

# ÜBER DIE FRÜHEREN STADIEN DER ENTWICKLUNG DER EIER BEI ASCARIS MEGALOCYPHALA, MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF DIE PROTOPLASMASTRUKTUR.

Tafel VI—IX.

In seiner berühmten Arbeit vom Jahre 1890 über den Vergleich der Ei- und Samenbildung bei *Ascaris megaloccephala* hat OSKAR HERTWIG<sup>1)</sup> sowohl seine eingehende Untersuchung der feineren Verhältnisse hinsichtlich der Samenbildung bei diesem Nematoden beschrieben, als auch in einem besonderen Kapitel die Eibildung bei demselben geschildert. Nachdem er hierbei betont hat, dass schon durch eine Reihe von Arbeiten von VAN BENEDEN, BOVERI, CARNOY und VAN GEHUCHTEN, NUSSBAUM, ZACHARIAS und KULTSCHITZKY die für das vorliegende Problem nötigen Tatsachen betreffs der Bildung der Richtungskörper und der Befruchtung genügen, hebt er hervor, dass dies nicht für den früheren Bildungsprozess der Eier gilt. »Anders liegt es dagegen«, sagt er also, »mit den *ersten* Entwicklungsstadien der Eizelle, welche merkwürdiger Weise von den meisten Forschern ganz unberücksichtigt gelassen worden sind. Hier war eine Lücke auszufüllen und das Material zur Vergleichung durch neue Untersuchungen herbei zu schaffen.«

An der bilateralen unverzweigten Eierstocksröhre unterschied HERTWIG, wie an der unilateralen Hodenröhre, drei Abschnitte: die *Keimzone* mit den Ureiern, die *Wachstumszone* mit den sich vergrößernden, aber in absoluter Ruhe befindlichen, sich nicht teilenden Eiern und schliesslich die *Teilzone*, während welcher in den Eiern die zweimalige Bildung der Richtungskörper (und die Befruchtung) vorsichgeht, und das Übertreten derselben aus dem Eileiter in die Gebärmutter geschieht. Beim näheren Vergleich der Prozesse in der Eierstocksröhre mit derjenigen der Hodenröhre fand HERTWIG im ganzen ziemlich übereinstimmende Verhältnisse. In beiden finden sich in der Mittenachse je eine längsverlaufende, mit vier ausschliessenden Seitenlamellen versehene protoplasmatische Rhachis, an welcher die Geschlechtszellen angehängt sind, und die im Eierstock protoplasmareicher ist. Die kleinen Ureier sind von Ursamenzellen nicht zu unterscheiden; im Zustand der Ruhe zeigt der bläschenförmige Kern ein Liningerüst, in dem grössere und kleinere Chromatinkügelchen eingebettet sind; in seinen Maschenräumen liegen gewöhnlich zwei kleine, echte Nukleolen; beim Übergang in den tätigen Zustand bildet sich ein feiner Chromatinfaden aus und durchsetzt in vielen unregelmässigen Windungen den Kernraum. In dem Spindelstadium ist auf das klarste der Nachweis zu führen, dass man zwei verschiedene Arten, resp. Varietäten von *Ascaris megaloccephala*, die *univalens* (Typus VAN BENEDEN) mit stets nur *zwei* langen, stark gewundenen Fäden und die *bivalens* mit stets *vier* Fäden zu unterscheiden hat; die Ureier der *Asc. meg. bivalens* sind übrigens auf dem Teilungsstadium von mehr als doppelter Grösse als die der *Asc. meg. univalens*.

In der *Wachstumszone*, wo die Teilprozesse ganz aufgehört haben, verdickt sich die zentrale Rhachis mit den von ihr ausgehenden kurzen Lamellen bedeutend, wodurch die kleinen Eizellen an die Röhrenoberfläche gedrängt

<sup>1)</sup> OSKAR HERTWIG, *Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen.* Archiv für mikrosk. Anatomie. 36. Band, 1890.

werden, einem mehrfach geschichteten Pflasterepithel gleichend. Indem die Eier durch Ausbildung von Dottermaterial an Grösse rasch zunehmen, ordnen sie sich mehr und mehr in einer einfachen Lage um die Rhachis an und gewinnen die Form von langen Kegeln, die mit ihrer Basis an der Oberfläche der Eiröhre beginnen und mit ihrer Spitze nach innen gerichtet sind; sie sehen dann wie ein riesiges Zylinderepithel aus; hierbei vergrössert sich auch der bläschenförmige Kern und legt sich in der Nähe der äusseren, basalen Partie des Zellkegels; die chromatische Substanz hat sich zu einem Klumpen zusammengezogen, und daneben findet sich ein echter Nucleolus mit Paranucleinreaktionen.

Den Beginn der *Reifezone* verlegt HERTWIG an die Stelle, wo sich die Eier von der Rhachis abzulösen im Begriffe sind, was man an Querschnitten durch die Lageveränderung des Kerns von der Basis nach der Mitte des Eies zuerst erkennt, wobei auch das Ei kürzer und breiter wird und sich sowohl von den Nachbarn als von der Rhachis löst und allmählich eine ovale Form annimmt; der Nucleolus ist noch nachweisbar und mit einer kleinen Vakuole im Innern versehen; was später aus ihm wird, wurde nicht weiter verfolgt; ebenso auch nicht die Entstehung der chromatischen Elemente aus der chromatischen Substanz; diese Elemente sind am deutlichsten zu erkennen, wenn die Befruchtung erfolgt ist und die Keimmembran sich aufgelöst hat; sie sind jetzt den entsprechenden Gebilden der Samennutterzellen ausserordentlich ähnlich, kurze, gekrümmte Stäbchen, deren Zahl bei *Ascaris meg. bivalens* acht ist, von denen je vier zusammenliegen und, wie CAENOY meint, vier Elemente repräsentieren, während BOVERI jedes der beiden Bündel als ein chromatisches Element deutet. Auf späteren Stadien der Richtungskörperbildung werden die Elemente kürzer und dicker.

Was nun den Vergleich der Eier und Samenzellen in der *Wachstumszone* betrifft, sind zwar Verschiedenheiten in der Anordnung vorhanden, indem sich die Eier viel mehr vergrössern und dabei in einfacher Lage um eine zentral gelegene Rhachis gruppieren, während die viel kleiner bleibenden Samenzellen den zahlreichen Rhachislamellen mit Protoplasmafäden aufsitzen, wobei sie in vielen Schichten nebeneinander die Hodenröhre ausfüllen. Wichtiger sind aber die übereinstimmenden Merkmale, welche die entsprechenden Abschnitte der Ei- und Hodenröhre als gleichwertig erscheinen lassen. Erstens hören beiderlei Geschlechtszellen fortan vollständig auf, sich noch weiter auf dem gewöhnlichen Wege der indirekten Teilung zu vermehren, indem sie in ein Stadium absoluter Ruhe eintreten. In den Eiern erfolgt in diesem Stadium die starke Substanzzunahme auf dem Wege der Ernährung. Die bläschenförmigen Kerne vergrössern sich in beiden Geschlechtern erheblich und zeigen dabei in der Anordnung der chromatischen und achromatischen Substanzen Veränderungen, für deren Bedeutung uns noch das Verständnis fehlt. Dann treten beide Geschlechtsprodukte in eine letzte, wohl charakterisierte Entwicklungsperiode ein. Beim *Hoden* vollzieht sich dieselbe in der *Teilzone*. Weil in der betreffenden Abhandlung HERTWIG's gerade die Samenbildung das eigentliche Hauptthema seiner Untersuchung ausmachte, hat er auch die Verhältnisse der Elemente in der *Teilzone* sehr eingehend geschildert. Da aber für diese meine vorliegende Darstellung der Eibildung dies nur eine indirekte Bedeutung hat und ausserdem ein Bericht über seine an sich hochinteressanten Befunde hier zu viel Platz einnehmen würde, so muss ich mich darauf beschränken, als das Hauptresultat davon hervorzuheben, dass die zweimalige Teilung der Samenzellen während dieser Periode gleich nacheinander geschieht, wobei zwar eine indirekte Teilung des Kerns eintritt, aber zwischen den beiden Teilungsakten kein wahres Stadium der Ruhe vorhanden ist, und eine vollständige Teilung des Zellkörpers nicht eintritt, sondern nur eine Einschnürung desselben an der Mitte, wodurch er biskuitförmig erscheint. In den beiden *Ascaris*arten (Varietäten) ist der Teilungsprozess zwar im ganzen gleichartig, aber mit charakteristischen Differenzen, v. a. hinsichtlich der Chromatinteilung und der Chromosomenzahl. HERTWIG beschreibt auch eingehend das Verhalten der Polarkörperchen und ganz besonders auch die Vorstadien des Kerns vor der Teilung sowie die Ausbildung und das Verhalten der Dotterkörnchen. Zum Teil waren zwar diese Verhältnisse schon von VAN BENEDEN und JULIN berührt und besprochen, im ganzen hatten sie aber die feineren Phasen des Prozesses nicht bewältigen und deuten können. Ich komme übrigens unten in meiner Darstellung der Eientwicklung während dieser Periode auf die Angaben und Befunde dieser Forscher und v. a. OSKAE HERTWIG's mehrmals zurück.

