

Ein Beitrag zur Krebspermatogenese.

Von

S. Prowazek.

Mit Tafel XXV und einer Figur im Text.

Da die Spermatogenese des Flusskrebsses in der letzten Zeit unter Anwendung der neueren, vervollkommeneten Untersuchungsmethoden nicht mehr Gegenstand einer eingehenden Bearbeitung war, so sollte auch sie in meinem ursprünglichen Plan einer systematischen Untersuchung der Spermatogenese der Hauptformen der wirbellosen Thiere aufgenommen werden; leider wurde ich durch die Übernahme anderer Arbeiten in der Ausführung dieses Planes gestört, und da sich in der Folgezeit kaum die Gelegenheit darbieten wird, an die Lösung der gestellten Aufgabe heranzutreten, so soll hier nur die Reifungserscheinung der Krebspermatogenese, die ganz untersucht wurde, zur Darstellung gelangen.

I. Litteraturübersicht.

Die Spermatogenese des Flusskrebsses erfuhr zuerst von GROBBEN (1878)¹ eine sehr ausführliche und genaue Bearbeitung, wobei auch die ältere, vielfach zerstreute Litteratur über diesen Gegenstand sorgfältig zusammengestellt und besprochen wurde. Im Sinne unseres Themas interessirt uns zunächst die Angabe dieses Autors, dass neben den einzelnen Kernen der Spermatoblasten, die einen Kernkörper von bedeutender Größe und kugelig oder sphärischer Gestalt führen, noch ein kleiner halbkugelig Körper von mattem Glanze vorkommt, der bei Essigsäurezusatz zunächst gerinnt; ein analoger Körper, der vermuthlich einem Idiozom vornehmlich mit den Mitochondrien ent-

¹ C. GROBBEN, Beiträge zur Kenntnis der männlichen Geschlechtsorgane etc. Arb. aus dem zool. Inst. der Univ. Wien. Bd. I. 1878.

spricht, kommt nach GROBBEN auch beim *Eupagurus Prideauxii* und *Eriphia spinifrons* vor. —

Nächst GROBBEN beschäftigten sich die späteren Autoren in erster Linie mit der Umbildung der Spermatide in die fertige Spermie oder das Spermatozoon, so dass wir hier ihre Angaben übergehen können.

Nur M. NUSSBAUM¹ (1884) beschreibt in der Folgezeit in den Spermatogonien des Flusskrebses einen excentrischen, neben dem Kern gelegenen färbbaren Körper, der wohl dem Körper der Beschreibung GROBBEN's entspricht, und der bei der Ausbildung der Kernspindel verschwindet. NUSSBAUM schildert auch genauer die Theilung der Spermatogonien, die aber nach der Zeichnung zu schließen, eher schon Spermatocyten sein dürften.

SABATIER² untersuchte 1885 die Spermatogenese von *Astacus*, *Carcinus*, *Crangon*, *Pagurus*, *Seyllarus* und glaubt gefunden zu haben, dass aus den »Spermatogonien«, den Wandzellen des Hodenschlauches durch direkte Zelltheilung die sogen. Protospermatoblasten entstehen; auch RATH³ beschäftigte sich mit dem Theilungsproblem an unserem Objekt und suchte daran die Bedeutung der amitotischen Kerntheilung zu ermitteln (1891). 1892 machte LA VALETTE ST. GEORGE⁴ die Angabe, dass das Cytoplasma der ruhenden Spermatogonien feinkörnig ist, während das Caryoplasma körnig erscheint und in der Folgezeit rasch wächst (0,043 mm Längendurchmesser gegen 0,026 mm, und 0,038 mm Breitedurchmesser gegen 0,02 mm). Auch beschreibt der genannte Autor die sogen. Follikelkerne und die mitotischen Figuren der Bildungszellen; neben diesen findet man ihm zufolge in den Hodenabschnitten auch kleinere und größere Eier, die einen feinkörnigen Dotter, welcher das Keimbläschen in dichter Anordnung umlagert, besitzen und außerdem durch die Osmiumsäure sich stark schwarz färbende Kügelchen enthalten. »Offenbar sind jene Eier aus Spermatogonien hervorgegangen«, welche ihrem ursprünglichen Berufe untreu geworden sind. Von den Spermatogonien des Junihodens bemerkt er, dass die Karyomikrosomen chromatophiler, dicker werden,

¹ M. NUSSBAUM, Über Veränderungen der Geschlechtsprodukte bis zur Eifurchung. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIII. p. 202. 1884.

