UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN BAU UND DIE ENTWICK-LUNG DER EIER VON ASCARIS MEGALOCEPHALA

in der Periode vor und nach dem Befruchtungsakt, und mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Chromosomen zur Ehrlich-Biondifärbung.

Tafel VI-XIII.

Seit lange hegte ich den Wunsch, das wundervolle Thema der Entwicklungsphänomene in den Eiern von Ascaris megalocephala mit eigenen Augen zu studieren. Während der Studien über den Bau und die erste Entwicklung der Eier der Echinodermen und einiger anderer niederer Tiere entschloss ich mich schliesslich, diesen Plan 'auszuführen, und zwar teils um die feinere Struktur des Protoplasmas der Eier von Ascaris, im Vergleich zu derjenigen bei den anderen Tieren, genauer kennen zu lernen, teils auch, und dies ganz besonders, um das Verhalten der Chromosomen des Ascariseies, welche sich bekanntlich in selten klarer Weise durch ihre verschiedenen Stadien verfolgen lassen, in ihrem Verhalten zur Biondifärbung eingehend zu prüfen. Hierdurch könnte ein Vergleich mit den bei den Echinodermen gewonnenen Ergebnissen und eine Kontrolle über diese durchgeführt werden.

Es zeigte sich aber besonders schwierig, ein hinreichend gutes Untersuchungsmaterial von Ascariseiern zu bekommen. Zwar hatte ich schon vor mehr als zwanzig Jahren solches Material eingesammelt und in Sublimat fixiert. Für die jetzt vorliegende Untersuchung zeigte sich dasselbe aber im ganzen nicht hinreichend gut; zwar waren einzelne Eier oder Gruppen von Eiern in den Eileitern auffallend schön fixiert, aber die Mehrzahl der Eier erwies sich als geschrumpft oder zytolisiert. Nachdem ich während einiger Monate vergebens bei den Pferdeschlachtern in der Umgegend von Stockholm versucht hatte, die gewünschten Würmer zu bekommen, wandte ich mich an die Kollegen Bovers und Meves mit der Anfrage, ob sie mir gütigst von Ihrem konservierten Material ein wenig zur Verfügung stellen könnten. Beide diese Kollegen waren so liebenswürdig, diesen meinen Wunsch zu erfüllen, und es ist mir sehr angenehm, den genannten Kollegen hier meinen herzlichen Dank auszusprechen. Leider zeigte es sich indessen bald, dass auch dieses Material für meine Zwecke nicht geeignet war, und zwar weder für das Studium der Protoplasmastruktur, noch für die Färbung der Chromosomen mit der Biondimischung; das Material Boveri's war in toto schon mit Karmin gefärbt. Eigentümlicherweise erhielt ich nun ganz gelegentlich vom Koll. Otto ZACHARIAS in Plön die Mitteilung, dass er während der Frühlingsmonate seine Untersuchungen über die Ascariseier wieder aufgenommen, und er hatte die Güte mir einige seiner Präparate zum Geschenk zu schicken; die von ihm angewandte Fixierungsmethode, welche, wie die Färbungsmethode, von ihm selbst erfunden ist, zeigte sich in mehrerer Hinsicht auffallend schön und effektiv, indem in den Präparaten fast jedes Ei ohne Schrumpfung und Zytolyse fixiert worden war. Für meine besonderen Zwecke, das Studium der feineren Protoplasmastruktur und des Verhaltens der Chromosomen zur Biondifärbung, waren jedoch auch diese Präparate nicht speziell geeignet.

3.

Ich erwähne dies alles, um zu betonen, wie schwer es sein kann, für eine geplante Untersuchung das nötige passende Material zu erhalten. Was die Ascariseier betrifft, so ist schon seit lange von den meisten Spezialisten auf diesem Gebiete hervorgehoben, wie schwierig es ist, dieselben zu fixieren, indem die dicke Eischale so wunderbar resistent und undurchdringlich ist.

Nach den obenerwähnten misslungenen Versuchen, das geeignete Material zu erhalten, blieb mir nichts anderes übrig, als zu meinem eigenen alten Material zurückzukehren. Und in der Tat gelang es mir, in demselben unter den schlecht fixierten Eiern eine Anzahl sehr schön fixierte zu finden, welche es ermöglichten, die geplanten Untersuchungen grösstenteils durchzuführen, obwohl noch einige Stadien fehlten. Dann erfuhr ich noch zu meiner Uberraschung, dass mein Freund und Kollege Professor EMIL HOLMGREN in Stockholm ein schönes Ascarismaterial mit zwei mir gerade fehlenden Stadien besitze, und dieses hatte er die Güte, mir zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm sehr dankbar bin.

Leider fehlten mir aber von den früheren Entwicklungsstadien noch einige, so dass ich hier keine ganz zusammenhängende Serie dieser Periode darzustellen vermag. Infolgedessen fange ich diese Schilderung mit dem Stadium an, wo die Spermie, schon in das Ei eingedrungen, in seiner Mitte liegt und der erste Richtungskörper schon gebildet ist. Die vor diesem Stadium abgelaufene Periode hoffe ich ein anderes Mal, nachdem es mir gelungen ist, das nötige Material zu bekommen, darstellen zu können.

Nach diesen einleitenden Worten über die zu überwindenden Schwierigkeiten, das geeignete Material zu bekommen, und die dadurch entstandene Begrenzung der unten folgenden Darstellung gehe ich zu derselben über.

Bekanntlich hat sich eine ganze Reihe hervorragender Forscher während der letzten Dezennien der Eruierung der bei der Befruchtung und Entwicklung der Eier von Ascaris megalocephala vorsichgehenden Erscheinungen gewidmet. Die Geschichte dieser Forschung ist auch schon wiederholt zum Gegenstand der übersichtlichen Darstellung geworden. Ich kann mich deshalb in dieser Hinsicht darauf beschränken, auf diese Ubersichten hinzuweisen und nur die die mir speziell vorliegenden Fragen betreffende Literatur eingehender zu berühren. Durch die bahnbrechenden, umfassenden und in die vorliegenden Probleme tief eindringenden Arbeiten von ED. VAN BENEDEN, BOVERI und OSCAR HERTWIG hinsichtlich der ersten Ausbildung und der Befruchtung der Geschlechtszellen von Ascaris megalocephala, an welche Arbeiten sich eine ganze Reihe von Untersuchungen anderer Forscher, Nussbaum, CARNOY und LEBRUN, O. ZACHARIAS, BRAUER, SALA, ZOJA, HERLA, MOSZKOWSKI, ZUR STRASSEN, TRETJAKOFF U. a., anschlossen, ist dies Thema auch mit den neueren technischen Methoden in so vielseitiger und geschickter Weise bearbeitet und erörtert worden, dass man kaum hoffen durfte, nun viel tiefer in dasselbe eindringen zu können, indem die Lösung der noch offenen strittigen Fragen gewiss bedeutende Schwierigkeiten darbietet. Eine Unmange von Beobachtungen und Bemerkungen sind also schon in den Beschreibungen und Abbildungen niedergelegt worden, obwohl die Deutung der Befunde in mancher Beziehung noch mehr oder weniger unsicher und zweifelhaft ist. Die von den Autoren bisher veröffentlichten Figuren sind aber gewöhnlich in so kleinem Massstabe wiedergegeben, dass es oft schwer ist, ihre Bedeutung richtig zu verstehen. Ich habe mich deshalb dafür bestimmt, meine sämtliche Abbildungen, die nach Zeiss' Apochrom. 2 mm, Apert. 1,30 und komp. Okul. 12 ausgeführt worden sind, in noch verdoppelter linearer Vergrösserung wiederzugeben.

Weil die für diese meine Untersuchung in erster Linie bestimmte Aufgabe war, die Veränderungen der Substanz der Chromosomen mittelst der Biondischen Färbungsmethode zu verfolgen, sind die meisten meiner Figuren in den betreffenden Farben ausgeführt. Die übrigen Tafeln stellen Präparate dar, welche mit Eisenalaun-Hämatoxylin nach Heidenhain behandelt worden sind; diese letzteren Tafeln haben den Zweck, einen Vergleich mit den nach Biondischer Färbung dargestellten zu ermöglichen und zugleich einige andere Strukturverhältnisse, v. a. die des Protoplasmas, zu beleuchten.

Ich beginne nun mit der Darstellung der mittelst der Biondifärbung erzielten Befunde, welche gerade in den Eiern von Ascaris megalocephala besonders deutlich und schön vorliegen. Viele meiner Präparate dieser Art bieten in der Tat ganz herrliche Bilder dar; wie lange sie die Schönheit ihrer Färbung behalten werden, ist indessen zweifelhaft, und es war deshalb wichtig, eine Auswahl derselben früh abzubilden.

Wie schon oben bemerkt wurde, konnte ich von den ersten Stadien der Entwicklung des Ascariseies kein brauchbares, die verschiedenen Phasen dieser Perioden in zusammenhängender Reihe enthaltendes Material bekommen. Ich muss mich deshalb, wie erwähnt, damit begnügen, diese Darstellung mit dem Stadium anzufangen, in welchem die Spermie schon in das Ei eingedrungen und in dessen Mitte gelegen ist sowie der erste Richtungskörper beinahe fertig gebildet vorliegt. Von diesem Stadium an stellen aber meine Präparate eine zusammenhängende Reihe von Entwicklungsphasen, und zwar in sehr zahlreicher Menge und in prägnanter Weise, dar. Auf die schon von den früheren Autoren mehr oder weniger ausführlich und genau geschilderten Verhältnisse will ich hier nur insofern eingehen, als dies für die Darstellung meiner eigenen speziellen Befunde nötig ist. Sonst verweise ich v. a. auf die Arbeiten von E. VAN BENEDEN und Boveri.