Am weiblichen Geschlechtsapparat der Nematoden entsprechen, nach HERTWIG, in der *Teilzone* der Hodenröhre eben die Abschnitte, in welchen sich die Eier von der Rhachis ablösen und die Richtungskörper zu bilden beginnen, wobei sie gleichzeitig befruchtet werden. Dieser Vergleich bedarf, sagt HERTWIG, ausführlicher Begründung, denn auf den ersten Blick scheint gerade das Gegenteil von Übereinstimmung vorzuliegen. Die Samennutterzellen sind noch mit der Rhachis verbunden und liefern durch zwei aufeinander folgende Teilungen die Samenkörper, die dann erst frei zu werden beginnen. Die Eimutterzellen dagegen haben sich schon von der Rhachis getrennt

und sind durch den Eileiter in die Gebärmutter eingetreten; sie haben schon eine ovale Form angenommen und sind zur Aufnahme der Samenkörper bereit. Der Bildung der Polzellen scheint auf den ersten Blick in der Entwicklungsgeschichte der Samenkörper nichts zu entsprechen. Und doch liegt gerade hier der Punkt, wo die Vergleichung anzusetzen hat. In der Umwandlung der Samenmutterzellen in Samenzellen und in der Bildung der Richtungskörper liegt eine sehr auffällige Ähnlichkeit vor. »In beiden Fällen folgen unmittelbar auf einander zwei Kernteilungen, ohne dass dazwischen der Kern in den bläschenförmigen Zustand der Ruhe überginge, in beiden Fällen wird bei der zweiten Theilung die Anzahl der chromatischen Elemente auf die Hälfte der gewöhnlichen Zahl herabgesetzt.»

Aus seinen Befunden und Erörterungen zog nun HERTWIG u. a. den bedeutungsvollen Schluss, dass bei *Ascaris* den beiden Samentochterzellen Ei- und erster Richtungskörper entsprechen, dass den vier Samenkelzellen das reife Ei, der zweite Richtungskörper und die aus Teilung des ersten Richtungskörpers entstehenden zwei Kügelchen zu vergleichen sind, sowie dass die Richtungskörper den morphologischen Wert rudimentärer Eizellen haben.

Ich habe hier aus der Arbeit OSKAR HERTWIG's die obigen Sätze angeführt, weil sie auch für die Beurteilung meiner unten folgenden Befunde hinsichtlich der Teilungen des jungen *Ascariseies* besonders wichtig sind. Botreffs der mir in erster Linie vorliegenden Frage der Protoplasmastruktur dieser Eier finde ich aber in der Arbeit keine Anschlusspunkte die hervorzuheben wären. In der danach folgenden Literatur auf diesem Gebiete wurde zwar die Entwicklung der Spermien z. T. eingehend verfolgt und die Kenntnis derselben, auch in den früheren Stadien, erweitert, wie dies v. a. durch die Arbeit von A. BRAUER und einigen anderen Forschern geschah. Über die früheren Stadien der Entwicklung der Eier suchte ich aber in der späteren Literatur vergebens eingehendere Angaben, und dies sowohl hinsichtlich ihrer allgemeinen Ausbildung als auch ganz besonders bezüglich der Struktur ihres Zellkörpers resp. ihres Protoplasmas. Dasselbe gilt auch für die vor den Untersuchungen HERTWIG's veröffentlichten Arbeiten auf diesem Gebiete. Ich finde es deshalb nicht geeignet, diese Literatur hier ausführlicher zu besprechen, um so mehr als sie schon mehrmals zusammengefasst worden ist, und beschränke mich deshalb darauf, in der folgenden Darstellung hin und wieder einzelne Angaben der Autoren zu besprechen.

Was nun *meine eigenen Befunde* betrifft, so ist, wie ich schon betont habe und wie auch aus dem Titel dieser Abhandlung hervorgeht, ihr eigentliches Thema die *Protoplasmastruktur der Ascariseier*. Dabei ist es aber auch nötig, die verschiedenen Stadien der Ausbildung der Eier vom Anfang an zu besprechen. Ich kann aber dies in kurzer Abfassung tun, weil es schon von anderen Autoren, bald nur gelegentlich, bald eingehender, und dies letztere eben von OSKAR HERTWIG geschehen ist, und weil auf meine hier unten beigefügten vier Tafeln (Taf. VI—IX) hingewiesen werden kann.

Das zu diesen Untersuchungen angewandte Material bestand z. T. aus den von mir vor längerer Zeit hier in Stockholm gesammelten und in Sublimat fixierten Würmern, teils aus solchen in Carnoy'schem Gemisch fixierten Tieren, die ich in den letzteren Jahren von den Kollegen Herrn Prof. EMIL HOLMGREN in Stockholm, Herrn Dozent Dr. O. HOLMQVIST i Lund und Herrn Prof. Dr. M. C. DEKHUYZEN in Utrecht erhalten habe. Zur Färbung der Präparate wurde teils die M. HEIDENHAIN'sche, teils die EHRLICH-BIONDI'sche Methode benutzt.

In der Bezeichnung der verschiedenen Zonen der Eiröhre folge ich wesentlich O. HERTWIG, wende also die Benennungen *Keimzone*, *Wachstumszone* und *Teil- oder Reifezone* an. Von den beiden Varietäten des Tieres habe ich mich wesentlich an *Asc. meg. univalens* gehalten, da bei ihr das Verhalten der Chromosomen in dem Teilungsstadium sich leichter verfolgen lässt.

1. An den in der *Keimzone* befindlichen Eiern, den *Ureiern* nach O. HERTWIG, welche sich übersichtlich am besten an Querschnitten dieser Zone, der obersten, schmalsten Partie der Eiröhre (Taf. VI, Fig. 8; Taf. VII, Fig. 7) studieren lassen, erkennt man, dass sie eine wechselnde polygonale Form darbieten. Sie liegen nämlich hier zu verschiedenen gestalteten Gruppen vereinigt nach aussen von der mit in diesem Stadium recht stark verzweigten Seitenlamellen versehenen Rhachis gesammelt und haben durch den Druck gegen diese und die Wand der Eiröhre sowie gegeneinander polygonale Formen erhalten. Der relativ grosse Kern ist oval oder mehr weniger rundlich und enthält je ein, zuweilen zwei, Kernkörperchen; in Hämatoxylin färben sich diese Kernkörperchen schwarz, im Biondigemisch rot; die übrigen Körner, die des eigentlichen Chromatins, liegen in den Lininfäden in dem Kernsaft in verschiedener Weise zerstreut, oft an der Innenfläche der Kernmembran. In Hämatoxylin färbt sich das Chromatin schwarz, in Biondi rot. In dem verhältnismässig kleinen Zellkörper bemerkt man ein ziemlich reichliches Mitomgeflecht mit kleinen Körnchen in den Fäden (Taf. VI, Fig. 8), das sich in Hämatoxylin schwärzlich färbt und in Biondi rot wird. Hier und da trifft man nun in diesem Eizellgewebe einzelne Zellen, welche in

Teilungsstadien eingetreten sind, wie dies aus der Fig. 8 der Taf. VI und der Fig. 7 der Taf. VII ersichtlich ist. Man kann an demselben Schnitt bald mehr bald weniger zahlreiche solche Vertreter des Teilungsaktes, und zwar in verschiedenen Stadien desselben, finden. In Fig. 8 der Taf. VI sind vier derartige Eier und in Fig. 7 der Taf. VII ebenfalls vier solche sichtbar. In den Fig. 1—7 der Taf. VI und in den Fig. 1—3 der Taf. VII sind ebenfalls (in Biondifärbung) Teilungsphasen dieser Ureier, alle in noch verdoppelter linearer Vergrößerung, wiedergegeben, wie sie schon von HERTWIG geschildert wurden. In den Fig. 1—2 der Taf. VI findet man Spiremphasen, in den übrigen das Spindelstadium in verschiedenen Phasen, teils von der Seite (Fig. 3 und 4 der Taf. VI und Fig. 1 und 3 der Taf. VII), teils von den Enden, im optischen Querschnitt (Fig. 5—7 der Taf. VI und Fig. 2 der Taf. VII). In den Biondipräparaten (Taf. VII) treten die zwei bandförmigen, gewundenen Chromosomen durch ihre grüne Farbe schön hervor. Die Zentrosphären mit ihren Zentralkörpern und Strahlungen sind in den Seitenansichten der Spindelphasen deutlich ausgeprägt. Auch lassen sich hier und da unter den Eiern der Keimzone einzelne Übergangsphasen zu dem Teilungsstadium mittelst der Biondifärbung nachweisen; die Fig. 4 der Taf. VII gibt eine solche Phase wieder, in welcher noch das Chromatin in den verschieden grossen Kugeln die grüne Farbe darbietet; in Fig. 6 liegt offenbar auch eine solche Phase vor, in welcher, neben dem roten Nucleolus und den roten Lininfäden, das Chromatin stark grün gefärbt ist. In Fig. 5 der Taf. VII ist dagegen ein solches Urei in dem Ruhestadium, mit roten Chromatinkörnern in den Lininfäden, abgebildet, wie dies an den meisten Eizellen des Querschnitts der Eiröhre in Fig. 7 der Taf. VII zu sehen ist.