² A. SABATIER, Sur la spermatogénèse des Crustacées décapodes. Compt. rend. des s. de l'acad. d. sc. Tome C. p. 391. 1885. Nach Neapler Jahresber.

³ O. VOM RATH, Über die Bedeutung der amitotischen Kerntheilung im Hoden. Zool. Anz. XIV. Jahrg. 1891.

⁴ LA VALETTE ST. GEORGE, Über die Zwitterbildung beim Flusskrebs. Arch. für mikr. Anat. Bd. XXXIX. 1892.

häufig ein oder mehrere unregelmäßig geformte Körner hervortreten lassen, die sodann mit den übrigen durch feine Fäden netzartig verbunden sind.

Gelegentlich gedenkt auch BENDA¹ der Mitochondrien als einer kleinen Anhäufung von Körnern um das Archiplasma in einem nicht funktionirenden Hoden des Flusskrebsses; bei der Centrankörpertheilung bleiben sie von den Centrosomen durch die Archoplasmastanz getrennt und umgeben auf der Metakinese reichlicher die Seiten der Theilungsfigur.

II. Untersuchung.

Anfangs Juli findet man in den einzelnen Hodenabtheilungen des Flusskrebsses (*Astacus fluviatilis* Rond.) neben den schon mehrfach beschriebenen chromatinreichen und mannigfach gestalteten Nährzellen bezw. ihren Kernen, die sich sicherlich zum großen Theil auf amitotischem Wege (Fig. 1) vermehren, zunächst noch einzelne Ursamenzellen, deren Kern fast in allen beobachteten Fällen auf ein und demselben Stadium vor der eigentlichen Spindelbildung steht. Die einzelnen Kernschleifen sind zwar recht groß, jedoch ziemlich dünn, sowie U-förmig gekrümmt und mit ihren freien Enden in einer sehr charakteristischen Weise gegen die Kernmembran gerichtet. Das Plasma ist sehr dicht strukturirt und besitzt fast ein körniges Aussehen; meist seitwärts vom Kern, der Peripherie etwas genähert, bemerkt man Anhäufungen von auf diesem Stadium schon zerstreuten Mitochondrien, die oft recht dicht sind, so dass man gar nicht im Stande ist, die ihnen zu Grunde liegende Struktur wahrzunehmen (Fig. 2). Seitlich ruht das bekannte, später schwindende Idiozom.

Neben diesen Samenmutterzellen bemerkt man in einzelnen selteneren Fällen große Eizellen, die vermuthlich mit den Samenmutterzellen gleichzeitig aus den Ursamenzellen hervorgegangen sind (Fig. 4). Um den großen Kern dieser Zellen ruhen im Plasma in einer dichteren Zone von Protoplasmagranulationen unregelmäßig zerstreut dunkle, dichtere Substanzinseln mit noch dunkleren Granulationen — peripher findet man sodann meistens noch eine analoge, allerdings viel schwächer entwickelte Zone. Die Substanzinseln unterliegen oft einer Art von Vacuolisationsvorgang (der wie bei den Drüsengranulationen und Nucleolen vom Centrum aus erfolgt), worauf die

¹ BENDA, Vortrag: Weitere Mittheilungen über die Mitochondrien. VII. Sitzung am 10. Februar 1899. Verhandl. der Berliner physiol. Gesellschaft.

innere Körnelung peripher gedrängt wird und hier eine bestimmtere HE-Schwärzung hervorruft; indem nun mehrere derart veränderte Substanzinseln agglutiniren, entstehen oft Nebenkern-artige Gebilde mit dunkler Wabenstruktur. — Die hier besprochenen Granulationen entsprechen wohl den Mitochondrien der primären Ursamenzellen, während die Substanzinseln mit ihrem weiter in eigener Weise veränderten Gerüstplasma, das die Mitochondrien führt, zu vergleichen sind (Fig. 4).

Anfangs Juli findet man zumeist nur erste und zweite Spermatoocyten sammt den zugehörigen Kerntheilungsstadien, wogegen die meisten Ursamenzellen sich nicht mehr weiter entwickeln, sondern degeneriren. Dieser Degenerationsvorgang nimmt nun folgenden Verlauf:

1) Zuerst treten in der Nähe der deutlicher ausgebildeten und selbst bei der ziemlich weitgehenden Degeneration noch persistirenden Zellmembran Vacuolen- und Lacunensysteme von diesen auf (Fig. 3).