Die Bildung der beiden Richtungskörper ist in der Tat schon in den Arbeiten dieser Forscher so eingehend dargestellt, dass ich hier nur auf die von mir auf den Taf. VI und XI wiedergegebenen Figuren hinweisen will. In Fig. 27 und 28 der Taf. VI sind erste Richtungskörper in ihrer Ausbildung im Spindelstadium nach Biondischer Färbung abgebildet. Man sieht die aus je zwei Hälften bestehende rotgefärbte Spindel mit je vier intensiv blaugrün gefärbten, quer durch die Spindel ziehenden Chromosomstäbchen. Ich will hier sogleich betonen, dass ich mit TRETJAKOFF und mehreren Autoren jedes von diesen Stäbchen als einen Chromosom betrachte und nicht alle vier zusammen als einen solchen Körper auffasse; in der unten folgenden Darstellung will ich auch dieser Regel folgen. In Fig. 27 sieht man die vier Chromosomen jeder Spindelhälfte ihrer Länge nach, einander aber teilweise deckend, so dass nur die nach oben gelegenen in ihrer ganzen Ausdehung sichtbar sind. In Fig. 28 sind alle die Stäbchen von je einem Ende her und im optischen Durchschnitt zu sehen. Zwischen den Stäbchen sind keine blaugrün gefärbten Brücken nachweisbar. In Fig. 28 findet sich aber zwischen dem der Eioberfläche zunächst gelegenen (äusseren) und dem der Eimitte näheren (inneren) Stäbchenpaar ein heller Raum, durch welchen nur einzelne rotgefärbte Fasern ziehen. Das äussere Stäbchenpaar jeder Spindelhälfte, welches die vier Chromosomen des sich bildenden ersten Richtungskörpers ausmacht, ist eben im Begriff, sich von dem inneren Stäbchenpaar zu trennen und nach der Eioberfläche zu ziehen, um sich als solcher Körper vom Ei abzutrennen. Die Fig. 29-34 stellen sechs schon fertig gebildete und vom Ei abgetrennte erste Richtungskörper, von der Fläche betrachtet, dar; in der Regel liegen sie, wie in den Fig. 29-33, mehr oder weniger parallel nebeneinander angereiht, zuweilen aber auch, wie in Fig. 34, zu je zwei nacheinander; hin und wieder kommen noch andere Variationen in ihrer Lage vor. Allen diesen Stäbchen, die an den Enden gewöhnlich abgerundet und oft etwas verbreitert sind, ist die Eigenschaft gemeinsam, dass sie sich mit der Biondimethode intensiv blaugrün färben und diese Farbe stets behalten. Nachdem der erste Richtungskörper gebildet ist, trennt er sich in der Regel vom Eie ganz ab, und man findet ihn dann der Innenfläche der Kapsel angeheftet; die Fig. 11 und 19 derselben Taf. stellen solche abgetrennte, der äusseren Kapsel angeheftete erste Richtungskörper von der Seite her dar; weil sie stark abgeplattet sind, erscheinen sie in dieser Ansicht dünn und lassen ihre vier Stäbchen nicht erkennen; die Fig. 29-34, in denen die Stäbchen so deutlich sichtbar sind, stellen von der äusseren Kapsel abgelöste Richtungskörper von der Fläche betrachtet dar; man trifft in den Präparaten recht oft solche sich ablösende oder schon abgelöste Körper. Auf der Taf. XI sind in Fig. 1, 2 und 3 mit Hämatoxylinfärbung schwarzgefärbte erste Richtungskörper derselben Art wiedergegeben.

Der zweite Richtungskörper wird bekannter Weise dadurch gebildet, dass neben der im Ei zurückgebliebenen Hälfte der geteilten Chromosomen des Keimbläschens des Eies und aus der ebenfalls zurückgebliebenen Spindelhälfte eine neue Spindel entsteht, in deren Mittelpartie die vier Chromosomen sich nebeneinander und einander parallel zu zwei Gruppen anordnen, mit je zwei Stäbchen in jeder Hälfte der Spindel. Diese Anordnung, welche z. B. in den Fig. 2, 3 und 7 der Taf. VI deutlich sichtbar ist, ähnelt genau derjenigen der ersten Richtungsspindel, obwohl in dieser letzteren vier Stäbchen statt zwei vorhanden waren. Die Spindel selbst ist in beiden Körpern von übereinstimmender Form und Zusammensetzung, indem sie im ganzen, von den breiteren Flächen betrachtet, »tonnenförmig», von den schmäleren eher spindelförmig (Fig. 7) erscheint, und, schief von der Seite gesehen, sich wie in Fig. 2 zeigt. Im optischen Durchschnitt hat sie bekanntlich eine ovale oder biskuitförmige Gestalt und ist an den beiden verschmälerten Enden wie der Quere nach abgeschnitten, ohne an denselben Zentrosomen und Strahlungen zu besitzen; mir ist es, wie den meisten Forschern auf diesem Gebiete, nicht gelungen, in meinen Präparaten wirkliche Zentrosomen und Protoplasmastrahlungen nachzuweisen. In den beiden, oft durch eine schmale Längsspalte etwas voneinander getrennten Spindelhälften erkennt man eine deutliche Zusammensetzung

aus feinen, steifen, aneinander parallel verlaufenden Fasern, welche von einem Ende der Spindel bis zu dem anderen Ende verlaufen und an beiden diesen Endflächen mit je einer ganz kleinen und schwach ausgeprägten knopfförmigen Verdickung in demselben Niveau der betreffenden Endfläche endigen. Diese Fasern färben sich oft durch das Säurefuchsin des Biondigemisches stark rot, so dass man ihren Verlauf deutlich verfolgen kann. Hier und da trifft man solche Spindeln, welche sich durch die Präparation in ihre einzelnen Fasern aufgelöst haben, wie dies in Fig. 4 und 5 der Taf. VI wiedergegeben ist; so auch in Fig. 3.

In allen Biondipräparaten von Richtungskörpern zweiter Ordnung sind, wie in denen der ersten Ordnung, die Chromosomen intensiv grünblau gefärbt und treten zwischen den roten Spindelfasern stark hervor. Sie bewahren auch dieselbe Gestalt wie in den Richtungskörpern der ersten Ordnung und stellen zylindrische, an den Enden abgerundete und hier zuweilen etwas verdickte Stäbchen dar, welche der Quere nach zwischen den roten Spindelfasern die Spindel durchziehen (Fig. 2, 3, 4, 5, 7 der Taf. VI). Von ihren Enden betrachtet, zeigen sie sich bekanntlich als runde Körner oder Kugeln (Fig. 1, 4, 5, 6 der Taf. VI); wenn man aber den Tubus hebt und senkt, erkennt man, dass sie zylindrischen Stäbchen entsprechen (Fig. 1, 4, 5, 6). Betrachtet man nun die rote Spindel mit ihren blaugrünen Chromosomen in der breiten Flächenansicht genauer, so erkennt man (Fig. 2, 7 der Taf. VI) den von den Autoren beschriebenen hellen Zwischenraum zwischen den Chromosomen und die dieselben verbindenden Brücken. Aber ebenso wenig wie an den Richtungskörpern erster Ordnung sieht man hier diese Brücken blaugrün, sondern *rot* gefärbt. Sie bestehen also kaum aus Chromatin (resp. Nuklein), sondern wie von einigen Autoren angenommen wurde, eher aus Linin; man kann von solchen Brücken in jeder Spindelhälfte etwa 5-6 zählen; zwischen diesen dünnen Brücken sieht man ganz helle ungefärbte blasenartige kleine Räume.

Als nun in der folgenden Entwicklung die äusseren und inneren Chromosomenpaare auseinander gezogen werden, und die beiden äusseren nach dem äusseren, die beiden inneren nach dem inneren Spindelpol hin wandern, wird dieser helle, von den roten Brückenfasern durchzogene Zwischenraum immerfort vergrössert (Fig. 8 und 9 der Taf. VI) und die Brückenfasern werden verlängert, bis sie kaum mehr sichtbar sind. Von den vom inneren zum äusseren Spindelpol ziehenden eigentlichen Spindelfasern bemerkt man dann nur die mehr peripheren; die zentral gelegenen dagegen reichen nur von dem betreffenden Pol bis zu den angrenzenden Stäbchen (Fig. 7, 8 und 9 der Taf. VI), weshalb es den Anschein in der Tat erhält, als ob die Stäbchen, wie es von mehreren Forschern angenommen wurde, durch die Fasern zu dem entsprechenden Pol gezogen werden. Eine wirkliche Anheftung der Fasern an den Stäbchen vermochte ich jedoch nie nachzuweisen; vielmehr sah ich diese in deutlichen Bildern nur zwischen den Fasern eingebettet. Ebensowenig wie an den Richtungskörpern erster Ordnung sah ich an denjenigen zweiter Ordnung an den Polen Zentrosomen und Strahlungen im Protoplasma. Man scheint zuweilen daran gedacht zu haben, die oft etwas verdickten und sich etwas stärker färbenden inneren und äusseren Enden der Spindelfasern als Zentralkörperchen aufzufassen; ich stimme aber in der Ansicht derjenigen Autoren, welche dies nicht annehmen, ein. Zwar können in Eisenalaun-Hämatoxylin-Präparaten (Fig. 1, 4 der Taf. XI) an den Spindelpolen diese Enden der Fasern als dunkle Körner erscheinen; bei genauer Betrachtung erkennt man jedoch, dass sie nur den eigentlichen Faserenden entsprechen. In diesen letzteren Präparaten sieht man auch, wenn sie gut differenziert sind, dass die genannten Brücken zwischen den Chromosomenpaaren nicht durch Hämatoxylin gefärbt, sondern hell oder, wenn Eosin zugleich angewandt worden ist, rötlich gefärbt sind (Fig. 5 der Taf. XI).

Allyden

Indem sich die beiden Chromosomenpaare des Richtungskörpers zweiter Ordnung immer mehr voneinander trennen (Fig. 11 und 12 der Taf. VI), erreichen sie zuletzt je ihren Pol der Spindel; das äussere Paar kommt dabei bis zur Eioberfläche, und diese erhebt sich zugleich zu einem kleinen Hügel, in den das äussere Chromosomenpaar, welches wohl den Anstoss zur Bildung des Hügels gab, eintritt. Dann wächst immer mehr dieser Hügel und breitet sich nach den Seiten aus, so dass er wie ein Pilz an der Oberfläche des Eies sitzt (Fig. 13 der Taf. VI), in dessen Hut das äussere Chromosomenpaar liegt, und zwar von einer nur ganz geringen Menge von Zellsubstanz umgeben; diese Substanzpartie scheint mir eigentlich aus der den so stark vergrösserten Zwischenraum zwischen den beiden Chromosomenpaaren ausfüllenden, wohl aus dem Keimbläschen stammenden Kernsubstanz zu bestehen, welche in die Spindel eingetreten zu sein scheint; dagegen bemerkt man um das in der genannten Hinausstülpung befindlichen Chromosom herum kein wirkliches Protoplasma; falls eine solche Substanz in der Tat in die Ausstülpung eindringt, muss es in sehr minimaler Menge geschehen. Dagegen wird diese Ausstülpung stets von einer Partie der Obeflächenschicht des Eies umgeben; diese hautartig verdickte Schicht schnürt sich dann immer mehr ab, und bald ist die ganze Ausstülpung vollständig vom Eie abgetrennt, obwohl sie fortwährend als ein kleiner, abgeplatteter Kuchen der Eioberfläche anliegt. Nun ist der zweite Richtungskörper fertig gebildet und enthält das äussere Chromosomenpaar, welches immerfort seine blaugrüne Farbe behält (Fig. 15, 18, 19 etc. der Taf. VI, im Vertikalschnitt durch die Eioberfläche gesehen; Fig. 14 derselben Tafel stellt es in der Flächenansicht dar). Ich habe diesen Prozess der Bildung des zweiten Richtungskörpers bei Ascaris etwas eingehender dargestellt, weil ich von demselben viele schöne Präparate hatte und einen Vergleich mit dem entsprechenden Prozess bei Asterias zu machen wünschte. Dass dieser Prozess bei der Bildung des ersten Richtungskörpers bei Ascaris in gleicher Weise vorsichgeht, liegt auf der Hand, obwohl bei diesem zwei Paar Chromosomenstäbchen in den Körper hineintreten.