Von Interesse ist es also zu konstatieren, dass bei diesen jungen Eiern, den Ureiern, dasselbe Verhalten der Kernsubstanzen gegen die Biondifärbung herrscht, wie ich dies früher, im XVI. Bande dieser Biol. Unters. (1911), in den späteren Stadien der Eientwicklung, in den Richtungskörpern und den befruchteten Eiern, ausführlich geschildert habe.

Nach dieser kurzgefassten Darstellung der Verhältnisse in den Kernen der Ureier der Keimzone komme ich nun noch ein Mal zur Besprechung des Zellkörpers resp. der *Struktur* des *Protoplasmas* derselben zurück. In dem Protoplasma dieser Eier sieht man bei guter Färbung mit Hämatoxylin und nicht zu starker Differenzierung resp. Abfärbung der Präparate ein schönes, schwärzlich gefärbtes Mitomgeflecht von gewundenen, Körner oder Mikrosomen enthaltenden, feinen Fäden, welche durch die helle, scheinbar unstrukturierte Zwischensubstanz, das Paramitom oder die Interfilarmasse, voneinander getrennt sind. In Fig. 8 der Taf. VI ist, wie oben bemerkt wurde, diese Struktur in den Zellkörpern der Eier schon sichtbar. In den Fig. 1—7 derselben Tafel ist bei noch verdoppelter linearer Vergrößerung des Bildes das Mitomgeflecht noch deutlicher dargestellt, so wie es bei den stärksten Vergrößerungen des Mikroskopes nachweisbar ist. In den mit Biondigemisch gefärbten Präparaten färbt sich dies Mitomgeflecht rot, wie dies aus den entsprechenden Figuren (7 und 1—6) sichtbar ist, obwohl es in dieser Färbung gar nicht so deutlich hervortritt, wie an den gut gelungenen Hämatoxylinpräparaten.

2. In der *Wachstumszone* der Eiröhre treten, wie dies auch OSKAR HERTWIG näher geschildert hat, wichtige Veränderungen ein. Die Eier *nehmen an Grösse zu*, und damit verdickt sich die Eiröhre selbst; hierzu kommt aber noch die *Vergrößerung* der Substanz der Rhachis, deren dünnere äussere Lamellen eingezogen werden, so dass man nunmehr deutlicher am Querschnitt die vier dickeren Seitenlamellen unterscheidet (Fig. 9 der Taf. VI). In den Eiern *hört der Teilungsprozess auf*, und sie verlängern sich allmählich, indem sie sich um die Rhachis herum immer mehr *radiär anordnen*, wobei sie ein Ende gegen sie richten und das andere Ende nach der Peripherie, d. h. gegen die Eiröhrenwandung, aussenden. In dem Stadium, welches in der Fig. 9 der Taf. VI wiedergegeben ist, kann man schon an den dicht gedrängten und noch unregelmässig gestalteten Eiern diese radiierende Anordnung deutlich spüren, wenn man die feinen Seitengrenzen der einzelnen Eier aufsucht. Viele Eier lassen sich schon von der Rhachis her bis zur Eiröhrenwand verfolgen, obwohl die noch vorhandenen Einbuchtungen der Eimasse zwischen den Rhachislamellen diese radiierende Anordnung teilweise verbirgt und undeutlich macht. Zugleich fangen immer mehr die Kerne der Eier an, nach der Peripherie, d. h. nach dem äusseren Ende derselben, umgelagert zu werden, wie dies besonders rechts in der Fig. 9 der Taf. VI zu sehen ist. In den Kernen hat sich auch die Chromatinsubstanz in hohem Grade vermehrt und zu einem Klumpen zusammengezogen. Diese Verhältnisse treten an den Biondipräparaten noch deutlicher hervor. In der Fig. 8 der Taf. VII ist ein Stück eines Querschnitts mit der Anordnung der Eier um einen Arm der Rhachis dargestellt; hier sieht man deutlicher die feinlinig hervortretenden Grenzen der meistens radiär angeordneten Eier mit ihren dickeren Partien, in welchen die blasigen Kerne liegen, und ihren beiden schmälere Enden, von denen teils das eine, innere, die Rhachis erreicht, das andere, periphere, bis zu der Eiröhrenwand, oder eigentlich zu den Gipfeln der muskulären

Längsfirsten derselben zieht; in den noch in verschiedener Höhe der Eier gelegenen Kernen bemerkt man die durch die Biondifärbung stark grün gewordenen knotigen oder eigentlich gelappten Chromatinklumpen und neben je einem solchen den rundlichen, intensiv rot gefärbten Nucleolus. HERTWIG hat auch schon darauf hingewiesen, dass in der Wachstumszone in den Eikernen ein Nucleolus von anderer Färbungsfähigkeit als das Chromatin vorhanden ist. In derselben Figur bemerkt man noch, dass in der Rhachissubstanz helle, rundliche Vakuolen entstanden sind.

Was nun die *Protoplasmastruktur* der Eier in diesem Ausbildungsstadium betrifft, so sieht man in den mit Hämatoxylin gefärbten Eiern, die in Fig. 9 der Taf. VI wiedergegeben sind, in jeder Zelle ein gut ausgebildetes *Mitomgeflecht* mit Mikrosomkörnern, in ein Paramitom eingeschlossen, welches teilweise die Eosinfarbe annimmt.

In einem etwas späteren Stadium dieser Eier, welches ebenfalls durch eine Partie eines Querschnitts in Fig. 10 wiedergegeben ist, findet man, dass nunmehr die Eier grösstenteils als schmale Sektoren erscheinen, und zwar mit den breiten basalen Enden an der Eiröhrenmembran und den schmalen inneren Enden an der Rhachis. Diese letztere, die Rhachis, hat sich nun zu einem mehr oder weniger zylindrischen Strang zusammengezogen, in dessen Substanz hellere Vakuolen und zwischen ihnen ein mitomähnliches Fadengeflecht ausgebildet worden sind. Nun sieht man auch, dass die inneren Enden der Eier mehr oder weniger direkt angefangen haben, sich mit der Rhachissubstanz in Verbindung zu setzen. In diesen Eiern haben aber die Kerne noch nur teilweise ihre Lage in den äusseren, breiteren Enden erhalten. Manche Kerne haben sich aber noch mehr vergrössert; ebenso ihr Chromatinklumpen; der Nucleolus tritt aber in den Hämatoxylinpräparaten an diesem Klumpen nicht distinkt hervor, indem auch er die schwarze Farbe angenommen hat, wie in der Fig. 9. In den in Fig. 10 abgebildeten Eiern hat sich die Paramitomschubstanz mit den Vakuolen vermehrt; das Mitomgeflecht erscheint im Zusammenhang hiermit mit weiteren Maschen versehen.

In dem nächsten Stadium sind dann alle Eier in schön radiierender Anordnung um den zylindrischen Rhachisstrang dicht aneinander gedrängt und mit im ganzen gerade verlaufenden, aber in den Längsschnitten gewöhnlich gegen die Rhachis und die Eiröhrenwand mehr oder weniger schief gerichteten Grenzlinien versehen; diese Schiefstellung ist natürlich durch die Verdickung der äusseren Enden der Eier veranlasst. An den dünneren Querschnitten tritt dies deutlich durch die Schiefschneidung der Eier hervor. Die Querschnitte der Eier in diesem Stadium sind schon einigemal von den Verfassern abgebildet worden, wie u. a. auch von O. HERTWIG in seiner hier oben besprochenen Arbeit, Taf. IV, Fig. 6, wo auch die zahlreichen hellen Tropfen im Inhalt und die periphere Lage der Kerne angegeben worden sind.

Wenn man in starker Vergrösserung ein vollständiges Querschnittsbild dieses Stadiums mit der Struktur der Eier wiedergeben will, nimmt es jedoch auf den Tafeln einen so grossen Platz ein, dass ich davon abgestanden habe und statt desselben mich mit der Partie eines medialen Längsschnitts, welche in Fig. 11 der Taf. VI geliefert ist, begnüge. Hier sieht man den der Länge nach getroffenen axialen Rhachisstrang mit den hellen Blasen und dem Mitomgeflecht, welche schon in Fig. 10 aus einem Querschnitt abgebildet wurden, und zu beiden Seiten desselben die schief gerichteten, schmal konischen Eier, in denen sämtliche Kerne nun in der Nähe des äusseren, breiteren Endes gelagert sind; in diesen Kernen findet man den schwarz gefärbten, lobierten Chromatinklumpen, und in einigen tritt ein von ihm distinkt unterscheidbarer, schwarzer, runder Nucleolus hervor; sonst ist er in dem Chromatinklumpen gelegen. Nach der Rhachis hin öffnet sich das innere Ende der Eier direkt in den Rhachisraum, so dass die Eisubstanz mit der Rhachissubstanz in offener Verbindung steht, was wohl mit Recht als im Zusammenhang mit der Ernährung der Eier stehend betrachtet werden darf.

In den nunmehr also »konisch«, obwohl an dem Querschnitt wegen des gegenseitigen Druckes polygonal (meistens fünfseitig) gestalteten Eiern findet man im Protoplasma zahlreiche helle, nur schwach sich färbende, verschieden grosse Kugeln oder Blasen, um welche zahlreiche gekörnte *Mitomfäden* sich winden. Man hat also auch in den Eiern dieses Stadiums ein Mitomgeflecht und blasige »Tropfen« im Paramitom.