2) Das Protoplasma zerfällt meistens in einzelne Portionen und wird sodann dicht körnig.

3) Das Chromatin des Kernes ballt sich entweder zusammen und zerfällt dann zu einzelnen dunklen Kugeln unter dem Bilde der Karyorrhesis, die von zahlreichen Degenerationen und carcinomatösen Entartungen bekannt ist, oder bildet in einigen selteneren Fällen eine Art von dunkler Gitterkugel, auch treten dabei noch feinere mit HE sich schwärzende Körnchen auf.

4) Die interessantesten Veränderungen erleiden zweifelsohne die Mitochondrien, die entweder in einigen selteneren Fällen in der Zelle weithin vertheilt werden oder sammt ihrem Mitochondriengerüstplasma, das den sogen. Mitochondrienkörper bildet, direkt auf folgende Weise degeneriren: Zunächst wird die ihnen spezifische Gerüstsubstanz auf einzelnen Stadien ungemein deutlich, — und bildet sodann ein korbartiges Flechtwerk, an dessen Knotenpunkten die nun zusehends dunkler sich tingirenden Mitochondrien ansitzen (Fig. 3, 7, 8, 9). Ist der Mitochondrienkörper kugelförmig gestaltet, so kommen in Folge der vielfachen Durchschneidungen des Gerüsts zierliche Figuren zu Stande (Fig. 7), die der Zeichnung mancher Uhrgehäuse ähnlich sind, und auch manchen organischen Gebilden z. B. Zähnen, Borsten etc. im Querschnittsbilde zukommen. Später wird durch die Resorption der einzelnen Querverbindungen das Gerüstwerk weitmaschiger und schwärzt sich mit HE unter dem Einfluss der sich nun auch verändernden Mitochondrien (Fig. 9), ja auf einzelnen seltener wahrnehm-

baren Degenerationsstufen agglutiniren die Mitochondrien so dicht zusammen, dass sie einzelne schwarze, verschieden geschlungene Fäden bilden, die aus dem runden oder kappenförmigen Mitochondrienkörper in der Weise entstanden sind, dass in ihm die Querverbindungen vernichtet wurden, er selbst zunächst einen schalen- oder wirbelartigen Aufbau gewann (Fig. 10), worauf durch dessen successive Auflösung die besprochenen Mitochondrienfäden zu Stande kamen (Fig. 11).

Eine Agglutination von Granulationen zu Fadengebilden beobachtete ich auch einmal in einer am Objektträger unter dem Deckglase zu Grunde gehenden Chromatophorenzelle der *Eledone moschata*. — Von diesen hier besprochenen Degenerationsstadien nimmt die Zelldegeneration einen etwas unregelmäßigen und verschieden gearteten Verlauf an. Der gesammte Zellinhalt coagulirt schließlich zu einem undeutlichen Ballenkörper, von dem sich oft recht lange die Zellmembran abhebt und der sich nur von der Peripherie aus etwas dunkler färbt.

Zellen, die schon auf dem Spindelstadium standen, degenerirten in ähnlicher Weise, nur dass die Spindelfasern auffallend lange erhalten waren, wogegen das übrige Plasma schon eine dichte, undeutlich körnige Beschaffenheit annahm (Fig. 5, 6). In den degenerirenden Ursamenzellen bildeten die sich verkürzenden, stellenweise angeschwollenen Kernschleifen merkwürdigerweise zuweilen derartige Schlingen und Ringe, die von dem heterotypischen Theilungsmodus her bekannt sind. Auch bei den seltener degenerirenden Spermatocyten bleiben die Spindelfasern in auffallender Weise lange Zeit unversehrt (Fig. 6), eine Erscheinung, die für eine bestimmt geartete, solidere thatsächliche Fadennatur der »Spindelfasern« spricht. In diesem Sinne sind auch die folgenden Beobachtungen zum Theile zu deuten:

I) Bei der Befruchtung des Seeigeleies und verschiedener anderer Objekte werden die Strahlen in Folge ihrer beständigeren Natur bei der Wanderung des Spermacentrums wirbelartig umgebogen (vgl. Zoolog. Anz. Bd. XXIII, 618, Versuche mit Seeigeleiern).

II) Analoge weitgehende Umbiegungen und Knickungen der Strahlen können auch künstlich im Seeigelei durch behutsam aufgelegte Baumwollfäden und hernach erfolgende Pressung erzielt werden.