Ich gehe jetzt zu der Darstellung des Verhaltens der im Ei zurückgebliebenen Hälfte der zweiten Richtungs-

körper-Spindel und ihres inneren Chromosomenpaares, dessen beide Stäbchen ihre blaugrüne Farbe-bisher unverändert behalten haben, über. Aus diesen beiden Chromosomen soll nun der wichtigste Teil des zu befruchtenden reifen Eies, der Eikern, gebildet werden. Wie vor allem Bovers eingehend geschildert hat, entsteht bald um dieselben ein kleiner heller Raum, welcher ringsum von einer dünnen Membran begrenzt wird; die beiden Chromosomen liegen dann, in der Regel voneinander getrennt, an jedem Ende dieser Blase, der Wandung derselben angelehnt. In meinen Biondipräparaten kann man ihr Verhalten genau verfolgen. In den Fig. 15, 16, 17, 18 und 19 der Taf. VI sieht man sie als zwei blaugrüne, oft etwas gebogene, kurze Stäbchen, welche, wie BOVERI u. a. angeben, gewöhnlich weit voneinander getrennt, zuweilen jedoch auch einander genähert (Fig. 17 und 19), in der hellen, rundlich-ovalen oder auch unregelmässig gestalteten (Fig. 17) Blase liegen. Die Biondipräparate zeigen nun, dass bald um die blaugrünen Stäbchen rote, gekörnte, verzweigte Fasern entstehen, welche sich immerfort vermehren (Fig. 15-17 der Taf. VI) und Brückenfasern zwischen den Stäbchen selbst sowie zwischen ihnen und der Wandung der Blase bilden. Die Blase vergrössert sich immer mehr. Sie liegt noch nahe an und nach innen von dem zweiten Richtungskörper, und man bemerkt zuweilen im Eiprotoplasma noch undeutliche Reste der Spindelmasse (Fig. 15 und 17). Die blaugrünen Stäbchen verschmälern sich allmählich und erbleichen, während die roten Stränge sich vermehren. In den Fig. 1, 2, 3, 4 der Taf. VII sind einige solche Stadien wiedergegeben, in denen auch der während derselben Zeit weiter entwickelte Spermiekern sich mehr und mehr dem Eikern genähert hat. In Fig. 1 dieser Tafel bemerkt man aber in der Nähe der Eioberfläche zwei Kerne, welche offenbar beide dem Eikern entsprechen. Es kommt nämlich nicht gerade selten vor, dass statt eines Eikerns zwei solche mit je einem Chromosomstäbchen entstehen. Es lässt sich diese Tatsache dadurch erklären, dass in diesen Fällen jedes Stäbchen von einer besonderen Blase umgeben worden ist, und dass diese Blasen sich nicht vereinigt haben, sondern fortwährend getrennt blieben; auch in den folgenden Stadien trifft man solche Eikerne, die noch aus zwei getrennten Blasen bestehen. Es ist sogar möglich, dass eigentlich von Anfang an stets um jedes Stäbchen zuerst eine Blase entsteht, obwohl diese Blasen gewöhnlich ganz früh sich vereinigen, wie dies auch bei den Chromosomenstäbchen des zweiten Richtungskörpers zu finden ist. In der Fig. 7 der Taf. XI habe ich einen solchen Fall wiedergegeben, wo die beiden Chromosomenpaare sich in dieser Weise verhalten; und in Fig. 6 derselben Tafel sind ebenfalls die beiden Chromosomen des zweiten Richtungskörpers von je einer Blasenwandung umschlossen.

Schliesslich verschwinden die blaugrünen Chromosomenstäbchen vollständig im Eikern, und das rote Faserwerk vermehrt sich, wobei gewöhnlich in demselben noch einige kleinere blaugrüne Körner sichtbar sind. Schliesslich ist aber diese Farbe ganz verschwunden, und nur ein rotes, gekörntes Faserwerk lässt sich mit der Biondifärbung im Eikern nachweisen (Fig. 5 der Taf. VII). Gewöhnlich findet sich aber, wie diese Figur zeigt, in ihm noch eine etwas grössere Kugel, welche wohl als eine Art von Nucleolus zu betrachten ist. Der Eikern ist in dieser Weise in ein »Ruhestadium» eingetreten, das, wie es scheint, eine längere Zeit anhält. Man findet nämlich in den Präparaten dieses Stadiums auffallend oft, und zwar von sehr vielen Eiern, vertreten.

Nachdem ich also das *Keimbläschen* des Eies durch die Phasen der Abgabe der Richtungskörper bis zu dem Stadium des *Eikerns* in der ersten Ruhe verfolgt und hierbei ganz besonders die Veränderungen in der Form und Färbbarkeit der Chromosomen studiert habe, kehre ich nun zu dem Verhalten der eingedrungenen *Spermie* zurück, welche während der grössten Phase dieser Zeit still in der Mitte des Eies gelegen hat.

Die reifen konischen oder birnförmigen Spermien von Ascaris megalocephala bestehen bekanntlich aus drei ineinander geschachtelten Partien: einem protoplasmatischen Körper und zwei in denselben eingelagerten Teilen, dem verhältnismässig kleinen, kugeligen oder ovalen Kern und dem konischen sogenannten Glanzkörper, welcher etwa drei Viertel der ganzen Spermie einnimmt. Im Biondigemisch (Fig. 23 der Taf. VI) färbt sich der Kern intensiv *blaugrün* mit ausgesprochenem Überwiegen der grünen Farbe, die also stark auf Nuklein hindeutet. Der Glanzkörper färbt sich klar und rein himmelblau, was vielleicht eine Mischung von Nuklein und Eiweiss andeuten dürfte. Die Protoplasmasubstanz nimmt die rote Farbe auf; in ihr erkennt man eine bedeutende Anzahl von relativ grossen, etwas glänzenden Körnern, welche die Partie der Spermie, in welcher der Kern liegt, einnehmen; die Protoplasmasubstanz bildet aber auch bekanntlich eine dünnere, sich rotfärbende Hülle ringsum den Glanzkörper, welche auch die Spitze der Spermie ausmacht; in dieser Hülle sind gewöhnlich nur kleinere Körner vorhanden. Der Glanzkörper, welcher aus einer weichen, halbfesten, strukturlosen Substanz besteht und in seiner konischen Gestalt offenbar durch die äussere, protoplasmatische Hülle bestimmt wird, zerfällt zuweilen in zwei oder mehrere Stücke, welche dann als kuglige Tropfen verschiedener Grösse erscheinen (Fig. 24 der Taf. VI). Wenn man bei der Präparation den ganzen Glanzkörper aus der Spermie isoliert bekommt, nimmt er eine ganz kuglige Gestalt an.

4

In manchen von den Spermien, die man im Uteruskanal massenhaft antrifft, fehlt der Glanzkörper; es scheint, als ob dieser Körper aus jenen Spermien durch äussere Einwirkung irgendwelcher Art ausgetreten sei. In dem Spermiekern selbst bemerkt man keine Struktur, höchstens zuweilen eine Andeutung zu einer Zusammensetzung aus zwei Abteilungen.

Wenn nun die in dieser Weise zusammengesetzte Spermie in das Ei hineingedrungen ist und in dessen Mitte ihren Platz eingenommen hat, treten bekanntlich bald in ihr Veränderungen ein. Ihre protoplasmatische Hülle verliert die starke Begrenzung; vor allem gilt dies der stark gekörnten Protoplasmapartie, welche den Kern umhüllt. In den Biondipräparaten findet man diese Partie sich allmählich als *rot* gefärbte Körner in unregelmässig geformten, verästelten Strahlungen in dem umgebenden Eiprotoplasma ausbreiten (Taf. VI, Fig. 10, 11, 12, 20, 21, 25, 26). Die betreffenden Spermiekörner sind, wie mehrere Autoren, und ganz besonders die Gebrüder Zoja sowie MEVES, betont haben, auffallend grösser als die Körner im umgebenden Eiprotoplasma und sind von den letzteren sowohl hierdurch als durch ihre stärkere rote Farbe in den Biondipräparaten leicht unterscheidbar. Aber auch die den Glanzkörper umgebende Hülle (Fig. 25 der Taf. VI) löst sich in dieser Weise körnig auf und distribuiert sich nach den Seiten hin. Der Glanzkörper nimmt hierbei, wenn noch vorhanden, eine kuglige Gestalt an und liegt in den Biondipräparaten als eine dunkel himmelblaue, stets scharf begrenzte, grosse Kugel noch in der Nähe des grünen Spermiekerns von der roten Körnerzone umgeben (Taf. VI, Fig, 25). Zuweilen tritt der Glanzkörper aber auch, vielleicht in Folge von Druck bei der Präparation, aus seiner ursprünglichen Lage heraus und lässt sich dann entweder unweit des Spermiekerns (Taf. VI, Fig. 10), oder weiter von ihm ab (Fig. 26 ders. Taf.), im Eiprotoplasma wiederfinden; zuweilen kann er sogar bis an die Nähe der Oberfläche des Eies gedrungen sein.