Wenn man dieses Stadium an den mit Biondigemisch gefärbten Präparaten studiert, so findet man, wie die Fig. 11 der Taf. VII, welche einen Sektor mit vier solchen noch grösseren Eiern aus einem Querschnitt der noch weiter ausgebildeten Eiröhre zeigt, im ganzen dieselben Anordnungen, obwohl das Mitomgeflecht weniger deutlich hervortritt; in dem stark vergrösserten blasigen Kern erkennt man aber, neben den fortwährend intensiv grügefärbten Chromatinklumpen, den schon in jüngeren Stadien (Fig. 8 ders. Taf. VII) bemerkten, stark rot gefärbten Nucleolus.

Rechts (nach aussen) von den Eiern fallen in der Fig. 11 ders. Taf. die hohen, einander parallel, oder eigentlich konzentrisch (radiär) stehenden, kolbigen Vorsprünge der Eiröhrenhülle in die Augen. Diese Kolben, welche schon in den früheren Stadien (Fig. 7 und 8) vorkommen, sind, wie oben bemerkt wurde, die Querschnittsbilder der längsverlaufenden einander parallelen Firsten, welche Querschnitte längsgelagerter Muskelzellen enthalten; hier und da sieht man auch in ihnen einzelne Kerne. An den Längsschnitten der Eiröhre (Fig. 11 der Taf. VI) bekommt man deshalb auch keine »Kolben«, sondern nur eine mehr scheinbar zusammenhängende Lage, indem die Firsten im Längsschnitt mit einzelnen eingeschlossenen Kernen als eine solche Lage erscheinen.

Während dieses Stadiums der *radiär* angeordneten, »konisch« gestalteten Eier, das offenbar recht lange dauert, indem man es in den Schnitten der Eiröhrenpakete sehr oft trifft und in langen Schnittserien noch wiederfindet, wachsen die Eier immer mehr. Man findet aber an den Eiern und an ihrer Struktur während dieses Wachstums nur wenige sichtbare Veränderungen. Mit dem inneren Ende stehen sie fortwährend mit der Rhachissubstanz in offener Verbindung. Die Kerne, welche nunmehr gewöhnlich etwas sternförmig verästelt, mit zwischen die hellen Blasen ausstrahlenden Fortsätzen versehen erscheinen, wie die Fig. 9 und 12 der Taf. VII zeigen, findet man den in Biondifärbung stets intensiv rot gefärbten Nucleolus (Fig. 9, 12), der aber auch doppelt oder in zwei kleinere Kugeln geteilt auftreten kann (Fig. 13 der Taf. VII), während die grün sich färbende Chromatin-substanz bald als ein mehr oder weniger lobierter Klumpen, bald als in zwei Stücke geteilt (Fig. 13 der Taf. VII), bald aber auch in der Form von mehreren (bis acht oder neun) runden Kugeln (Fig. 9 und 12 ders. Taf.) auftreten kann.

Was die Struktur des Zellkörpers dieser stark ausgebildeten »konischen« Eier der späteren Phasen der Wachstumszone betrifft, so finden sich zwar scheinbar noch dieselben Verhältnisse, wie in den früheren Phasen, nämlich die im Paramitom befindliche, augenscheinlich sehr vermehrte, von aussen aufgenommene und verarbeitete Substanz, in welcher v. KEMNITZ neulich u. a. reichliches Glykogen nachweisen konnte, die wohl zum grossen Teil in den hellen, blasigen, runden oder ovalen Einschlüssen gelagert ist. Das durch Hämatoxylin färbbare Mitom mit den Mikrosomen erscheint nunmehr viel sparsamer vorzukommen, als ob die Fäden durch die neuen Auflagerungen und Einschlüsse in den Eiern voneinander gerückt seien. Von meinen Abbildungen dieser Verhältnisse kann ich des Platzes auf den Tafeln wegen nur die Fig. 12 und 13 der Taf. VI mitteilen, welche zugleich die offene Verbindung der inneren Enden der Eier mit der Rhachis darstellen. In Fig. 12 ist das Mitomgeflecht noch ziemlich reichlich vorhanden, in Fig. 13 ist es aber sparsamer. Man sieht aber hier deutlich, wie die Fäden von den Eiern in die Rhachissubstanz (oben) direkt übergehen.

Schliesslich nähert sich nun dieses Stadium seinem Ende. Dies geschieht, wie schon von HERTWIG u. a. bemerkt worden ist, dadurch, dass die Eier sich voneinander und auch von der Rhachis lösen. Man sieht zuerst zwischen den inneren Enden der Eier eine helle flüssige Substanz auftreten. Die Eier trennen sich von der Rhachissubstanz, welche allmählich verkümmert und zuletzt ganz aufgelöst wird; die Eier lösen sich auch immer mehr voneinander und ziehen sich zu ovalen Körpern zusammen, wobei nicht nur die beiden ausgezogenen Endpartien eingezogen und vermindert werden, sondern auch die Lage des Kerns verändert wird, indem er nach der Mitte des Eies zieht. Die Eier kommen allmählich frei in der hellen, mehr flüssigen Substanz der Röhre zu liegen. Die Fig. 14 der Taf. VI gibt einen Teil des Querschnitts einer solchen Röhre in diesem Stadium wieder. Die Fig. 1 und 2 der Taf. VIII stellen zwei solche eben abgelöste Eier dar. In ihnen bemerkt man einen unregelmässig gestalteten Kern mit helleren Körnern und einem rundlichen Nucleolus (Fig. 2), sowie im Zellkörper fortwährend eine Menge verschieden grosser und verschieden geformter Blasen, um welche die übrige Paramitom-substanz und die Mitomfäden mit ihren Mikrosomkörnern sich in sehr wechselnder Weise angeordnet haben. Das Mitom tritt aber in diesem Stadium der Eientwicklung verhältnismässig sehr zurück. Diese Eier haben noch keine eigentliche Membran, jedenfalls keine solche, wie sie später bekommen.

So weit stimmen nun meine Befunde hinsichtlich der Ausbildung der Eier von *Ascaris megalocephala* mit denen anderer Forscher und v. a. mit denen OSKAR HERTWIG's im allgemeinen gut überein. Man kann zwar darüber streiten, ob es zweckmässig wäre, das Stadium der Wachstumszone in zwei oder mehr Abteilungen zu scheiden, wie BRAUER dies auf angeführte Gründe für die Samenausbildung in der Hodenröhre vorgeschlagen hat. Für die Eiröhre scheint aber dies nicht nötig zu sein; dann würde als die erste Abteilung der Teil des Wachstumsstadiums, in welchem die Eier noch nicht die radiierende Lagerung mit dem peripher gelegenen Kern bekommen haben, aufzuführen sein. Die verschiedenen Phasen gehen indessen so allmählich ineinander über, dass eine wirkliche Grenze zwischen den Abteilungen nur künstlich gemacht werden könnte. Eine wichtige Tatsache liegt aber, wie

BRAUER für die Abtrennung eines Teils der Wachstumsperiode bei der Samenbildung hervorgehoben hat, für die Eibildung, noch nicht vor.

Was nun die am Ende der Wachstumsperiode abgelösten und umgestalteten Eier betrifft, so scheinen alle die Forscher, welche sich mit ihnen beschäftigt haben, anzunehmen, dass sie schon, oder jedenfalls bald danach, ohne weitere merkbare *Umwandlungen* fertig sind, um befruchtet zu werden, Richtungskörper zu bilden und sich zu entwickeln. OSKAR HERTWIG hat dies auch in seiner hier oben referierten Abhandlung bestimmt und distinkt hervorgehoben und durch eine starke Beweisführung erklärt.