III) Nach der erfolgten Theilung bleiben sowohl die Pol- oder Radiärfasern, als auch die Centrifasern noch für eine Zeit lang erhalten, die letzteren persistiren sogar längere Zeit in der

Gegend der sogen. Spindelplatte oder des Spindelschnürringes, die ersteren werden zuweilen aber in der Gegend des Centrosoms gelöst, etwas gebogen und liegen sodann als solidere Elemente seitlich von den zusammengerafften Centrifasern (Fig. 35). —

Die aus der Theilung der Samennutterzellen hervorgegangenen Zellen verharren zunächst eine Zeit lang in Ruhe; ihr Protoplasma ist weitmaschig licht, der Kern später ziemlich groß (Fig. 12, 13), nächst diesem fällt zuerst seitlich ein Gebilde — der Mitochondrienkörper auf, an dessen Aufbau sich folgende Bestandtheile betheiligen:

1) ein dichtes undeutliches, spezifisch geartetes Gerüstplasma; 2) die in diesen Zellen anscheinend etwas veränderten Mitochondrien, die feiner, rundlicher sind und mit HE einen zarten bläulichen Farbenton annehmen; 3) dazwischen ist ein Hygroplasma, das sich stellenweise zu einzelnen Lacunen sammelt, aus denen schließlich unter Umständen ganze Kanäle hervorgehen können (Fig. 15).

Das Aussehen des Mitochondrienkörpers ist sehr mannigfaltig, entweder bildet er eine nebenkernartige Kugel, in der die Mitochondrien bisweilen wirbel- oder schalenartig angeordnet sind — oder er hat die Gestalt einer Calotte, die sich zu beiden Seiten des Kernes noch weiter ausdehnen kann, so dass zuweilen dieses Gebilde, das in sich sodann einen langen Kanal birgt, fast den ganzen Kern sichelförmig umgreift (Fig. 15 *c, e*); in einzelnen Fällen fragmentirt auch noch diese Mitochondriensichel. Ab und zu trifft man in den besprochenen Zellen noch in der Nähe des Mitochondrienkörpers ein dunkles sphärisches Gebilde, das man mit dem Idiozom vergleichen könnte. Das Centrosoma ist auf diesem Stadium nur selten mit Sicherheit aufzufinden, da die Mitochondrien meist die Klarheit des mikroskopischen Bildes stören (Fig. 15 *b, e*).

Vor der ersten Reifungstheilung spielen sich im Kern folgende Vorgänge ab:

1) Die mit HE sich schwärzende chromatische Substanz ist anfänglich unregelmäßig vertheilt und sammelt sich meist an zwei Stellen zu nicht scharf umschriebenen, nucleolenartigen Körpern an (Fig. 12).

2) Sodann erfährt sie eine weitgehende feine, fast »staub«-artige Vertheilung; der Kern erscheint durch diesen Vertheilungsvorgang sehr dunkel (Fig. 17, 18).

3) Bald treten die Körnchen zu einzelnen nach der einen Dimension stärker entwickelten Gruppen zusammen (Fig. 18, 19, 20).

4) Es bilden sich durch eine weitere, analog geartete Verdichtung meist S-förmig gekrümmte, manchmal terminal spitz auslaufende Kernstäbchen aus, deren Oberfläche zuerst gezackt und uneben ist (Fig. 19, 20).

5) Später verdichten sie sich, werden breiter und gerader; an einzelnen seltenen Stellen kann man eine Andeutung einer Längsspaltung wahrnehmen (Fig. 21, 22).

6) Die Verdichtung schreitet beständig vor; die Zahl der Elemente ist sehr groß, sie dürfte nach den verschiedenen Zählungen auf diesem Stadium 58 (Doppelemente) betragen, doch ist man nicht in der Lage, sie mit völliger Sicherheit angeben zu können.

Auf diese Weise wird die Relation zwischen der Zahl und der Masse der chromatischen Kernsubstanz in so fern geändert als zwar die erstere Größe konstant (Doppelemente) bleibt, die Masse selbst aber auf ein geringeres Volumen zusammengedrängt wird.