Der Spermiekern zeigt anfangs keine merkbaren Veränderungen oder Umgestaltungen. Allmählich tritt aber immer deutlicher die Zusammensetzung desselben aus zwei Stücken von etwa gleicher Grösse und Gestalt hervor (Fig 10, 20, 25 der Taf. VI), und schliesslich lässt sich bei geeigneter Lage nachweisen, dass der Kern aus zwei, gewöhnlich etwas gebogenen, zylindrischen Stäbchen (Fig. 26 der Taf. VI) besteht, welche ungefähr dieselbe Grösse und Form haben, wie die des Eikerns. In anderen Fällen und bei anderen Lagen erscheint der Kern als ein unregelmässiger, knotiger Klumpen (Fig. 12 der Taf. VI). Stets behält aber in den Biondipräparaten der Spermiekern während dieser ganzen Periode seine intensiv blaugrüne oder sogar grüne Farbe bei.

Wenn man nun mit diesen Bildern die nach der Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin-Eosin erhaltenen vergleicht, so findet man (Taf. XI, Fig. 19, 20, 21), dass diese hiermit übereinstimmende Verhältnisse, obwohl in schwarzer und roter Färbung, darbieten; man bekommt aber eine interessante Differenz in der protoplasmatischen Substanz der Spermie, wenn man die Abfärbung des Hämatoxylins nicht zu weit treibt; es bildet sich um den Kern eine innere schwärzliche Körnerzone mit ziemlich scharfer Begrenzung nach aussen hin (Fig. 20, 21 der Taf. XI), und nach aussen von dieser Zone findet man eine andere, ebenfalls gelappte Zone von rot gefärbten Körnern; die schwärzliche, noch vom Hämatoxylin besonders gefärbte Zone stammt offenbar von der um den Kern gelegenen Partie grösserer Körner (Fig. 19 ders. Tafel) her. Der Spermiekern färbt sich in diesen Präparaten ganz dunkelschwarz ohne weitere Struktur; man sieht ihn aber auch hier oft aus zwei Stücken zusammengesetzt. Der Glanzkörper erscheint in den früheren Stadien der Umwandlung als ein kugliger heller Körper in dem von der protoplasmatischen Hülle umgebenen Raum (Fig. 19 der Taf. XI).

Wenn man dann in den *Biondi*präparaten die weitere Ausbildung des Spermiekerns verfolgt, so findet man, wie in der Fig. 21 der Taf. VI wiedergegeben ist, die zwei noch blaugrün gefärbten Stäbchen voneinander getrennt in einem kleinen, hellen Blasenraum gelegen; und in diesem Raum sind ausserdem rot sich färbende Körner und Netze entstanden. Die von einer dünnen Hülle umgebene Blase wächst immer mehr; die blaugrünen Chromosomen-Stäbchen zerfallen in kleinere Stücke, welche allmählich *hellblau* werden, und zugleich vermehrt sich die sich rot färbende Substanz. Der Kern liegt noch an seinem früheren Platz in der Mitte des Eies und von der roten, nach aussen stark verästelten Körnerzone umgeben (Fig. 22 der Taf. VI). In dieser Lage kann er noch einige Zeit bleiben. Nachdem er aber zu einer grösseren Kugel angewachsen ist, tritt er gewöhnlich bald aus seiner eigenen Spermiesubstanz in das Eiprotoplasma hinaus, indem er sich der Partie des Eies nähert, wo der Eikern gelegen ist, und den Rest seiner roten Körnerzone verlässt, welche nunmehr halbring- oder hufeisenförmig neben oder hinter ihm zurückbleibt, oder ihm auch auf seiner Wanderung folgt (Fig. 1, 2, 3 der Taf. VII). Während dieser Periode schwindet in dem Spermiekern immer mehr die sich blaugrün färbende Substanz, und zwar bald etwas früher (Fig. 1, 3), bald etwas später (Fig. 2); die sich rot färbende Substanz, oft mit etwas grösseren, nukleolenartigen Körnern versehen (Fig. 3), tritt an ihre Stelle in dem im übrigen hellen, ungefärbten Raum der nunmehr grossen Spermiekernkugel.

Der Eikern, welcher, wie oben beschrieben wurde, bald früher, bald etwas später, ganz ähnliche Veränderungen durchgemacht hat, und der Spermiekern liegen nunmehr nebeneinander, gewöhnlich nur durch eine kleine Protoplasmasubstanz getrennt. In den Hämatoxylinpräparaten kann man die entsprechenden Veränderungen der Kerne wahrnehmen; hier lässt sich aber kein sicherer Unterschied zwischen den in den Biondipräparaten sich so schön und charakteristisch färbenden *blaugrünen* und *rot* färbenden Substanzen nachweisen. Bei starker Hämatoxylinfärbung treten Stäbchen, Körner und Netze sämtlich *schwarz* und schwarzgrau hervor, und von dieser Färbung sind bei weiterer Differenziation in der Eisenalaunlösung alle Übergänge bis zur vollständigen Abfärbung, wobei die rote Eosinfärbung der Körner und Netze eintritt, zu erhalten möglich. In Fig. 9 und 10 der Taf. XI sind zwei solche Spermiekerne wiedergegeben. Der Rest der starkgekörnten Protoplasmasubstanz des Spermiekörpers bleibt in solchen Präparaten gewöhnlich noch als ein schwarzgefärbter Halbring neben dem Spermiekern (Fig. 9 der Taf. XI) zurück. Die Biondipräparate haben auch hier für die vorliegenden Probleme durch ihre scharfe Differenzierung der verschicdenen Stadien in den Veränderungen der Chromosomensubstanz einen besonderen Vorzug.

Nun tritt eine Periode der beiden nebeneinander liegenden Kerne ein, während welcher sie in den Biondipräparaten keine Spuren mehr von sich blaugrün färbender Substanz darbieten. Alles Geformte in ihnen färbt sich nur rot. Die Fig. 5 der Taf. VII gibt in prägnanter Weise dieses Stadium wieder. In beiden Kernen sieht man dünne, rote, gekörnte Stränge in verschiedenen Richtungen durch den hellen Kernsaftraum ziehen, und im Eikern bemerkt man noch dazu einen etwas grösseren roten, kugelförmigen, nukleolusartigen Körper. Aller Wahrscheinlichkeit nach dauert diese Periode der beiden Kerne ziemlich lange und bildet eine Art Ruhestadium. Man trifft nämlich in grösseren Partien des Uteruskanals die Kerne in diesem Stadium in zahlreicher Menge an. In der Nähe des Spermiekerns liegt oft ein kleiner, roter, ovaler Körper von der in Fig. 5 der Taf. VII wiedergegebenen Form; derselbe stellt vielleicht einen Rest des Glanzkörpers dar; seine mehr homogene Beschaffenheit deutet nicht darauf, dass er aus der Protoplasmasubstanz des Spermiekörpers stammt. Diese Substanz hat sich schon in das Protoplasma des Eies distribuiert und lässt sich nicht mehr mit einiger Sicherheit in demselben nachweisen.

Nun fängt aber allmählich eine neue Periode an. In den Biondipräparaten lässt sich diese Periode ganz besonders schön nachweisen und verfolgen. In den beiden Kernen tritt nämlich die sich blaugrün färbende Substanz von neuem auf, und zwar zuerst mit zerstreuten, blaugrünen Körnern in den roten Strängen; sie vermehren sich allmählich und bilden dann mehr zusammenhängende Partien in diesen Strängen, während die rot sich färbende Substanz sich vermindert. Die Fig. 6, 7 und 8 der Taf. VII stellen Beispiele dieses Stadiums dar. Zugleich erscheint aber noch eine Bildung, und zwar im Eiprotoplasma in der nächsten Umgebung der beiden Kerne, gewöhnlich in einem Winkel zwischen ihnen. Es ist dies die stark rot sich färbende Zentrosphäre, mit einem verhältnismässig grossen, stark roten Zentralkörper in der Mittelpartie und einer nur schwach hervortretenden Strahlung in der Peripherie. Die Fig. 6 stellt diese Bildung dar; die Zentrosphäre schiebt bald zwischen die beiden Kerne einen Fortsatz hinein. Nach einiger Zeit teilt sich diese Bildung, wie E. VAN BENEDEN und BOVERI dies zuerst beschrieben haben, in zwei Bildungen derselben Art. Es tritt diese merkwürdige Erscheinung noch deutlicher und prägnanter in den Hämatoxylinpräparaten hervor. In Fig. 12, 13, und 16 der Taf. XI sind drei frühe Phasen dieser Teilung abgebildet. Der schwarz gefärbte Zentralkörper teilt sich zuerst in zwei kleine Körner, und die Zentrosphäre teilt sich zugleich oder sehr bald danach, indem sie sich in die Breite auszieht und allmählich sich in zwei Zentrosphären abschnürt und teilt, wobei die schwach entwickelte Strahlung auch sich teilt und mitfolgt. Die Zentralkörper scheinen sich nun in der Tat, wie die Zentrosphären im ganzen, zu vergrössern, wie Boveri dies geschildert hat; sie trennen sich dann ganz voneinander ab und legen sich einander gegenüber in die Winkel zwischen den beiden zusammengelagerten Kernen, wie die Fig. 11, 15, 17 und 18 der Taf. XI zeigen. Von nun an lässt sich in der Regel nicht entscheiden, welcher von den beiden Kernen der Eikern und der Spermiekern ist; nur in einzelnen Fällen erkennt man den Spermiekern an einem noch vorhandenen, in seiner Nähe befindlichen Rest des Spermiekörpers. In den mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten sieht man in den beiden Kernen die anfangs sehr feinen körnigen Stränge und Geflechte sich zu immer dickeren, gebogenen Bändern umwandeln (Fig. 16, 14, 13, 12, 11, 15, 17, 18 der Taf. XI), welche sich allmählich zu kürzeren, aber noch mehr oder weniger körnig zusammengesetzten Bildungen zusammenziehen; durch die Hämatoxylinfarbe werden sie schwarz oder dunkelgrau gefärbt; die rote Eosinfarbe wirkt in den Präparaten, falls sie nicht zu stark durch das Eisenalaun abgefärbt worden sind, nur auf die feinsten Netzfasern.