Auch ich selbst war bisher von der Richtigkeit dieser Lehre überzeugt. Zu meinem Erstaunen fand ich dann vor mehr als einem Jahre in meinen Präparaten der Ovarien von *Ascaris* Bilder, welche mit dieser Lehre und den Schlüssen der geehrten Vorgänger nicht übereinstimmten. In langen Serien von mikrotomierten Schnitten der früheren Zonen der Eiröhren aus *Ascaris*-Weibchen, die ich selbst aus den fixierten Tieren herauspräpariert hatte, die also *nur weibliche* Teile enthielten, fand ich nämlich zu meiner Überraschung unter den nebeneinander in den Präparaten liegenden Schnitten aus den verschiedenen Zonen der Eiröhre teils solche, die Ureier aufwiesen, teils andere, welche die radiierenden konischen Eier aus der Wachstumszone darboten, aber neben diesen, die gewöhnlich am zahlreichsten waren, noch andere, welche ganz von ihnen abweichende Eiformen enthielten, die mit den bisher beschriebenen Eiformen keineswegs übereinstimmten und zu ihnen gerechnet werden konnten. Dagegen ähnelten diese neuen Formen in auffallender Weise v. a. den von HERTWIG und von BRAUER in eingehender Weise geschilderten und abgebildeten späteren Stadien der Ausbildung der *Samenelemente*. Ich liess nun aus verschiedenen Weibchen herauspräparierte Ovarien einbetten und schneiden und bekam ganz gleichartige Bilder. Weil es mir aber ganz sonderbar, ja kaum möglich erschien, dass die in dem Endstadium der Wachstumsperiode abgelösten und im ganzen den wahrhaft reifen Eiern so ähnelnden Eier noch solche eigentümliche Zwischenstadien durchzulaufen hätten, welche mit der von HERTWIG so schön dargestellten und formulierten Lehre unvereinbar waren, unterbrach ich bis auf weiteres diese Untersuchung, um so mehr, als eine Reihe anderer Studien meine Zeit in Anspruch nahm. Um die ganze Reihenfolge der verschiedenen Stadien der Eientwicklung sicher nachweisen zu können, waren grosse Schnittserien nötig. Die bisher schon gemachten Serien, obwohl von ihnen mehrere ganz lange fortgesetzt waren, reichten nicht hin, um das Rätsel zu enthüllen. Unter den neuentdeckten Eiformen waren auch solche, welche ein *zweites Teilungsstadium* enthielten, *das mit dem des zweiten Teilungsstadiums der Spermatozyten im höchsten Grade übereinstimmte*. Dadurch fiel ja die Lehre, dass die zweimalige Teilung der Spermatozyten der zweimaligen Richtungkörperteilung entspreche, als ganz unvereinbar weg. Dann dachte ich mir als eine Möglichkeit, dass bei *Ascaris megalocephala* »hermaphroditische« Exemplare vorkommen könnten, was jedenfalls noch nie nachgewiesen war. Fortgesetzte Untersuchungen und Erwägungen hierüber gaben aber keine Stütze für eine solche Erklärung. Im Gegenteil erweist sich eine derartige Erklärung als vollständig unmöglich, indem in jeder Schnittserie alle Teile aus einer *einzig*, mehrfach gefalteten Eiröhre herstammen und die in den Präparaten nebeneinander liegenden, verschiedene Stadien darbietenden Querschnitte dieser einfachen Röhre nur verschiedene Partien der hin und wieder gefalteten Partien derselben Eiröhre darbieten. Und in den Längsschnitten solcher Röhrenstücke, auch ganz langer, traf ich bisher nur Eier derselben Art und Ausbildungsphase, nicht verschiedene Formen.

Ich habe hier diese Episoden erwähnt, um zu erklären, weshalb ich bisjetzt keine Notiz von den betreffenden Befunden mitgeteilt habe. Als ich nun im letzten Herbst den interessanten Gegenstand wieder aufnahm und meine Schnittserien von neuem durchmusterte, entschloss ich mich, in dem nächsten Bande der *Biolog. Unters.* doch eine Mitteilung der Befunde zu veröffentlichen, um vielleicht andere Forscher auf diesem Gebiete zu ermutigen, die erweckte Frage näher zu prüfen und endgültig zu eruieren. Ich wollte nämlich besonders in diesem Bande noch einmal die *Protoplasmastruktur* der *Ascaris*-Eier, und zwar vor allem während der früheren Stadien, behandeln, und deshalb finde ich es auch für diese Frage nötig, die *Protoplasmastruktur* in den neuen Eistadien zu behandeln und zu besprechen.

Infolgedessen will ich also hier versuchen, eine Darstellung derselben zu geben. Dabei stösst man indessen v. a. auf die Schwierigkeit, die Reihenfolge sicher anzugeben, weil, wie schon betont wurde, die bisherigen Versuche dies in den Schnittserien darzulegen, und die Übergangsphasen zwischen einigen von ihnen nachzuweisen, noch nicht zum gewünschten Ziel führten. Indessen hat man in der Reihenfolge der entsprechenden Phasen in der Entwicklung der Samenelemente eine gute Leiterin, und mit Benutzung der Anweisungen derselben lassen sich in der Tat die wichtigsten Fragen grösstenteils enträtseln. Doch will ich hier nicht alles als sicher aufführen,

sondern bis auf weiteres nur als eine provisorische Deutung der vorhandenen Tatsachen mitteilen. Fortgesetzte Untersuchungen können ja das Problem und dessen Erklärung bestätigen oder berichtigen.

Ich gehe also nun zu der Darstellung der Befunde über und fange mit einem sonderbaren Stadium an, welches sich besonders schwer in die Reihenfolge einordnen lässt.

Auf der Tafel VIII ist in den beiden Figuren 3 und 4 eine Art von Eiern bei derselben Vergrößerung, wie die übrigen hier folgenden Eier, nämlich bei Zeiss' Apochrom. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 und dann noch in der doppelten lin. Vergröss., abgebildet worden, deren Entstehen aus den Eiformen die in Fig. 1 und 2 ders. Tafel von Anfang an kaum als möglich erscheint. Jedenfalls wäre es sehr wünschenswert, die Übergangsphasen zwischen ihnen kennen zu lernen. Diese kleinen, sehr merkwürdigen Eier finden sich massenhaft in gewissen Abschnitten der Eiröhre; sie sind sehr distinkt und erscheinen in den Präparaten sehr gut fixiert; die Eiröhre ist hier weit, und die Eier liegen in ihr frei in der hellen Flüssigkeit. In der Mittelpartie findet man eine grosse runde Kugel, die sich in Hämatoxylin schwarz färbt und rings um sie herum eine sich mit Eosin rötlich färbende Partie mit sich schwärzlich färbenden Körnern; hin und wieder sieht man an dieser Partie eine äussere rundliche oder etwas gezackte Grenze, als ob hier die Grenze eines grossen Kerns und nach aussen davon eine geringe Protoplasmasubstanz vorhanden sei; diese periphere Partie ist aber konstant von einer ringförmigen Gruppe relativ grosser rundlicher Kugeln bedeckt, welche sich mit Hämatoxylin grau, oft mit einem Anstrich ins Violette färben und offenbar als eine erste Anlage des Dotters aufzufassen sind. Wenn man dann die mit Biondigemisch gefärbten Eier dieser Art untersucht, so findet man sie wie die Fig. 1—5 der Taf. IX zeigen; die mittlere runde Kugel ist hier intensiv grün gefärbt und enthält offenbar das Chromatin; ein besonderer Nucleolus lässt sich nicht nachweisen; nach aussen von der grünen Kugel bemerkt man in dem rötlich gefärbten und mit roten Körnern versehenen Felde die Andeutung einer Kerngrenze, und am peripherischen Teil der Eier findet man die grossen Kugeln wieder, die bei dieser Färbung stets eine stark blaue oder blauviolette Farbe angenommen haben; sie liegen hier in einem etwas unregelmässigen peripheren Ring, oft mit einem zweiten Ring nach innen hin; zuweilen bedecken sie mehr oder weniger unvollständig die ganze Oberfläche des Eies (Fig. 5 der Taf. IX., wie z. T. auch in Fig. 4 der Taf. VIII). Eine äussere Membran ist an diesen Eiern nicht zu sehen.

Leider fehlt nun wieder die eigentliche Übergangsphase zu der nächsten Eiform. Doch schliesst sich die in Fig. 5 der Taf. VIII abgebildete Form in mancher Hinsicht an sie, und die Fig. 6 und 7 der Taf. IX, welche Biondigefärbte Eier derselben Art wiedergeben, komplettieren die Kenntnis derselben. Das in Fig. 5 der Taf. VIII abgebildete Ei zeigt in der Mittelpartie eine schwarz gefärbte Kugel und an der Peripherie eine mit Hämatoxylin sich blauviolett färbende dichte Ansammlung von ovalen Dotterkörnern, welche kleiner, aber viel zahlreicher sind als die Körner in den in Fig. 3 und 4 abgebildeten Eiern. In den Fig. 6 und 7 der Taf. IX ist die mittlere Kugel, wie in denen in Fig. 1—5 ders. Tafel, stark grün gefärbt und erscheint als Chromatinsubstanz; die Dotterkörner sind in den Fig. 6 und 7 hellviolett. Die Eier dieser Art sind etwas grösser als die der zuerst beschriebenen Art und sind fast immer von polygonaler (fünfeckiger) Form, indem sie dicht aneinander gefügt sind, wie die Fig. 6 und 7 der Taf. IX angeben. Hier sei noch bemerkt, dass in den mit Hämatoxylin gefärbten Eiern in meinen Präparaten fast konstant neben der mittleren Kugel ein intensiv schwarz gefärbtes Doppelkorn nachzuweisen war, das auf das Vorhandensein von Zentralkörperchen hinwies und vielleicht mit BRAUER'S Darstellung von solchen Körpern im Kern bei gewissen Vorstadien der zur Teilung sich bereitenden Spermatozyten zusammenzustellen wäre. Es gelang mir aber nicht mit Sicherheit, an diesen Eiern die äussere Grenze des Kerns darzutun, so dass ich mich in dieser Frage nur reserviert äussere. Die mit dem Biondigemisch erhaltenen Bilder (Taf. IX, Fig. 6 und 7), in denen indessen das Doppelkorn nicht sicher angegeben werden konnte, deuten aber durch die nach aussen hin schärfer begrenzte rote Partie auf die Ausdehnung und Grösse des Kerns hin.