Nach der maximalen Verdichtung kommt nun die Längsspaltung, sowie die Querfurchung des ursprünglichen Doppelementes besser zum Ausdruck, und man erhält auf diese Weise recht deutliche Bilder von Vierergruppen (Fig. 22—26), die anfangs noch durch starrere Kernfäden zusammenhängen (Fig. 23). Vor der eigentlichen Spindelbildung lockert sich der Mitochondrienkörper auf und es kommen so lockere Mitochondrienfäden mit den diesbezüglichen angelagerten Granulationen um den Kern herum zum Vorschein.

Wegen der großen Zahl der Kernelemente ist nach der Auflösung der Kernmembran die Entwicklung der Centralspindel nicht deutlich zu verfolgen, die übrigen Stadien der Spindelbildung, auf denen die Natur der Vierergruppen oft überraschend deutlich ist, bieten aber nichts Merkwürdiges, von dem gewöhnlichen Theilungsmodus Abweichendes dar. Die erste Spermatocytenspindel besitzt eine fast sphärische Form, ihre »Zug«fasern sind sehr deutlich und scheinen besonders gegen die Chromosomen zu sich gleichsam in mehrere Fibrillen strahlenartig auszubreiten. Auf einigen Zwischenstadien sind sie gegen die Chromosomen zu mit HE leicht bläulich gefärbt, wogegen sie gegen das Centrosom hin ein fast homogenes Aussehen gewinnen.

Am stärksten und am dichtesten sind die Radiärstrahlen auf dem Stadium der ersten Trennung der äquatorialen Doppelchromosomen ausgebildet, wogegen die Centralspindel auffallender Weise sehr undeutlich ist (Fig. 30), aber schon auf dem Stadium der Fig. 31 an Deutlichkeit gewinnt. Hier kann man gerade an den

Centralspindelfasern in der Region der künftigen trennenden Zellmembran vielfach folgende interessante Erscheinung wahrnehmen: Die Fasern sind in dieser Gegend leicht nach außen gewellt und agglutinieren mit der Zellmembran (Fig. 31, 32), die sie oft geradezu an sich zieht. Die beiden Faserarten stehen in einem correlativen Verhältnis zu einander.

Es giebt verschiedene Stadien im Zellplasma, auf denen verschiedene aktive als auch passive Gebilde agglutinieren, — Erscheinungen, die man aber eben wegen ihrer Heterogenität wohl auseinander halten muss. Solcher Stadien wurde auch schon oben bei Gelegenheit der Mitochondrienbesprechung gedacht. Auch die Entstehung der Vierergruppen mag auf derartige Momente zurückgeführt werden. STOLC giebt bezüglich der *Pelomyxa* gleichfalls an, dass die Aushungerung ihres Protoplasmas zur Agglutination der Kerne und Glanzkörperchen führt; beim Absterben der Chromatophoren der *Eledone* wurden schon früher ähnliche Fälle erwähnt. In $\frac{1}{2}$ —1%igen Ätherlösungen agglutinieren vielfach die Zellkerne der *Bryopsis plumosa*. — Sobald die Anfangs ungemein dicht in der Form von zwei Kernplatten centrosomwärts wandernden Chromosomen sich etwas aufgelockert haben und die terminale Strahlung undeutlicher geworden ist, lösen sich die Fasern der Centralspindel, die möglicherweise im Zusammenhang mit den Zugfasern von dieser etwas Substanz übernommen haben, von ihren beiderseitigen centrosomalen Insertionsstellen ab und auf den Gegenseiten der beiden etwas sichelförmigen Tochterplatten kommt nun ein heller Hof, der vermuthlich vom Kernsaft gebildet ist, zum Vorschein (Fig. 32). Eine Kernmembran bildet sich erst später aus. Die beiden Tochterkerne sind Anfangs vollkommen platt (Fig. 31—33), die Chromosomen sind mehr gegen die Centrosomen gehäuft, wogegen an den Gegenseiten Stellen reichlicherer Kernsaftansammlungen, die nur von wenigen Fäden achromatischer Substanz überquert werden, konstatiert wurden. Auf späteren Stadien der Ausbildung der neuen Kerne umgreifen diese wie ein eingedrückter Gummiball das Centrosom, indem sie durch die stetig vordringende Zellmembran als durch eine vis a tergo gegen das seine centrirende Thätigkeit in der Zelle noch nicht recht aufgebende Centrosom gedrängt werden (Fig. 32); später wird aber diese Delle durch den in reichlicherer Weise abgeschiedenen Kernsaft ausgeglichen. Inzwischen werden die übrigen Strukturen fibrillärer Natur mit Ausnahme des äquatorialen Theiles der Centralspindel zusehends undeutlicher, obzwar vielfach noch neben dem Spindel-