In den Biondipräparaten erkennt man dagegen, wie schon oben betont wurde, dass alle die dickeren Stränge in den Kernen eine intensiv blaugrüne Farbe annehmen und sich als echte Chromosomenbänder erweisen (Fig. 8, 9 und 10 der Taf. VII und Fig. 1 und 2 der Taf. VIII). Die rot sich färbenden Elemente vermindern sich gleichzeitig hiermit immer mehr, und zuletzt bleiben nur äusserst fein punktierte, körnige Netze zurück, welche diese Farbe annehmen (Fig. 1 und 2 der Taf. VIII). In wieweit diese roten Netzfasern natürlich sind oder von den Fixiermitteln herrühren, ist schwer zu entscheiden. In diesen Präparaten lassen sich auch die Entstehung und die Ausbildung resp. Teilung der Zentrosphären kontrollieren und verfolgen. In Fig. 1 der Taf. VIII sieht man also die eben geschehene Teilung der Zentralkörper, welche indessen hier schon relativ gross erscheinen. In Fig. 8 der Taf. VII sind die beiden Zentrosphären im Begriffe, sich voneinander zu trennen. In den Fig. 2, 3 und 4 der Taf. VIII sind diese Bildungen schon voneinander getrennt und auf dem Wege zu ihren schliesslichen Plätzen. Bei dieser Färbung erscheinen nun ihre zentralen Teile gewöhnlich gross und stark rot gefärbt; ob diese grossen roten Kugeln wirklich den eigentlichen Zentralkörpern in ihrer Totalität entsprechen, kann ich nicht entscheiden; jedenfalls enthalten sie aber diese Elemente.

Die beiden Kerne, der Spermiekern und der Eikern, sind in der obenbeschriebenen Ausbildung ihrer Chromatinelemente in der Regel ziemlich gleichzeitig. Zuweilen scheint jedoch bald der eine, bald der andere dem Kameraden etwas vorauszueilen, wie z. B. bei den in Fig. 3 der Taf. VII abgebildeten. Die Grösse der beiden Kerne ist zuweilen ungefähr dieselbe, wie bei den in Fig. 4, 5, 10 der Taf. VII, Fig. 2 der Taf. VIII wiedergegebenen Kernpaaren. Oft differiert aber die Grösse, und sie kann in einzelnen Fällen recht bedeutend sein (Fig. 6, 8, 9 der Taf. VII). Man bekommt hierbei den Eindruck, als ob in diesen Fällen der Spermiekern gewöhnlich, obwohl nicht immer, der grössere sei.

Nachdem die Chromosomenbänder sich schon stark entwickelt haben, legen sich die beiden Kerne ganz dicht zusammen und platten sich gegeneinander ab (Fig. 9 der Taf. VII, Fig. 2 der Taf. VIII). In einzelnen Fällen können sie schon dann miteinander verschmelzen; in der Regel bleiben sie aber, wie längst durch die Forschungen von E. VAN BENEDEN, BOVERI u. a. bekannt ist, noch voneinander getrennt, indem jeder Kern noch seine Kernmembran behält. In der Tat kann aber auch bei diesem Tier, wie NUSSBAUM, CAENOY, ZACHARIAS u. a. nachgewiesen haben, in einzelnen Fällen eine Verschmelzung der beiden Kerne recht früh geschehen (Fig. 16 der Taf. XI). Wie oben erwähnt wurde, kann aber auch der Eikern von Anfang an und fortwährend in zwei kleinere Kerne geteilt sein, und dieser Zustand kann in der weiteren Ausbildung sogar noch lange bestehen (Fig. 14 der Taf. XI); es liegen dann drei Kerne um die Zentrosphäre zusammen; wie sich solche Kerne bei der späteren Entwicklung, resp. Verschmelzung, verhalten, vermag ich nicht festzustellen; vermutlich kann aber eine solche Verschmelzung durch eine totale Abgabe der Kernmembranen zuletzt geschehen.

Wie oben erwähnt, legen sich die beiden in normaler Weise ausgebildeten Kerne dicht aneinander, und an den beiden Polen ihrer Berührungsflächen befinden sich die zwei Zentrosphären, wie dies in den Fig. 17 und 18 der Taf. XI wiedergegeben ist. Man erkennt hier, dass in jedem Kern zwei in verschiedener Richtung und Weise schlingernde Chromosomen vorhanden sind. An solchen, mit Hämatoxylin gefärbten Kernpaaren bemerkt man noch das Vorhandensein der Kernmembranen, besonders in dem äusseren Umkreise. In dem in Fig. 18 abgebildeten Paar findet man indessen am inneren Umfang schon ein Undeutlichwerden ihrer Membranen.

Im nächsten Stadium lösen sich die Membranen auf, und die Chromosomenpaare der beiden Kerne, sowohl des Eikerns als des Spermiekerns, liegen von nun an in einer Substanz, welche von dem Eiprotoplasma nicht scharf und bestimmt abgetrennt ist. In Fig. 3 der Taf. VIII findet man die beiden Kerne mit ihren blaugrün gefärbten gewundenen Chromosomenpaaren noch mit geschrumpften Membranen versehen. In Fig. 4 ders. Tafel sind aber diese Membranen verschwunden und aufgelöst, obwohl die Zentrosphären ihre schliessliche Lage noch nicht eingenommen haben. Die Zeit für die Auflösung der Kernmembranen kann offenbar etwas variieren. Das nächste Stadium stellt nun das Auftreten der Spindel zwischen den beiden Zentrosphären, das sogenannte Spindelstadium der Mitose, dar. Dieses schöne Stadium, welches aus den Hämatoxylinpräparaten v. a. durch die Fig. 1, 2 und 4 der Taf. XII und aus den Biondipräparaten durch die Fig. 5—8 der Taf. VIII vertreten ist, zeigt bekanntlich die beiden aus dem Eikern und die beiden aus dem Spermiekern stammenden Chromosomenstäbe nebeneinander in der Äquatorialplatte flach ausgebreitet. Aus ihrer Lage und Gestalt lässt sich nicht sicher nachweisen, aus welchem der beiden Kerne die einzelnen Chromosomen stammen. In der Seitenansicht der Spindel erscheinen die vier Chromosomen in der Regel als ein in ihrer Mitte quer verlaufender Streifen, in welchem die einzelnen Chromosomen nicht deutlich, oder jedenfalls nur teilweise, sichtbar sind. Nur in seltenen Fällen kann man sie, wie in der Fig. 1 der Taf. XII, an einem Schnitte als getrennte kleinere Stücke der vier Chromosomen nachweisen. Zuweilen lassen sie sich aber in schwach schiefer Ansicht der Spindel perspektivisch teilweise überblicken, wie in Fig. 5 der Taf, VIII. In der Regel sieht man sie wie in Fig. 6 ders. Tafel. In stark perspektivischer Lage, wie in Fig. 9 der Taf. VIII, lassen sie sich jedoch zuweilen in ihrer besonders oft vorkommenden Gestalt und Lage nachweisen; alle vier sind hier an ihrer Mitte winklig gebogen und kehren diese Biegungen nach innen gegen die Achse der Spindel. Vor allem lässt sich aber die Anordnung und Form an solchen Schnitten der Spindel überblicken, welche quer durch dieselbe in der Äquatorialplatte treffen, wie die Fig. 4 der Taf. XII und die Fig. 7 und 8 der Taf. VIII diese Ansicht wiedergeben. Die Form und die Anordnung der Chromosomen können in mancher Weise variieren; die hier abgebildeten Eier sind also nur einige Beispiele dieser Formation. Von anderen Autoren sind auch schon längst eine grosse Anzahl von derartigen Variationen, obwohl in ganz kleinem Massstab, wiedergegeben; ich will mich deshalb auf diese Sache nicht weiter einlassen, sondern nur betonen, dass diese vier Chromosomen in der Äquatorialplatte immer in prägnanter Weise in den Biondipräparaten ihre *blaugrüne* Farbe behalten; diese so gefärbten Bilder sind deshalb sehr schön und charakteristisch.

Bald trifft nun die *Längsspaltung* dieser vier Chromosomen ein. In der Fig. 8 der Taf. VIII ist sie schon deutlich angelegt; ebenso in Fig. 2 der Taf. XII. Nach geschehener Spaltung tritt in bekannter Weise je eine-Hälfte der geteilten Chromosomen nach je einem Pol der Spindel, und sie behalten in den Biondipräparaten hierbei ihre intensive *blaugrüne* Farbe (Fig. 10 und 11 der Taf. VIII, Fig. 1 und 2 der Taf. IX).

Bald verändern sich aber wieder die Verhältnisse. Nachdem die Hälften der gespaltenen Chromosomen je ihren Pol der Spindel erreicht haben, beginnen sie bald in eine Menge kleiner Stücke zu zerfallen. In den Fig. 7, 8, 9, 10 der Taf. XII erkennt man diesen Zerfall in schwarzgefärbte Körner sehr dcutlich; in Fig. 7 ist derselbe schon im Begriffe einzutreten, indem die Chromosomen hier knotig erscheinen; in den Fig. 8, 9 und 10 ist aus ihnen eine Menge von Körnern gebildet.

Wenn man nun die entsprechenden Phasen in den Biondipräparaten aufsucht, so findet man (Fig. 3 und 4 der Taf. IX), dass die Körner, in welche die vier gespaltenen Chromosomenschlingen sich aufgelöst haben, zwar noch eine blaugrüne Farbe behalten, aber jedenfalls nicht so intensiv und ausgesprochen, sondern schon in einer bleicheren Nuance. Die achromatische Spindelsubstanz zeigt bei dieser Färbung nur eine schwach rote Farbe mit mehr oder weniger deutlicher rötlicher Streifung von Pol nach Pol. Wenn die beiden gespaltenen Chromosomengruppen voneinander nach den Polen abziehen, erscheint die zwischen ihnen liegende Partie (Fig. 1, 2 der Taf. IX) sehr hell, die nach aussen von ihnen befindlichen, den Zentrosphären zugekehrten Teile der Spindel sind ge wöhnlich stärker rot gefärbt, was auch hier auf ein Zusammenziehen von achromatischen Spindelfasern hindeutet (Fig. 1, 2, 3 der Taf. IX und Fig. 10, 11 der Taf. VIII). Bei der gleichzeitig mit diesen Veränderungen in der Kernsubstanz auftretenden und bald vorsichgehenden Abschnürung und Teilung des Eikörpers wird die zurückgebliebene mittlere achromatische Spindelpartie von ihrer früheren, rundlich elliptischen Form in eine verlängerte und länglich elliptische Gestalt ausgezogen und schliesslich in eine zuerst zylindrische und dann von den Seiten immer mehr eingekniffene und eingeschnürte Form verändert (Taf. XII, Fig. 5, 8; Taf. IX, Fig. 1, 2, 3, 4), um dann zu verschwinden.