Was nun die zunächst folgenden Phasen der Eiausbildung betrifft, so findet man in einer Anzahl der Eiröhren Eier von den Arten, die in den Fig. 6, 7 und 8 der Taf. VIII (mit Hämatoxylin gefärbt) und Fig. 8 und 9 der Taf. IX (mit Biondi) sowie in den Fig. 14—17 der Taf. VII wiedergegeben sind. Die bei den meisten dieser Eiformen hervortretende Vergrößerung sowohl des Kerns als des Zellkörpers deutet darauf, dass sie an die hier oben beschriebenen kleinen Eier als Übergangsformen zu den späteren grossen Eiern aufzufassen seien. Und das Vorhandensein von dotterähnlichen, zwar verkleinerten, aber zahlreichen Körnern im Protoplasma, die sich meistens dunkelviolett färben, wirkt für diese Auffassung bestätigend. Zwischen den Dotterkörnern bemerkt man in den Hämatoxylinpräparaten hier und da im Paramitom feine Mitomfäden mit Körnern in ihnen. Auffallend ist indessen vor allem, dass in dem nunmehr stark vergrösserten und distinkt begrenzten Kern sich ein meistens

kugelförmiger Nucleolus scharf von dem Chromatin abgetrennt hat und zuweilen in zwei bis drei Kugeln auftritt, sowie dass dieser Nucleolus sich im Biondigemisch stark rot färbt und sich also von dem intensiv grün gefärbten Chromatin substantiell unterscheidet.

Und dann kommen wir schliesslich zu dem wichtigsten Stadium der von mir zu beschreibenden Eiformen. In recht langen Partien der Eiröhren habe ich solche Eier massenhaft gefunden, die in den Fig. 9—13 der Taf. VIII (mit Hämatoxylin gefärbt) und in den Fig. 10—13 der Taf. IX (mit Biondigemisch) abgebildet sind. Man hat hier vor sich stark vergrösserte Eier mit sehr stark vermehrter Produktion von relativ grossen Dotterkörnern, die eine rundliche oder ovale Form angenommen haben und durch eine helle Paramitoms substanz voneinander getrennt sind. Diese Dotterkörner färben sich mit Hämatoxylin grau bis schwarz, oft mit deutlich violetter Anstrich, und im Biondigemisch hellviolett. An dem äusseren Umfang der Eier findet sich zwar keine starke Membran, aber doch eine deutliche dünne, durch Eosin resp. Säurefuchsin nachweisbare Haut. Im Zellkörper bemerkt man an den Hämatoxylinpräparaten, wenn sie bei der Differenzierung vorsichtig behandelt wurden, ein schön ausgebildetes reichliches *Mitomwerk* mit feinen Fäden, in welchen Mikrosomkörner liegen (Fig. 9, 10, 11, 12, 13). Hier tritt also *im Protoplasma ein schönes echtes Mitomgeflecht* auf, welches in den mehr oder weniger schmalen Paramitomräumen liegt und die Dotterkörner umspinnt.

Das allermerklichste bei diesen Eiern ist aber das *Verhalten der Kerne* und im Zusammenhang hiermit das Auftreten der *Zentrosphären*. Es kommt nämlich ein scharf ausgeprägter *Teilungsprozess* in diesen Eiern vor, welcher dem vorher von verschiedenen Autoren und zuletzt von O. HERTWIG (1890) und von BRAUER (1893) bei den *Samenzellen* eingehend beschriebenen Teilungsprozess so stark ähnelt, dass man darüber erstaunen muss. An dem relativ grossen blasenförmigen Kern treten aussen zwei Zentrosphären mit je einem Zentralkörper auf (Fig. 9 der Taf. VIII). Es kommen natürlich noch Vorstadien mit nur einer, sich später teilenden Sphäre, resp. Zentralkörper, vor. Ich gehe aber hier direkt zu dem Teilungsakt über. Die noch in einem dicken Knoten (Fig. 9) liegenden Chromosomen trennen sich in zwei deutlich hervortretende Paare, die sich je zu ihrer Sphäre anordnen, wobei zugleich die Kernmembran sich auflöst (Fig. 10 der Taf. VIII). Die Verhältnisse sind natürlich bei den beiden *Ascaris*varietäten hierbei verschieden. Die Fig. 10 stellt diejenigen bei *Asc. meg. univalens*, die Fig. 11 bei *Asc. meg. bivalens* dar. Ich brauche nicht näher auf dieselben einzugehen, da sie von HERTWIG und BRAUER bei den Samenzellen so eingehend geschildert sind, sondern verweise auf die Arbeiten dieser Forscher. Mir liegt es diesmal nur ob, darzutun, dass auch in den *Eiern ein ganz ähnlich verlaufender Teilungsprozess in diesem Stadium* vorkommt. Und wie bei den Samenzellen, scheint die Trennung der beiden Eihälften nach der ersten Teilung nur ganz langsam zu geschehen (Fig. 13 der Taf. VIII). Ob aber dann auch bei den Eiern eine zweite Teilung wirklich eintritt, konnte ich leider nicht ganz sicher entscheiden. Solche Eier wie das in dieser Fig. 13 abgebildete, deuten aber offenbar darauf, dass es sich zu einem neuen Teilungsakt vorbereitet; das Vorhandensein der beiden geteilten Zentrosphären und ihre getrennte Lage in den beiden Hälften des schon einmal, obwohl noch nicht fertig geteilten Eies weist stark darauf hin. In der Tat hat man ja bei der (entsprechenden) zweiten Teilung der Samenzellen gefunden, dass diese unmittelbar nach der ersten Teilung geschieht, und zwar oft, ehe die Teilung des Eikörpers durchgeführt ist. Es ist diese Tatsache sehr beachtenswert, und zwar ganz besonders, wenn man den Vergleich mit dem Richtungskörperstadium aufrechthalten will. Manche Bilder in den Präparaten sprechen in der Tat für die vollständige Übereinstimmung dieser Teilungsakte mit denen der Samenzellen.

Die im Biondigemisch gehärteten Präparate bestätigen die mit Hämatoxylinfärbung gewonnenen Befunde. In der Fig. 10 der Taf. IX liegt ein Ei von noch nicht vollständig ausgebildeter Grösse vor, wo zwar der Kern stark blasig aufgetrieben ist und einen grünen Chromatinklumpen enthält, aber noch keine Zentrosphären sichtbar sind; es ist aber möglich, dass sie vom Schnitte nicht getroffen wurden; im Protoplasma sieht man die schon zahlreich vorhandenen Dotterkörner, dagegen sind in den Biondipräparaten die Mitomfäden im allgemeinen nicht deutlich nachweisbar. In der Fig. 11 liegt ein Ei vor, dessen Kern in der Weise halb von der Seite her zu sehen ist, dass sich die Zentrosphäre an seiner oberen Fläche befindet; wahrscheinlich ist noch eine solche Sphäre an der entgegengesetzten Fläche vorhanden gewesen, aber beim Schnitte verloren gegangen; zwei grün gefärbte Chromosomen liegen in dem Kernraum. In der Fig. 12 findet sich die mittlere Partie eines Eies mit zwei gegenüber einander an der Kernmembran gelegenen Zentrosphären und zwei gewundenen grünen Chromosomen. In den Fig. 13—14 findet man schliesslich zwei nebeneinander gelegene Eier derselben Art in der Teilungsphase begriffen, von denen das obere, von der Seite gesehen, die geteilten grünen Chromosomen und an den Enden je eine Zentrosphäre

zeigt, das untere den schiefen Querschnitt von vier noch nebeneinander liegenden grünen Chromosomen darbietet während die Zentrosphären in dem Schnitte nicht vorhanden sind.

Nachdem ich also unter Hinweis auf die Figuren der Taf. VIII und IX eine kurzgefasste Darstellung der von mir bei den Weibchen der *Ascaris megalcephala*, d. h. in den verschiedenen Partien der langen Eiröhre gefundenen Eiformen geliefert habe, ist es meine Pflicht, noch einmal zu betonen, dass wegen des Fehlens mehrerer Übergangsstadien die Reihe in ihrer Ausbildung in mehrfacher Hinsicht lückenhaft ist. Vor allem ist die grosse Lücke zwischen den eben losgewordenen grossen ovalen Eiern der Wachstumszone und den kleinen rundlichen Eiern (Fig. 3 und 4 der Taf. VIII und Fig. 1—5 der Taf. IX) sehr schwer zu erklären. Die in Fig. 5 der Taf. VIII und Fig. 6 und 7 der Taf. IX wiedergegebenen Eier schliessen sich aber an die letztgenannten ziemlich gut an. Und die grossen, dotterreichen Eier (Fig. 9—13 der Taf. VIII, Fig. 10—13 der Taf. IX) schliessen sich auch an diejenigen der Fig. 5 der Taf. VIII, Fig. 6 und 7 der Taf. IX recht gut an, wobei wenigstens einige der oben geschilderten Übergangsformen als Zwischenstufen dienen können. Die Entscheidung dieser Fragen wie auch hinsichtlich der Teilung der grossen protoplasmareichen Eier zum zweiten Mal und des Überganges dieser Eier zu reifen, befruchtungsfähigen Eiern bleibt kommenden Untersuchungen vorbehalten. Der einzige ganz sichere Weg dazu wäre, vom frischen, lebenden Tiere die Eiröhre vorsichtig auszunehmen und sie in ihrer ganzen Länge ausgestreckt gut zu fixieren, um dann systematisch vom Ende der Wachstumszone an das ganze untere Stück in Querschnitte zu zerlegen und in einer vollständigen Serie in Präparaten aufzuheben. Mir fehlte hierzu bisjetzt die Zeit; sowie auch seit manchen Jahren das frische Material. Falls es mir möglich sein werde, hoffe ich indessen es ausführen zu können. Hoffentlich wird es sonst einem anderen Forscher möglich, diese Untersuchung auszuführen. Vor allem ist die Frage betreffs des Teilungsprozesses von *fundamentaler* Bedeutung.