schnürring einzelne starre Radiärfasern (Fig. 35), die durch die Abrundung des Tochterantheiles der Zelle geknickt und verlagert wurden, längere Zeit erhalten bleiben. Mit der vordringenden Membranausbildung nimmt im Äquator eine Oberflächenspannungszunahme zu, während von den Polen eine Art von Ausbreitung erfolgt. Die Substanz der Centralspindel strömt oder verdichtet sich auch mehr im Äquator, wo sie der Zellmembran anliegt, und hier bildet sich zunächst eine leichte, nachdunkelnde Stelle an jeder Faser aus, die sich später distinkter schwärzt (Fig. 36 *a—c*), und beim stetigen Vordringen der Membran mit ihren Nachbarpunkten zu einem Ringkörper zusammengerafft wird, von dem schließlich nur einzelne Fasern ausgehen, die auch zu einem Stübchen agglutiniren (Fig. 36 *c*). Vielfach kam es mir vor, als ob dieser schwarze Zwischenkörper später ausgestoßen und der Zellmembran außen anhaften würde.

Bei den meisten Theilungen scheint eine theilweise innere Umordnung des centrirenden Poles in der Zelle zu erfolgen, wenigstens konnten derartige Vorgänge früher bei der Spermatogenese der Weinbergschnecke erschlossen werden; einmal wurde auch vital eine Zelltheilung in einem Salamanderepithel verfolgt, und auch hier erfolgte, wie man aus der Vertheilung des Pigmentes erschließen muss, eine Wanderung des centrirenden Theilungspunktes um etwa 30° gegen die freie Epithelfläche. Wanderungen der Centrosomen wurden bei der Entwicklung verschiedener Thiere von JENNINGS, CONKLIN, ZUR STRASSEN, bei der Epitheltheilung von ZIMMERMANN, CUENOT, COHN, LENHOSSÉK, HEIDENHAIN, BALLOWITZ etc. beobachtet. In den Epithelien des Rectumcarcinoms steht oft die Spindel senkrecht, statt eine horizontale Lagerung einzunehmen, doch erfolgt nachträglich eine Wanderung und Verschiebung, da derart, wie AMANN jun. angiebt, keinesfalls mehrschichtige Epithelien entstehen.

Kernrotationen giebt für die Spermatocyten-theilungen des Salamanders MEWES an und bei *Crepidula* wandert nach CONKLIN sogar das periphere Protoplasma des Eies. Beim *Astacus* kann man derartige Drehungen sowohl aus der oft schiefen Lagerung des agglutinierten Centralspindelrestes, der durch den Zwischenkörper fixirt ist, als auch aus Bildern, von denen eines in der Textfigur zur Darstellung gelangte, erschließen.

Manchmal erfolgt diese eine Art von Drehung etwas frühzeitig, wodurch die Centralspindel gleichsam tordirt wird (Fig. 34).



Die aus der ersten Spermatocytentheilung hervorgegangenen Kerne haben sich inzwischen abgerundet, ohne aber ein vollständiges Ruhestadium anzutreten, obzwar sich das Chromatin an der Peripherie der früher kompakten Theilchen etwas aufgelockert hat (Fig. 38). Dieses Stadium löst dann die zweite Spermatocytenspindel ab, in der offenbar eine Quertheilung der Chromosomdoppel-elemente erfolgt; sie hat keine derart tonnenförmige Gestalt (Fig. 39), wie die erste Spermatocytenspindel. Um das Centrosom treten Körnchenanhäufungen auf, — die erste Anlage des Idiozoms (später Urne).