Die beiden im Biondigemisch noch blaugrün zu färbenden Chromosomenkörnerhaufen des sich also teilenden Eikörpers, welche in je einer hellen achromatischen Substanz liegen (Fig. 3, 4 der Taf. IX), zeigen oft noch einige nach der Teilungsebene hin mehr oder weniger weit sich erstreckende Arme (Fig. 9, 10 der Taf. XII), in welchen auch Körner liegen. Nun tritt aber in diesen beiden Körnerhaufen eine bedeutsame Veränderung ein. Die Haufen schnüren sich zu einigen, gewöhnlich ungleich grossen Blasen ab, welche sich zugleich mit je einer dünnen Haut umgeben; es scheint, als ob diese Blasen den früheren Chromosomenschlingen entsprechen, was ja auch mit den ähnlichen Befunden bei der Eiteilung anderer Tiere übereinstimmt, obwohl, wie in den früheren Körnerhaufen,

wie sie in Fig. 4 der Taf. IX vorliegen, eine Trennung in je vier Gruppen nicht nachweisbar ist.

Bei diesem Übergang zu getrennten Blasen schwindet allmählich auch die blaugrüne Färbbarkeit der Körner im Biondigemisch, indem anfangs einzelne Körner noch diese Farbe annehmen (Fig. 5 der Taf. IX), die meisten aber rot werden. Bald schwindet aber die blaugrüne Färbbarkeit vollständig, und alle Körner in den Chromosomenbläschen werden stark rot. Dann verschmelzen die einzelnen Blasen miteinander; anfangs hängen sie noch schlauchartig miteinander zusammen, wie in der Fig. 6 der Taf. IX, oder zwei bis drei vereinigen sich zu einer grösseren Blase, während die vierte noch abgetrennt bleibt (Fig. 5 der Taf. IX, oben). Bald fliessen sie aber alle in jeder Eihälfte zu einem einzigen Schlauch zusammen, an dem man in sehr vielen Fällen noch bis vier kürzere oder längere Arme bemerkt, die sich nach der früheren Teilungsebene erstrecken (Fig.7 der Taf. IX; Fig. 4 der Taf. XIII). In diesem Stadium des geteilten Kerns, welches offenbar einem echten »Ruhestadium» entspricht, sind die noch dünnen, netzartigen Stränge im »Kernsaft» samt ihren in diesen aufgehängten Körnern nach der Behandlung mit dem Biondigemisch sämtlich intensiv *dunkel rot;* die roten Stränge und Körner erstrecken sich bis in die Enden der Kernarme hinaus. Solche verästelte Kerne sind schon längst von den Autoren beschrieben und abgebildet worden und kommen in Menge vor. Bei der Färbung derselben mit Hämatoxylin treten ihre Konturen noch schärfer hervor; die in ihnen befindlichen Körner und Fäden färben sich bei geeigneter Differenzierung schwarz. In manchen Präparaten sind sie sogar in überwiegender Anzahl vorhanden; doch glaube ich kaum, dass sie ein besonderes Stadium der Ausbildung bezeichnen, so dass alle Kerne zu einer gewissen Zeit ihrer Entwicklung diese Gestalt haben.

Allmählich tritt dann in den Kernen wieder eine Veränderung ihres Inhalts ein. Die feinen Fasern in ihnen ziehen sich zu dickeren Strängen zusammen, und die Körner sammeln sich in ihnen zu grösseren Klumpen (Fig. 4 der Taf. XIII), wobei diese gekörnten Stränge in der Regel quer oder schief über den länglich ausgezogenen Bauch des Kerns ziehen und in die erwähnten Fortsätze desselben hinabsteigen, in welchen die Körner jedoch gewöhnlich noch feiner sind und noch zerstreuter liegen. Wenn man nun die entsprechenden Biondipräparate untersucht (Fig. 8, 10 der Taf. IX), so findet man, dass die zusammengezogenen und verbreiterten Stränge in ihnen blaugrün geworden sind. Es ist mir nicht gelungen, zu ermitteln, ob die Stränge in dem Stadium der Fig. 8 einen zusammenhängenden Faden bilden, oder an einigen Stellen unterbrochen sind. Bald werden diese Stränge noch dicker und kürzer, und dann sieht man deutlich, dass sie in den Kernfortsätzen frei endigen, also wirklich unterbrochen sind (Fig. 10 der Taf. IX). Ihre blaugrüne Farbe ist bald noch intensiver geworden, und nichts in ihnen tritt mehr in roter Farbe hervor. Der Kern bereitet sich wieder zur Teilung vor. Die während der ganzen nun verlaufenen Periode an seinem äusseren Umfang gelegene Zentrosphäre (Fig. 6, 7, 8 der Taf. IX; Fig. 1, 2, 3 der Taf. XIII) teilt sich bald in ähnlicher Weise wie bei der ersten Teilung, und die beiden Tochterzentrosphären legen sich den entgegengesetzten Polen des Kerns an; eine Spindel entsteht nach dem Verschwinden der Kernmembran u. s. w.

In den beiden durch die erste Teilung des Eies entstandenen Tochterzellen geht, wie v. a. ZUR STRASSEN betonte, der neue Teilungsprozess oft nicht ganz gleichzeitig und parallel vor sich, und die Teilungsachsen derselben stehen mit geraden Winkeln gegeneinander. Diese beiden Eizellen haben ja für die Bildung des neuen Tierkörpers besondere Aufgaben. Die erste Teilung ist eine inäquale, indem die »obere» Zelle (Nr. I zur Strassen's) konstant etwas grösser als die »untere» (Nr. II) ist. Die obere grössere liefert durch ihre Nachkommen nur das »Ektoderm», die untere kleinere dagegen die Mehrzahl der Organsysteme, nämlich die Geschlechtsanlage, das Mesoderm, den gesamten Verdauungstractus und einen Teil der Körperbedeckung (Boveri, zur Strassen). Von dem Teilungsprozesse dieser Tochterzellen habe ich auf den Tafeln XIII und X einige Beispiele wiedergegeben, welche das Verhalten derselben anzeigen. In Fig. 5 der Taf. XIII ist in Hämatoxylin-Eosinfärbung ein Ei abgebildet, in dem sich die untere Zelle (II) schon in zwei neue Tochterzellen mit je einem Kern in einem neuen Teilungsstadium begriffen geteilt hat, während die obere Zelle sich noch im Spindelstadium befindet. In den Biondipräparaten findet man nun, dass die Chromosomen sich vor, während und einige Zeit nach der Teilung im Spindelstadium intensiv blaugrün färben (Fig. 1 und 2 der Taf. X), wogegen sie in den Ruhestadien dazwischen nur die rote Farbe annehmen (Fig. 3, oben auf derselben Taf.). Es herrschen hier also dieselben Gesetze wie bei der ersten Teilung des Eies, und ich brauche nicht weiter auf die Einzelheiten einzugehen. Bei jedem folgenden Teilungsakte wiederholt sich dann dasselbe Gesetz.

In den Blastula- und Gastrulastadien geschieht noch insofern dasselbe, dass bei jeder Teilung der Zellen vor, während und etwas nach dem Spindelstadium die Chromosomen intensiv blaugrün hervortreten (Fig. 5 der Taf. X). In dem Ruhestadium zwischen den Teilungsakten verschwindet aber hier die blaugrüne Farbe nicht, sondern wird nur etwas bleicher und geht nicht in eine rote über. Dies stimmt also mit dem Verhalten der Chromosomen der Kerne in der Blastula und Gastrula der Eier der Echinodermen überein. Die Fig. 5-8 der Taf. X stellen einige Vertikalschnitte von Gastrulae der Ascaris dar. Nachdem ich nun das Verhalten der Chromosomen bei der Anwendung des Biondigemisches während einer Reihe von Teilungsstadien des Eies von Ascaris megalocephala geschildert und bildlich dargestellt habe, gehe ich zu der Beschreibung des anderen Themas, das ich mir diesmal vorgelegt habe, nämlich zur Eruierung *der Struktur des Protoplasmas* und im ganzen des eigentlichen Körpers des Ascariseies über, um so mehr als die Darstellung desselben, welche in neuerer Zeit gegeben wurde, meiner Ansicht nach jedenfalls nicht gut und erschöpfend ist.

Wenn ich die älteren Angaben über den Bau des Protoplasmas im Ascarisei durchmustere, finde ich indessen, dass in denselben schon mehrere Befunde vorkommen, die meiner Ansicht der Wahrheit weit näher stehen, als man in neuerer Zeit anzuerkennen scheint.

In seinem grossen Werke vom J. 1883¹) lieferte E. VAN BENEDEN eine eingehende Darstellung vom Baue des Protoplasmas und des Dotters des Ascariseies. Ausser dem eigentlichen Protoplasma beschrieb er in diesen Eiern besondere Bildungen dreierlei Art, nämlich die Sphères hyalines, die Gouttelettes homogènes und die Corpuscules réfringents et brillants. »Si l'on écarte», sagt er, »par l'imagination les sphères hyalines, les gouttelettes homogènes et les corpuscules réfringents du vitellus, il reste une charpente réticulée, un système de couches, de lames et de poutrelles anastomosées en un reseau; elles sont constituées par une substance finement ponctuée et forment ensemble le corps protoplasmique de l'oeuf. Le protoplasme forme à la périphérie une couche continue et ininterrompue; de sa face interne se détachent les lames et les poutrelles qui s'anastomosent entre elles de façon à circonscrire des espaces d'étendue très variable, que remplissent les éléments figurés et les gouttelettes homogènes du vitellus»... » La substance protoplasmique est partout manifestement ponctuée. Dans les plus minces lamelles on ne distingue parfois qu'une rangée de ponctuations; dans les trabécules plus épais on en voit deux ou plusieurs courant d'habitude parallèlement les unes aux autres. Les points sont réunis entre eux par des lignes d'une extrème tenuité : il semble que les granules punctiformes sont enfilés sur des filaments ou plutôt que les grains ne sont que des renflements parfois équidistants de fibrilles moniliformes. La substance protoplasmique se constitue seulement en partie de ces fibrilles; entre elles doit exister une substance interfibrillaire. En effet, quand deux ou plusieurs fibrilles moniliformes courent parallèlement les unes aux autres, on distingue toujours entre elles des espaces qui ne peuvent être vides ... Je n'ai jamais pu voir d'une façon bien manifeste si les grains correspondants de fibrilles voisines et parallèles entre elles sont reliés entre eux; mais les détails de structure que révêle l'étude du protoplasme constitutif du corps des spermatozoïdes me porte à croire qu'il en est ainsi dans le protoplasme ovulaire, que les grains ne sont que les noeuds au niveau desquels les fibrilles s'anastomosent entre elles, en d'autres termes, que la charpente protoplasmique consiste en un treillage dont les mailles sont occupées par une substance interfibrillaire, tandis que les points de jonction des fibrilles constitutives du treillage sont de petites nodosités apparraissant sous forme de granules punctiformes... Si l'on examine la surface de l'oeuf en ¹/18° homogène, de façon à voir de face la couche sarcodique périphérique du vitellus, on distingue la même apparence ponctuée et l'on reconnait fort bien çà et là que les

grains sont réunis entre eux par des filaments excessivement tenus... Mais il est loin d'en être toujours ainsi: en beaucoup d'endroits les grains sont disséminés sans ordre apparent et l'on ne parvient pas à voir lcs fibrilles qui les réunissent entre eux. Les fibrilles sont le plus souvent rectilignes; mais pas toujours.»