Falls es sich aber durch fortgesetzte, streng durch lückenlose Serienschritte der Eiröhren ausgeführte Untersuchungen nicht bestätigen lässt, dass die hier von mir beschriebenen neuen und eigentümlichen Eiformen sich in die Entwicklungsreihe der befruchtungsfähigen Eier von *Ascaris megaloc.* hineinfügen lassen, so weiss ich bis auf weiteres keine andere Annahme oder Hypothese betreffs ihrer Natur aufzustellen, als dass sie *abnorme*, d. h. in abnorme Entwicklungsbahnen eingetretene Eier sind, die vielleicht nicht durch die Samenzellen befruchtet werden können. Dies wäre aber ebenfalls in mehrfacher Hinsicht von Interesse, und zwar auch ganz besonders für die endgültige Entscheidung der Richtungskörperfrage.

Weil in meiner vorigen Abhandlung vom J. 1911 über die *Ascariseier* eine Phase des Befruchtungsprozesses wegen Mangels an nötigem Material nicht näher behandelt werden konnte, benutze ich nun die Gelegenheit, dieselbe hier zu berühren. Diese Phase betraf das erste Eindringen der Spermie ins Ei und die ersten feineren Veränderungen in diesem und der Spermie selbst. VAN BENEDEN und auch mehrere andere Forscher haben zwar diese Fragen schon längst behandelt; es sind aber noch mehrere Lücken hierbei geblieben, besonders hinsichtlich der feineren Strukturverhältnisse. Was zuerst die eingedrungene Spermie betrifft, so zeigt das Biondigemisch, dass dieselbe bald mit dem Glanzkörper, bald ohne einen solchen ihren Dienst ausführt (Fig. 15 und 16 der Taf. IX). Im Zusammenhang hiermit und zum Vergleich füge ich auch in Fig. 17 eine Figur hinzu, welche neben dem schon abgegebenen, an der Innenfläche der Membrankapsel befestigten ersten Richtungskörper mit seinen vier grünen Chromosomstäben im optischen Querschnittsbild noch den zweiten Richtungskörper (mit seinen zwei grünen Chromosomstäben) in der Oberflächenpartie des Eies darbietet und ausserdem die in der Mitte desselben befindliche Spermie mit zwei grünen Chromosomen und mit ihrer ins Ei ausstrahlenden Protoplasmaansammlung, in welcher sich die stark roten, relativ grossen Körner zeigen. In den Fig. 15 und 16 der Taf. VIII habe ich ausserdem nach Hämatoxylin-Eosinfärbung zwei ebenfalls ins Ei eingedrungene Spermien mitgeteilt, und zwar um das Verhalten des Protoplasmas in dem dicken Plasmaanhang derselben zu zeigen. Ich habe schon früher bemerkt, dass nach hinreichender, gut durchgeführter Differenzierung in diesem Anhang eine Menge *relativ grosser heller* Kugeln sichtbar sind, zwischen denen feine schwarzgefärbte Fäden sich schlingern. Nach der gewöhnlichen starken Zeiss'schen Vergrösserung (Apochr. 2 mm., Ap. 1,30, Komp. Ok. 12) lässt sich dies kaum ganz deutlich bildlich wiedergeben. In Fig. 16 habe ich deshalb dies in noch viel stärkerer Vergrösserung abgebildet. Es ist daran zu denken, ob nicht diese relativ grossen hellen Kugeln oder Körner doch *spezifischer* Art sind. Schon oft ist mir bei

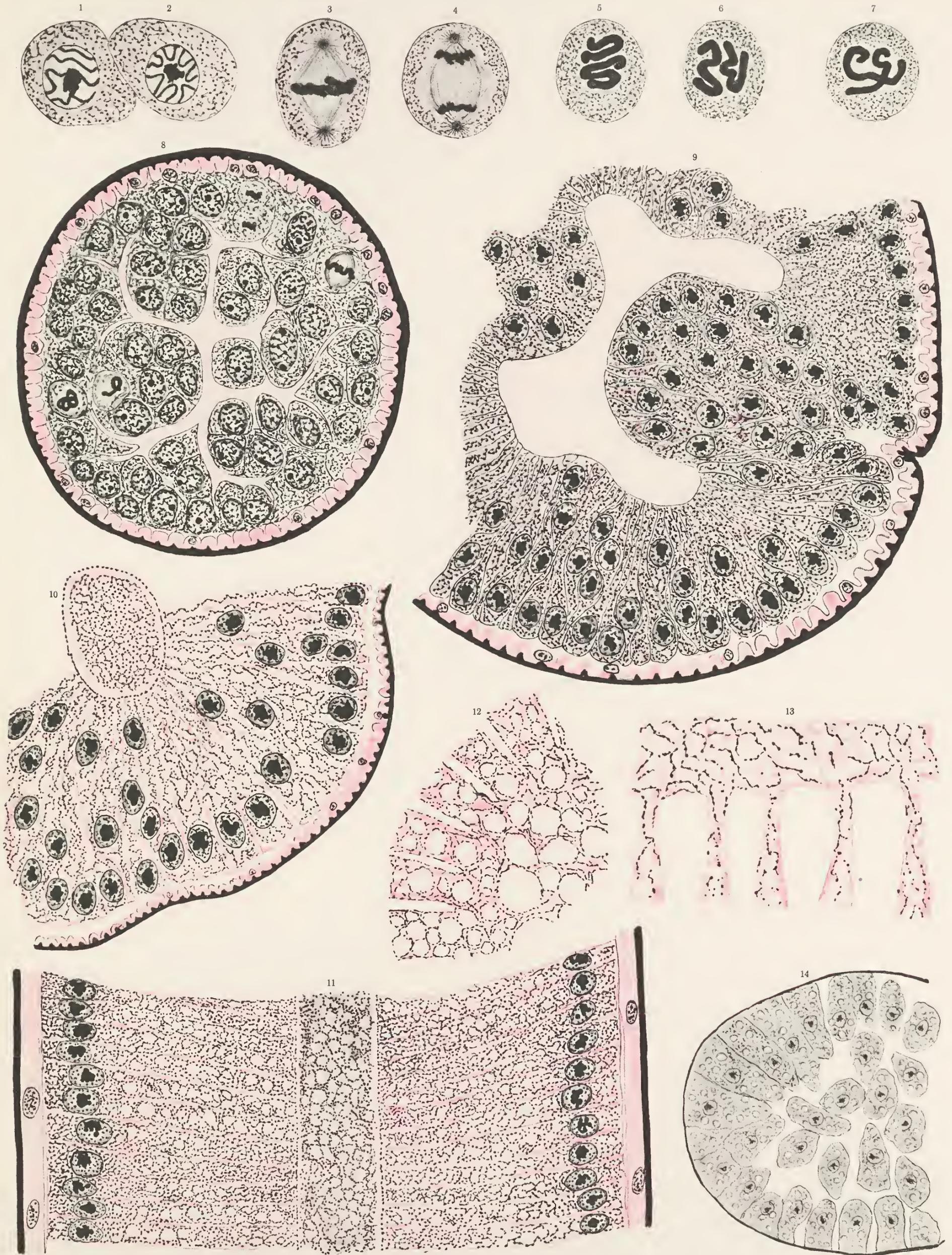
meinen Studien an Spermien verschiedener Tierarten der Gedanke entstanden, dass die Körner, die ich fast überall hier gefunden und zum »Nebenkernorgan« gerechnet habe, als eine ganz besondere, für die Spermien spezifische Art von Organellen aufzufassen seien. Die sich um diese hellen Körner im Anhang der Ascarisspermie windenden schwarzgefärbten Fäden erscheinen dagegen als gewöhnliche Mitomfäden mit den Körnern (Mikrosomen), die den im Protoplasma der Eier befindlichen (Fig. 15—16 der Taf. VIII) sehr ähnlich sind.

Im Anschluss an diese hier beiläufig erwähnten Befunde mögen die im Jahre 1912 in der Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in München von HELD vorgetragene sehr merkwürdigen Resultate seiner Untersuchungen über die Vorgänge in den Ascariseiern nach dem Eintritt der Spermie kurz besprochen werden. Soweit mir bekannt ist, hat HELD bis jetzt nur diesen vorläufigen Bericht und keine ausführlichere, von Abbildungen erläuterte Darstellung seiner Befunde und Anschauungen veröffentlicht. Aus seiner Schilderung geht aber v. a. hervor, dass er in dem befruchteten Eie zwei Arten von Granula oder Plasmosomen, wie er sie mit Benutzung der ARNOLD'schen Benennung bezeichnet — ich würde ihm gerne darin beistimmen, falls der Begriff der Plasmosomen genauer bestimmt und begrenzt sowie auch die Anwendung dieser Bezeichnung allgemeiner angenommen werden könnte — unterscheidet, die sich auch färberisch different zeigten; ganz besonders hat er die relativ grossen Körner (die Makrosomen, HELD) des Spermieprotoplasmas in ihrer Distribution und ihrem übrigen Verhalten und dabei auch in ihrer Vermehrung verfolgt; hinsichtlich der von MEVES angenommenen Verschmelzung dieser männlichen Protoplasmakörner mit den weiblichen im Eie erklärt sich HELD ebenso skeptisch wie ich. Ich will aber diesmal auf diese hochinteressanten, aber auch so schwer eruierbaren Fragen nicht näher eingehen, sondern erwarte gerne die ausführlichere und durch Abbildungen erläuterte Darstellung des geehrten Forschers.