Bei unserer Betrachtung wurden bis jetzt die Mitochondrien und ihre weiteren Schicksale nicht berücksichtigt: — Sie zerstreuten sich zunächst auf den Mitochondrienfäden um die Spindel herum und nahmen gegen das Centrosom zuerst eine hofartige (Fig. 16), sodann aber eine immer mehr centrirte Anordnung (Fig. 29) ein, und wurden durch die erfolgende Zelleibeinschnürung auf die beiden Tochterzellen derart vertheilt, dass zwar ein Theil oben, ein anderer Theil aber unterhalb des Kernes zu liegen kam (Fig. 31—37), worauf sie sich successive entweder frühzeitig zu einem dem früheren analogen, mit einer centralen hellen Stelle versehenen Mitochondrienkörper zusammenballten (Fig. 37) oder um den Kern herum eine mehr sphärische Anordnung annahmen. Im Übrigen sei rücksichtlich der Details der Vertheilung der Mitochondrienkörner auf die Figuren selbst verwiesen. — Machen wir den Versuch, einen Vergleich in Bezug auf das Verhalten dieser Granulationen während der Zelltheilung mit der Anordnung bekannter vielfach schon studirter Granulationseinschlüsse anzustellen, so werden wir zunächst auf das Verhalten der Pigmentkörnchen während der Mitose durch die Natur der Sachlage gleichsam von selbst aufmerksam gemacht; in diesem letzteren Sinne können wir uns völlig von den Angaben ZIMMERMANN'S leiten lassen; die Pigmentkörnchen sammeln sich zuerst an der Zellperipherie an, sobald sich aber die Tochtersterne ausbilden, werden die Polfelder völlig frei von Pigment und die ganze Pigmentmasse sammelt sich im Äquator an, um hier genau halbirt zu werden. Schon diese Angabe und ein Blick auf die zu dieser Arbeit zugehörige Tafel belehren uns, dass die Mitochondrien sich von den Pigmentkörnchen in manchem Punkte während der Karyokinese der Zelle unterscheiden. Sie liegen zwar auch während der Mitose außerhalb der Spindel- und Polfasern, rücken jedoch mehr gegen die Pole vor und werden nur durch einen schmalen Grenzbezirk von den Centrosomen abgehalten. Die Mitochondrien sind rücksichtlich ihres Verhaltens eher den Körn-

chen, die A. FISCHER in Echinodermeneiern durch Vitalfärbungen mit dem Neutralroth während der Furchung zur Darstellung gebracht hat, ähnlich; sie sind nämlich Granulationen, die in Bezug auf ihre Vitalität eine höhere Dignitätsstufe als die fertigen Pigmentkörner einnehmen, die einfach in den sich verbreiternden Plasmamaschen und -Waben ruhen und in der Richtung des geringsten Druckes ausweichen, während die Mitochondrien mehr oder weniger zu Fäden aggregirt sind und die Chondromiten bilden, sowie zu den sich auf die Tochterzellen vertheilenden festen Plasmabestandtheilen eine größere Affinität besitzen.

Aus allen bis jetzt gelieferten Untersuchungen geht hervor, dass die Mitochondrien den Cytomikrosomen von LA VALETTE ST. GEORGE entsprechen und, durch eine agglutinirende Wirkung, die entweder von ihnen oder von dem umgebenden Protoplasma ausgeht, sich vielfach zu dem sogen. Nebenkern zusammenballen; in der Folgezeit geben sie Anlass zur Ausbildung von intracellularen Fadenstrukturen, die bei der fertigen Spermie oft mächtig in die Länge wachsen und die Umhüllung des Schwanzfadens darstellen. Auf Grund dieser ihrer fadenbildenden Eigenschaft könnte man sie mit jenen Granulationen vergleichen, die durch ihre Aggregation Bindegewebsfibrillen (FLEMMING) oder Muskelfibrillen (GODLEWSKI) aus sich hervorgehen lassen. Beim *Astacus* häufen sie sich nur in der Art eines Flechtwerkes um die Urne (Idiozom) an, und umgeben auch den überaus platten dunklen, durchlochten Kern.

Manchmal findet man in den einzelnen Hodenfollikeln unter der großen Menge von gewöhnlichen Spermatozyten große verhältnismäßig protoplasmaarme Zellen mit sehr viel Chromosomen, deren Zahl sicherlich die Normalzahl übersteigt (Fig. 14), ihr ferneres Schicksal blieb mir unbekannt, — sie mögen hier als Riesenspermatozyten ihre ganz besondere Erwähnung finden.

Frankfurt a. M., November 1901.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXV.

- Fig. 1. Direkte Theilung eines Kernes der Cysten- oder Nährzelle.
 Fig. 2. Ursamenmutterzelle vor der Theilung. Idiozom und Mitochondrien.
 Fig. 3. Dasselbe; Beginn der Degeneration.

Fig. 4a. Eine Eizelle aus einem Hodenfollikel.

Fig. 4b. Die eigenartige Umformung der Einschlüsse in der Nähe des Kernes.

Fig. 5. Degeneration einer sich theilenden Samenmutterzelle (heterotypische Bilder).

Fig. 6. Dasselbe. Spermatocyte.