Ich habe hier VAN BENEDEN'S Ausserungen so ausführlich und auch wörtlich angeführt, um darzutun, dass er die Struktur des Protoplasmas hauptsächlich richtig gesehen hat. Kurz zusammengefasst, war die von ihm erlangte Auffassung hiervon die, dass das eigentliche Protoplasma des Ascariseies aus zwei Teilen bestehe: aus *feinen Fibrillen*, welche ein »Netzwerk» bilden, dessen Knotenpunkte als feine Körnchen erscheinen, und einer *interfibrillären Substanz*. Die Abbildungen, die er davon gibt, sind indessen in gar zu kleinem Massstab ausgeführt und wenig erläuternd.

Im Jahre 1887 veröffentlichte VAN BENEDEN seine neuen, zusammen mit NEXT ausgeführten Untersuchungen über das Ascarisei.²) In dem Kapitel »Origine des sphères attractives, des asters et du fuseau achromatique» besprechen die Autoren die fibrilläre Ausbilduug dieser Formationen: »Il est facile de voir que les fibrilles achromatiques sont moniliformes, qu'elles sont formées de microsomes réunies entre eux par des interfils. On peut. voir aussi çà et là que les microsomes de fibrilles voisines sont réunis entre eux transversalement, de telle sorte que les fibrilles ne sont très probablement que des parties plus apparentes, à cause d'une plus grande épaisseur, du treillis protoplasmique».

¹) EDOUARD VAN BENEDEN, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Arch. de Biologie T. 4, 1883 – aussi comme ocuvre sépar, Gand, Paris et Leipzig.

²) EDOUARD VAN BENEDEN et ADOLPHE NEYT, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez l'Ascaride mégalocéphale. Communication préliminaire. Bull. de l'Acad. royale de Belgique. 3me Sér., T. XIV, N:o 8. 1887.

In seiner im Jahre 1888 herausgegebenen berühmten Arbeit über »Die Befruchtung und Teilung des Eies von Ascaris megalocephala» besprach Boveri) im Zusammenhang mit seiner Darstellung seiner Archoplasma-Lehre gelegentlich die Frage von der Struktur des Protoplasmas der Ascariseier. »Die Konstitution der Zellsubstanz des Ascariden-Eies ist eine sehr komplizierte», äusserte er, »und ich kann nicht behaupten, dass ich imstande gewesen wäre, dieselbe vollkommen zu analysieren. Was vor allem eine richtige Vorstellung erschwert, das sind die ausserordentlich wechselnden Bilder, die man mit verschiedenen Reagentien, ja mit einem und demselben Reagens erhält... Ich beschränke mich daher auf die ganz allgemeine Angabe, dass nach den verschiedenen Präparaten, die ich gesehen habe, die Zellsubstanz aus einer homogenen Grundsubstanz gebildet wird, in der sich ein feinfädiges, bald eng-, bald weitmaschiges Gerüst ausbreitet. Zwischen diesem Fadenwerk sind in die Grundmasse grössere und kleinere Dotterkörper, sehr kleine regellos zerstreute Körnchen und eine spezifische, je nach dem Entwicklungszustand des Eies körnige oder fädige Substanz eingelagert. Was ich im Folgenden mitteile, bezieht sich fast ausschliesslich auf diese letztere Substanz. Die übrigen Bestandteile der Zelle nehmen, wie es scheint, an dem Teilungsvorgang keinen aktiven Anteil, sondern werden bei der Durchschnürung der Zellsubstanz ihrer Lage entsprechend einfach auf die Tochterzellen verteilt.» Boveriging dann zur Darstellung des Archoplasmas über, welches er als »eine von den übrigen Zellbestandteilen verschiedene Substanz» auffasste und in dem früheren Stadium als eine Anhäufung um den in das Ei eingedrungenen Samenkörper als Zentrum durch Attraktion des letzteren auf jene Substanz bedingt fand. Bei der späteren Wanderung des Samenkörpers zu dem Eikern, verliert jener die Beziehung, in der er bisher zu der Archoplasmakugel gestanden hat, sehr rasch und nimmt den Archoplasmahof nicht mit sich, sondern verlässt ihn. Nachdem das Zentrosoma entstanden ist, übt es »auf das in der Zelle enthaltene Archoplasma eine Attraktion aus derart, dass es, um sich selbst als Zentrum, diese Substanz zu einer dichten körnigen Kugel kontrahiert».

Von der Entwicklung der fädigen Strahlen gab Boveer folgendes Bild: "Die in radialer Richtung aufeinander folgenden Mikrosomen der ursprünglichen Kugel treten miteinander durch feine Fibrillen in Verbindung, wodurch ein kontinuierlicher Faden entsteht, an dem jetzt die Körnchen als Anschwellungen imponieren. Die Verlängerung des Fadens geschicht dadurch, dass zuerst die peripher gelegenen Mikrosomen sich weiter voneinander entfernen... Je weiter ein Radius in die Zellsubstanz hinausreicht, um so mehr Mikrosomen werden zu seiner Bildung in Mitleidenschaft gezogen... Es wäre möglich, dass schon in der ruhenden Archoplasmakugel die benachbarten Mikrosomen durch Fibrillen miteinander verbunden sind und so nur die verdickten Knotenpunkte eines feinen Balkenwerks darstellen, welche Struktur VAN BENEDEN dem ganzen "Protoplasma» zuschreibt und welche er in der mit NENT gemeinsamen Arbeit auch für die "Sphères attractives» anzunehmen scheint. Nachweisbar ist jedoch ein solcher Zusammenhang an meinen Präparaten nicht... Ich neige mich vorderhand zu der Ansicht, dass die einzelnen Archoplasmamikrosomen selbständige Gebilde, nicht Knotenpunkte eines einheitlichen Gerüstwerks sind, und dass dieselben erst zur Zeit der radiären Ausbreitung des Archoplasmas in der Zelle eine Verbindung miteinander eingehen, ohne dabei ihre Selbständigkeit aufzugeben». Boveen schildert auch die Teilung des Archoplasmas zu zwei vollkommen getrennten Kugeln, jede mit ihrem Zentrosoma im Mittelpunkt, auseinander gerückt.

In den übrigen Publikationen über die Entwicklung und die Befruchtungsvorgänge der Ascariseier kommen zwar einzelne Angaben über den Bau des Protoplasmas vor. Die meisten derselben sind aber nur unbestimmt und wenig erläuternd. Von denselben will ich deshalb hier nur folgende anführen und besprechen.

So findet man z. B. schon im J. 1884 die Schilderung der Zellsubstanz des Ascariseies von M. Nussbaum²): als netz- oder filigranartig angeordnetes Protoplasma mit seinen feinen eingelagerten Körnchen, daneben noch helle glänzende Kugeln und an der Peripherie des Dotters glänzende farblose Krystalle.

CARNOR³) äusserte im J. 1886: »Le protoplasme est formé d'un réticulum et d'un enchylème. On doit se garder de confondre ses trabécules avec les cordons protoplasmatiques déliés. Les trabécules du protoplasme sont toujours simples, les cordons au contraire sont formés d'un nombre plus ou moins considérable de couches de mailles repoussées ou ratatinées. Il forme un tout continue qui se transforme totalement ou partiellement en asters ordinaires et en asters de divers ordres pendant la chinèse, pour repasser en suite à l'ëtat de rëticulum au repos. En outre on peut y rencontrer des enclaves: les vacuoles et les plaques vitellines.»

- 2) M. NUSSBAUM, Über die Veränderungen der Geschlechtsprodukte bis zur Eifurchung. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 23, 1884.
- ³) J. B. CARNOY, La segmantation chez les nématodes. La cellule, III, 1886.

¹⁾ THEODOR BOVERI, Zellen-Studien. Heft 2, 1888.

Ob die Gebrüder Zoja¹) in den beiden Mitteilungen, welche kürzlich von Meves hinsichtlich des Verhaltens der »Plastidulen» der Spermien im Ascarisei nach der Befruchtung angeführt worden sind, eine nähere Darstellung der Protoplasmastruktur dieser Eier gegeben haben, ist mir leider nicht bekannt, da dieselben in mir nicht zugänglichen italienischen Veröffentlichungen aus den Jahren 1891 und 1896—1898 gedruckt sind.

Im J. 1897 erschien eine die Protoplasmastruktur ausführlich behandelnde Abhandlung von R. v. ERLAN-GER?), welche auch ganz besonders das Ascarisei betrifft. In dieser Arbeit schloss sich v. ERLANGER hinsichtlich des Protoplasmas den Ansichten seines Lehrers Bütschli an. Ich führe aus seiner Darstellung hier folgendes Zitat an: »Es lässt sich an diesen Objekten (Furchungszellen von Amphibieneiern) nachweisen, wie das ruhende Cytoplasma ein gleichmässig wabiges Gefüge besitzt³) und die Spindelfigur allmählich aus der Umordnung der Cyto- oder Karyoplasma-Alveolen zu Längsreihen entsteht. Ganz dasselbe zeigt das Ascarisei³). Ich habe zum Vergleiche und zur Controlle eine Reihe von anderen Objekten in derselben Hinsicht geprüft... und stets gefunden, dass das ruhende Cytoplasma wabig gebaut ist³) und dass die Spindelfigur aus der Umlagerung von Cyto- oder Karyoplasma-Alveolen hervorgeht».

Diesc Anschauung von einer wabigen Struktur des Eiprotoplasmas im Sinne Bütschli's hat in neuerer Zeit offenbar viele Anhänger gewonnen.

Schliesslich hat dann FR. MEVES⁴) in seiner in diesem Jahre erschienenen Arbeit *• Uber die Beteiligung der Plastochondrien an der Befruchtung des Eies von Ascaris megalocephala*, im Anschluss an seine vorigen Arbeiten, auch die Protoplasmafrage im allgemeinen berührt.

