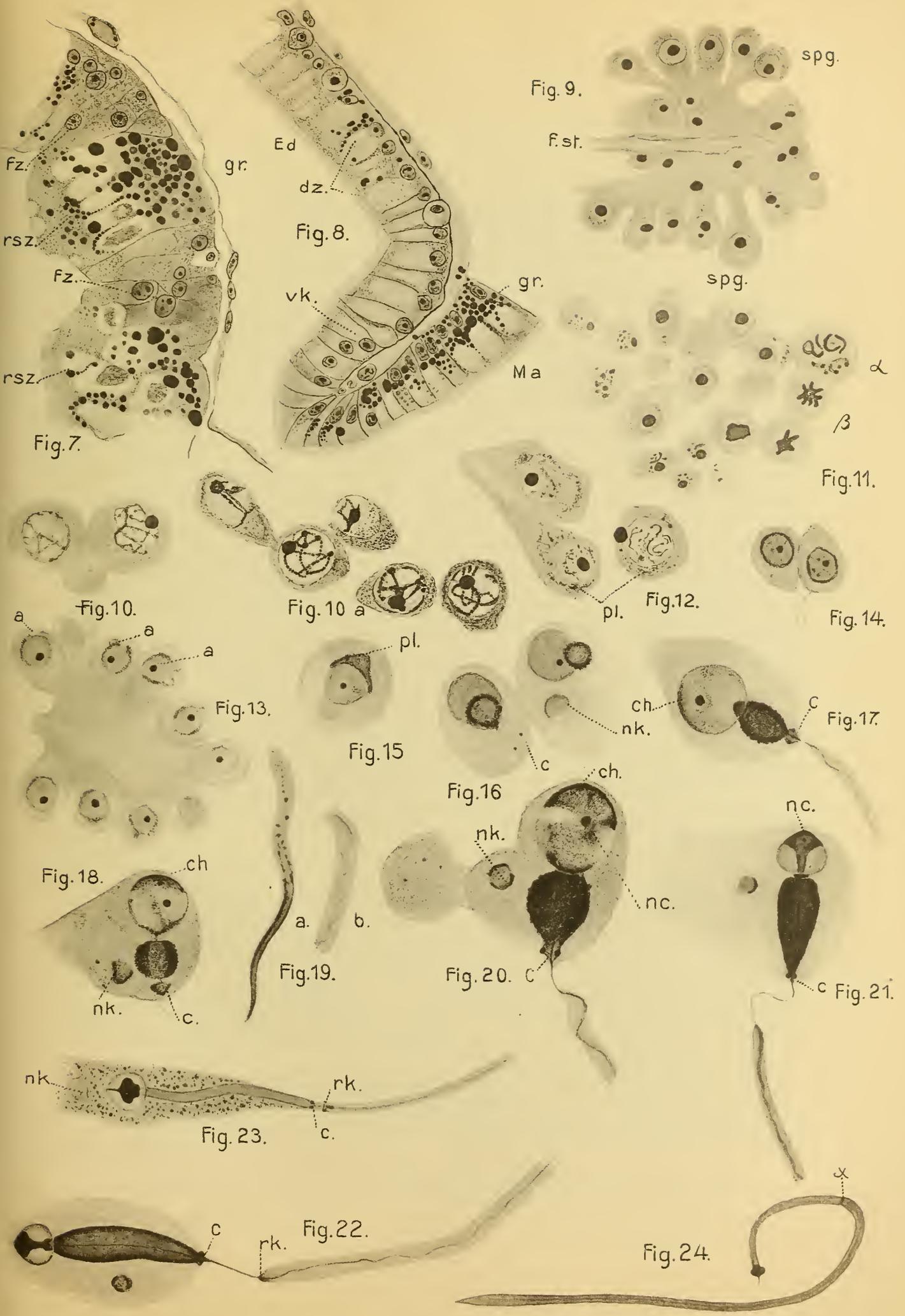
Tafel I.

- Fig. 1. Flimmerepithel aus dem Schlund (Epiglottis).
- Fig. 2. Flimmerepithel mit anschliessendem Plasmakolbenepithel aus dem Oesophagus (Längsschnitt); *ias* intracelluläres Sekret, *isp* intercelluläre Spalten, *pa* Parasiten, *plk* Plasmakolben, *vk* Vacuolen.
- Fig. 3. Flimmerepithel in genauerer Darstellung; *lm* Längsmuskeln, *rm* Ringmuskeln, *inf* intercelluläre Fasern.
- Fig. 4. Plasmakolbenepithel (Saffraninfärbung); *bg* Bindegewebe, *plk* Plasmakolben, *vk* Vacuolen.
- Fig. 5. Magen mit Ringfalte; *gr* Granula, *rf* Ringfalte, *rm* Ringmuskeln, *va* Vacuolen (Längsschnitt).
- Fig. 6. Magenzellen ausser Tätigkeit (Querschnitt); *fz* Furchenzellen, *pln* Plasmanetz der Granulazellen.
- Fig. 7. Dasselbe; *gr* Granula in Tätigkeit, *fz* Furchenzellen, *rsz* resorbierende Zellen.
-

Tafel-Erklärung.

Tafel II.

- Fig. 8. Magenübergang in den Enddarm; *Ma* Magenteil, *Ed* Enddarm, *dz* Drüsenzellen
gr Granula, *vk* Vacuolen.
- Fig. 9. Spermatogonien (*spg*) des Funiculus.
- Fig. 10 und 10a. Kernfaden in Spermatoocyten.
- Fig. 11. Zellteilungsstadien; α 8 Chromosomen, β je 4 in den Tochterzellen.
- Fig. 12. Erstes Auftreten der Plastosomen (*pl*).
- Fig. 13. Ansammlung der Plastosomen um den Kern; Abschnürung des Nebenkernes (in α).
- Fig. 14. Plastosomenring um den Kern.
- Fig. 15. Abgleiten des Ringes (*pl*) zur Bildung des Halsstückes.
- Fig. 16. Kugelform des Plastosomenhaufens; Nebenkern (*nk*) und Centrosomen (*c*).
- Fig. 17. Spermatische mit Schwanzfaden; Chromatin am oberen Kernrande; *c* Centrosom,
ch Chromatinanhäufung.
- Fig. 18. Dasselbe in vorgerückterem Stadium.
- Fig. 19. a und b. Achsenfaden aus Plastosomen aufgebaut.
- Fig. 20. Dasselbe mit starken Chromatinwolken, die sich in
- Fig. 21. zur Hammerform verdichten; Streckung des Halsteiles; *nc* Nucleolus, *c* Centrosom.
- Fig. 22. Dasselbe; Auftreten des Retzius'schen Ringkörpers (*rk*).
- Fig. 23. Fast fertiges Spermatozoon noch im Cytoplasma, das stark granuliert, der Nebenkern kaum sichtbar (*nk*).
- Fig. 24. Entwickeltes Spermatozoon.
-



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Fortgesetzt: Mitt.der ArbGem. für Naturwissenschaften Sibiu-Hermannstadt.](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [65](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Arnold

Artikel/Article: [Histologie des Darmtraktes und Spermatogenese der Plumatella polymorpha Krpl. 34-48](#)