Fig. 7 u. 8. Beginn der Degeneration des Mitochondrienkörpers.

Fig. 9—11. Ältere Degenerationsstadien.

Fig. 12 u. 13. Samenmutterzelle vor der Vierergruppenbildung.

Fig. 14. Spermatocyte einer Riesenspermie.

Fig. 15. Verschiedene Formen der Ausbildung des Mitochondrienkörpers.

Fig. 16. Anordnung der Mitochondrien bei der Spindelbildung. Polansicht. Anfangsstadium.

Fig. 17 u. 18. Zerstreung des Chromatins vor der Vierergruppenbildung.

Fig. 19 u. 20. Doppelchromosomenbildung.

Fig. 21—26. Vierergruppen. Fig. 22. Kern oben (untere Calotte) abgeschnitten.

Fig. 27—33. Erste Spermatocytentheilung.

Fig. 34. Frühzeitige Drehung der Spindel. Torsion der Centralspindel.

Fig. 35. Resultat dieser Theilung. Neben der zusammengerafften Centralspindel noch erhaltene Radiärfasern.

Fig. 36a, b, c. Ausbildung des Spindelschnürringes.

Fig. 37 u. 38. »Ruhestadium« zwischen der ersten und zweiten Spermatocytentheilung.

Fig. 39. Zweite Spermatocytenspindel.

Sämmtliche Figuren sind mit LEIZ M, Oc. 4, Öl-Imm. 1/12, Tubuslänge 17 gezeichnet.



Fig. 1.

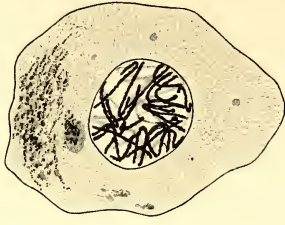


Fig. 2.

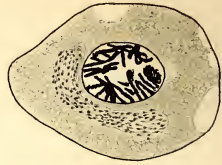


Fig. 3.



Fig. 7.

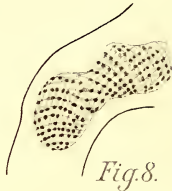


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

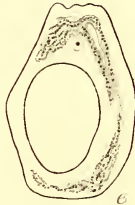


a



a

Fig. 15.



c



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig.



b



c

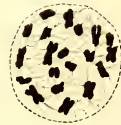


Fig. 23.



Fig. 24.

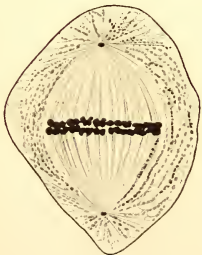


Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.



Fig. 32.



Fig. 33.

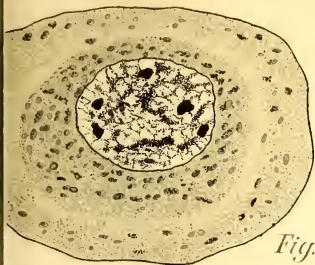


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 4. a.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig. 22.



Fig. 28.



Fig. 25.



Fig. 26.

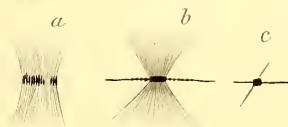


Fig. 36.

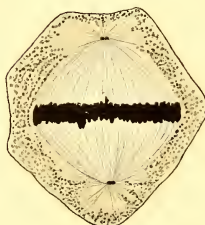


Fig. 27.



Fig. 38.



Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 37.



Fig. 39.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

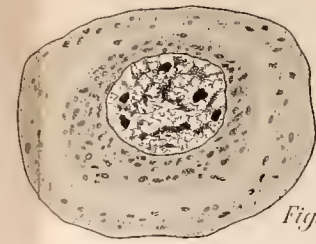


Fig. 4.

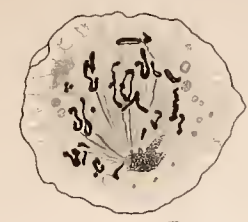


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.

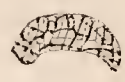


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig. 22.



Fig. 28.



Fig. 23.



Fig. 24.



Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 26.

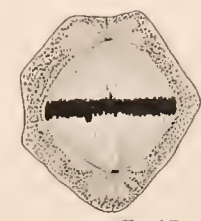


Fig. 27.



Fig. 38.



Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.



Fig. 32.



Fig. 33.



Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 37.



Fig. 39.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Prowazek S.

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur Krebspermatogenese 445-456](#)