Nur betreffs des von mir früher beschriebenen Mitoms in den reifen und befruchteten Ascariseiern will ich hier gegen MEVES betonen, dass, wenn er es in jener Form leugnet, dies von seinen Fixierungsmethoden herrühren dürfte. In dem Altmann'schen Gemische werden durch die starke Osmiumeinwirkung, wie auch MEVES selbst mehrmals hervorgehoben hat, die im Protoplasma vorhandenen Fäden (die Fila, das Mitom FLEMMING's) verborgen. Ich gebe gerne zu, dass in den Ascariseiern die Mitomstruktur selten so deutlich hervortritt, wie in vielen anderen Eiern; sowohl die Fixierung und Färbung als auch die Differenziation müssen mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden; die vielen hellen, grossen, blasigen Kugeln im Protoplasma maskieren auch z. T. die Mitomfäden.

Im Anschluss an meine früheren Abbildungen dieser Eistruktur füge ich aber nun auf der Taf. VIII in Fig. 14 noch eine Abbildung eines solchen eben geteilten Eies hinzu.

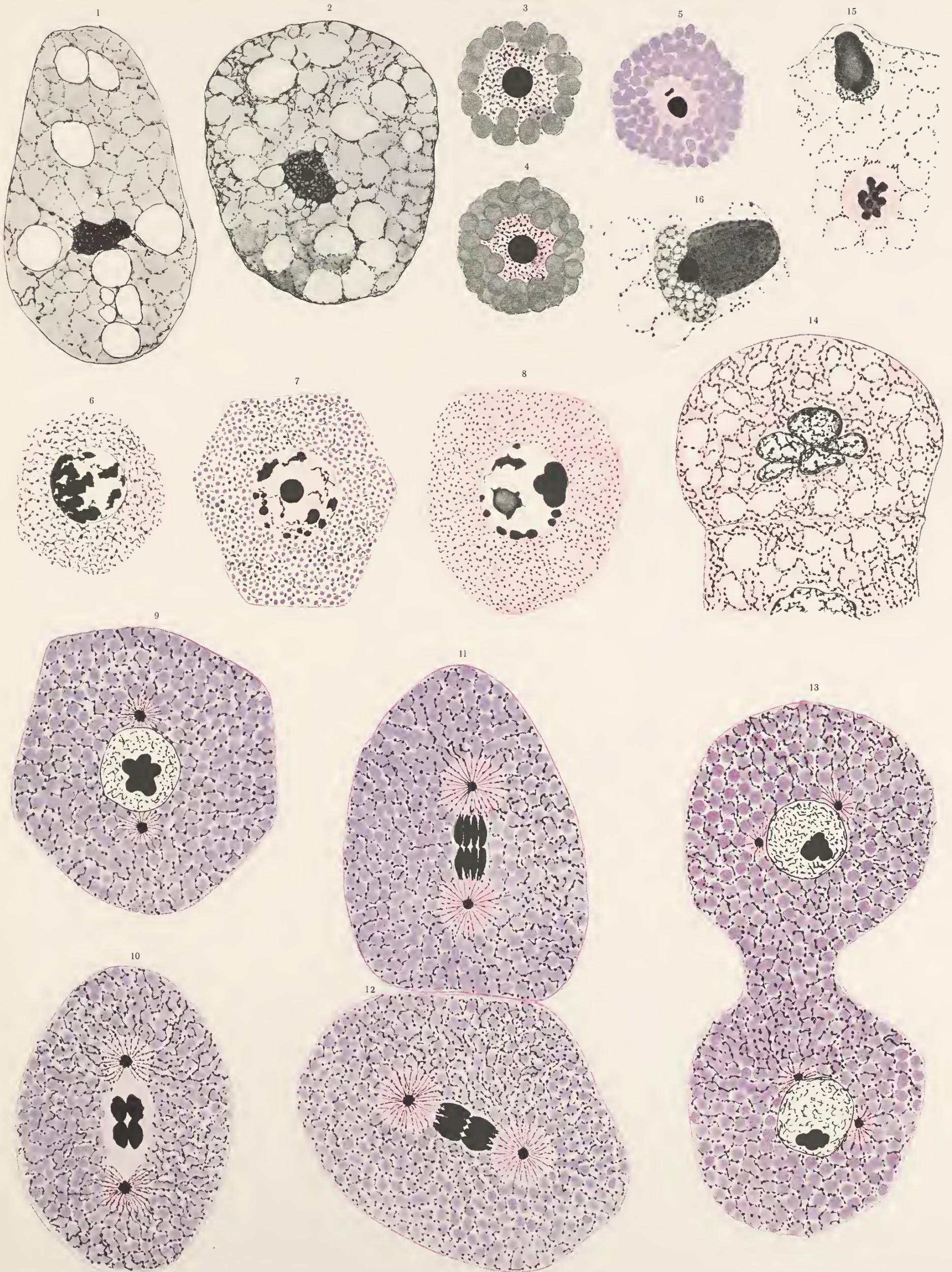




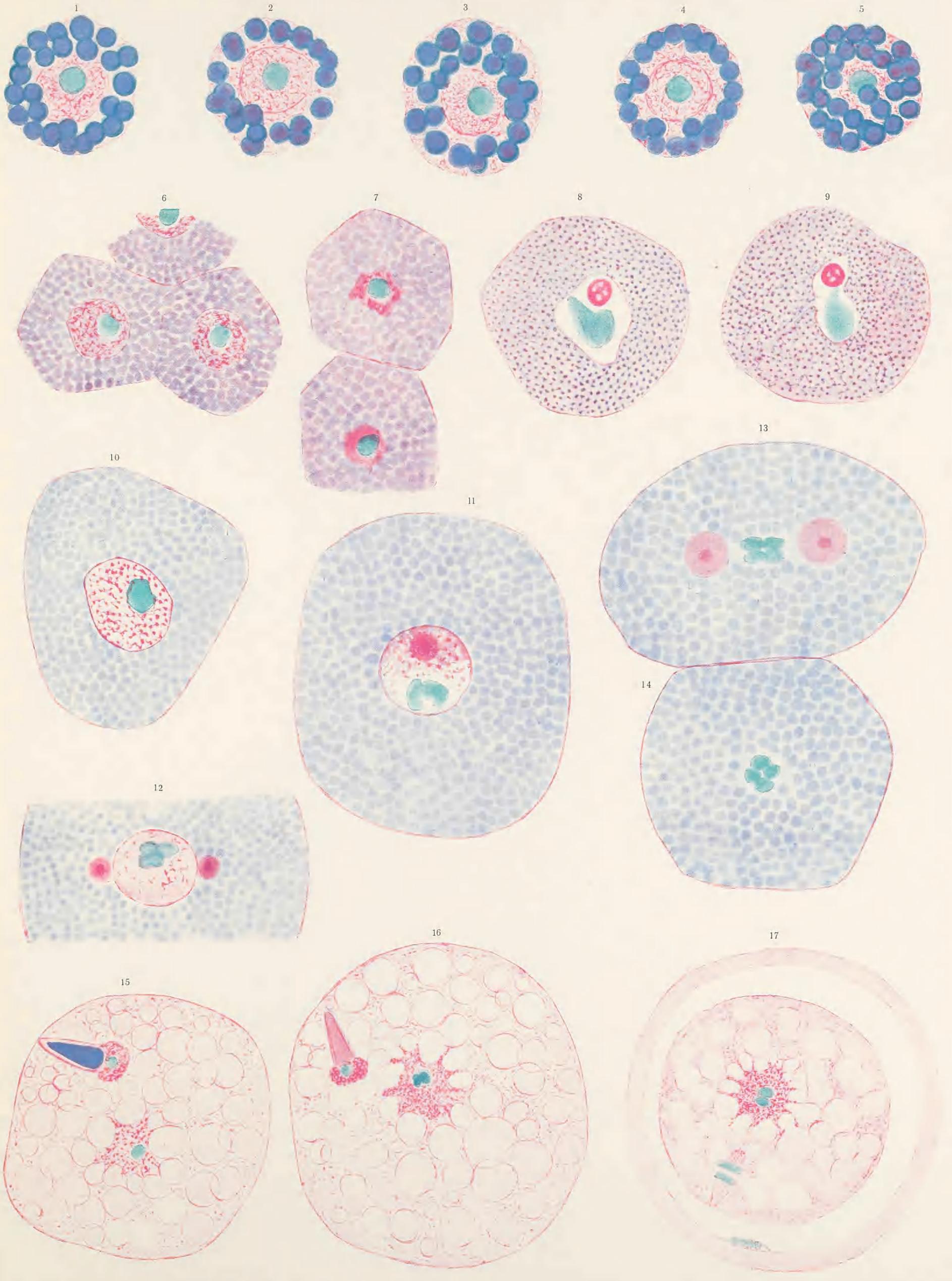












# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [NF\\_18](#)

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

Artikel/Article: [Über die früheren Stadien der Entwicklung der Eier bei Ascaris Megalocephala, mit besonderer Rücksicht auf die Protoplasmastruktur 19-29](#)