In Anbetracht dieser in der biologischen Wissenschaft so bedeutungsvollen Frage will ich die betreffenden Angaben und Ansichten des hervorragenden Histologen etwas eingehender besprechen.

Wie ich schon früher hervorgehoben habe, ist es zu bedauern, dass MEVES von der BENDA'schen Mitochondrientheorie gewissermassen auf einem Umweg zu der Behandlung der eigentlichen Protoplasmastruktur im allgemeinen gelangt ist, statt von Anfang an an die Beobachtungen und Ansichten seines hochverdienten Lehrers FLEMMING über den Protoplasmabau direkt anzuknüpfen. Eben infolge dieses Umweges sind wir mit einer Reihe von Namen und Bezeichnungen bereichert worden, welche jedenfalls nicht geeignet sind. die so überaus wichtigen Fragen und Probleme zu erläutern und zu erklären: Man ging von den als ganz spezifische Elemente von Anfang an betrachteten »Mitochondrien» aus — dann entstanden die »Chondriokonten» oder »Plastokonten», »Plastochondrien», und schliesslich die »Chondriosomen» und »Plastosomen». Wenn man nun untersucht, was für einer neuen Art von Begriffen alle diese neugeschaffenen Termen und Bezeichnungen entsprechen, so findet man, dass die zuletzt angegebenen Namen den von FLEMMING schon längst erkannten und als Mitom oder Fila beschriebenen gekörnten Fäden sowie den von E. VAN BENEDEN mit Mikrosomen versehenen Fibrillen entsprechen. MEVES identifiziert nun selbst auch die Mitochoudrien mit den Körnern ALTMANN's. In seiner hier angeführten letzten Abhandlung sagt er ja (S. 684) selbst: »Die Chondriokonten oder Plastokonten sind mit den Fila FLEMMINGs von 1882, die Mitochondrien oder Plastochondrien mit den Körnern ALTMANN's identisch.»")

MEVES betont, dass der positive Nachweis fehlte, »dass sich im Protoplasma eine spezifische Struktur, ein Idioplasma im Sinne Nägell's findet, welches bei der Befruchtung mitwirkt. Die Frage, welche Struktur hierfür in Betracht kommen könnte, stellt uns vor *die andere, welche Struktur dem Protoplasma überhaupt zukommt.*»³)

»Es ist bekannt», fügt MEVES hinzu, »dass in dieser Beziehung lange Zeit zwei Theorien einander gegenüber gestanden haben, die *Fadenlehre* FLEMMING'S (1882) und die *Granulalehre* ALTMANN'S (1890). Ich habe», sagt er, »neuerdings beide in der Theorie der *Chondriosomen* oder *Plastosomen* vereinigt, von denen ich gezeigt habe, dass sie bald in Form von Fäden, *Chondriokonten* oder *Plastokonten*, bald in derjenigen von Körnern, *Mitochondrien* oder *Plastochondrien*, auftreten».³)

Es ist nun aber zu betonen, dass FLEMMING seine Fila oder sein Mitom schon lange vor MEVES als gekörnte

Fäden beschrieb, und dass deshalb auch seine Bezeichnungen die Priorität haben müssen.

¹) L. und R. ZOJA. Intorno ai plastiduli fucsinofili (bioblasti del Altmann), Mem. ist. Lomb. sc. lett. Milano. Vol. 16, 1891. – ZOJA, R., Stato attuale degli studi sulla fecondazione. Diss. di lib. docenza. Bolletino scient. Anno 18–20. Pavia 1896–98.

²) R. v. ERLANGER, Beiträge zur Kenntniss der Structur des Protoplasmas, der karyokinetischen Spindel und des Centrosoms. Archiv f. mikroskop. Anat. u. Entwickl.gesch. Bd. 49, 1897.

³) Von mir kursiviert.

4) FR. MEVES, Über die Beteiligung der Plastochondrien an der Befruchtung des Eies von Ascaris megalocephala. Archiv f. mikroskop. Anat. u. Entwickl., gesch., Bd. 76, 1911.

Eine andere Frage ist die, ob die Altmann'schen Granula wirklich mit den Körnern des Mitoms von FLEMming identisch sind; ich will aber diesmal diese Frage nicht näher berühren, und dies um so weniger, als die Behandlung derselben für mein jetziges Thema nicht nötig ist. Dagegen soll hervorgehoben werden, dass die Fibrillen VAN BENEDEN'S mit ihren Mikrosomen den gekörnten Fäden FLEMMING'S entsprechen, obwohl VAN BENEDEN teilweise unsicher war, ob er die Mikrosomen als eigentliche Körnchen oder nicht vielmehr als Knotenpunkte des Fibrillenwerkes aufzufassen hätte. Mit dem ursprünglichen Begriff Mitochondrien von Benda sind aber FLEMMING's Körnchen und VAN BENEDEN'S Mikrosomen nicht identisch. Der Name Mitochondrien BENDA's bezeichnete ja - und dies kann nicht genug betont werden - von Anfang an spezifische Körner in den männlichen Sexualzellen, wo diese Körner an den Spermien mit den von v. BRUNN schon weit früher entdeckten grossen Körnern identisch waren, und wurde nur allmählich auch auf Körnchen in anderen Zellarten übertragen. Wenn der Name »Mitochondrien» wirklich aufrecht erhalten werden soll, sollte er jedenfalls nicht mit den Körnchen FLEMMING's (und VAN BENEDEN'S) in dem Fadenwerk des Protoplasmas im allgemeinen identifiziert, sondern als eine Art höher differenzierte oder spezifizierte Körner in den männlichen Sexualzellen aufgeführt werden, obwohl man in dieser Hinsicht, da man ihre wirkliche Spezifizität noch so wenig kennt, sehr vorsichtig sein muss. Bevor man tiefer in die Kenntnis der wahren Natur der im Protoplasma zu findenden Elemente einzudringen vermag, ist es besser, nicht eine Reihe von unklaren Bezeichungen zu formulieren und festzuschlagen, weil dies recht viel Verwirrung verursachen kann und auch schon verursacht hat.

Ich habe dies hier noch einmal hervorheben wollen, gewiss nicht um die Verdienste des genannten ausgezeichneten Histologen zu schmälern, sondern weil ich in der noch zu frühen Feststellung einer Reihe streng wissenschaftlich lautender Termini technici mit griechischen Namen, aber mit sehr schwankenden und sich von Jahr zu Jahr verändernden Begriffen, eine Gefahr für die wahre Entwicklung unserer Wissenschaft auf diesem hochwichtigen Gebiete sehe. Es ist meiner Ansicht nach nötig, bevor man neue Bezeichnungen und Termini konstruiert, in die Struktur des Protoplasmas und dessen Einschlüsse noch tiefer und in möglichst weitem Umfang einzudringen. Man möchte hoffen, dass der sehr schaft beobachtende, aber auch sehr kritisch beurteilende Geist FLEMMING's noch fortlebe und wirke, damit die Forschung nicht auf Irrwege gerate. Es ist gewiss wichtiger, noch manches neue Material für eine umsichtige Beurteilung einzusammeln und bis auf weiteres die Unzulänglichkeit unserer bisherigen Kenntnisse zu erkennen, als zu früh die Begriffe zu konstruieren und die Bezeichnungen festzustellen. Die *Mitochondrien* sind ja eben ein warnendes Beispiel. Mir war es schon seit lange klar, dass der Mitochondrien-Begriff ein sehr unbestimmter, unsicherer und schwankender sei. Von der anfänglichen Bezeichnunge BENDA's ganz spezifischer Elemente ist dieser Begriff, ich betone es noch einmal, nun so weit gekommen, dass MEVES selbst, welcher dieser Meinung früher huldigte, jetzt die Mitochondrien mit den alten Körnern ALTMANN'S für identisch erklärt, sowie seine eigenen Chondriokonten mit den alten Fila FLEMMING's identifiziert.

In der neuesten Literatur auf diesem Gebiete findet man hier und da die Wirkungen der fraglichen Begriffsschwankungen deutlich hervortreten, ohne dass die verschiedenen geehrten Autoren es selbst eingesehen haben. Wenn man nur mit Eisenalaun-Hämatoxylin oder nach der BENDA'schen Methode in dem Protoplasma der Zellen Körnchen oder Fädchen gefärbt erhalten hat, ist man mit dem Schluss fertig, sie als spezifisch differenzierte Elemente aufzufassen und sie als Mitochondrien, oder Chondriokonten, u. s. w. zu bezeichnen. Und doch weiss man hinsichtlich derselben nicht mehr, als dass man die fraglichen Elemente derart färben konnte. Mit dem vortrefflichen Eisenalaun-Hämatoxylin kann man aber beinahe alles färben; dann hängt auch die Spezifizität der Elemente von der relativen Abfärbbarkeit in Eisenalaun, welche bald bis zur vollständigen Abfärbung geht, ab. Hierbei ist aber die Beurteilung sehr schwer und muss sehr kritisch sein. Dies sollte eigentlich allen Histologen von Hause aus klar sein; es scheint aber, als ob man es nicht deutlich genug einsähe.

Nach diesem Ausfluge kehre ich nun wieder zu der Besprechung der Befunde von MEVES in seiner betreffenden Abhandlung über die Struktur des befruchteten Ascariseies zurück. In Übereinstimmung mit HENSEN'S Ansicht, dass kein Grund vorliege, hinsichtlich der Vererbungsvorgänge die protoplasmatische Substanz des Zoosperms zu vernachlässigen, und nach seinen eigenen Befunden, ›dass Chondriosomen oder, wie ich sie», sagt MEVES, ›von nun an ausschliesslich nennen werde, Plastosomen (d. h. Plastokonten oder Plastochondrien) in allen embryonalen Zellen gegenwärtig sind ›, und infolgedessen ›die Plastosomen als die Vererbungsträger des Protoplasmas oder als protoplasmatisches Idioplasma angesprochen » werden möchten, nahm er die Untersuchung über das Ascarisei auf, in welchem die Gebrüder L. und R. Zoja im Jahre 1891 gezeigt hatten, dass bei der Befruchtung dieses Tieres die ALTMANN'chen Bioblasten des Spermiums, von ihnen »Plastidulen» genannt, sich mit denjenigen des Eies vereinigen. MEVES benutzte hierzu mit besonderem Vorteil das ALTMANN'sche Gemisch (Osmiumsäure-Kaliumbichromat-Säurefuchsin-Anilinwasserlösung). Das am Ende des Eileiters angekommene Ei zeigt dann nach ihm den folgenden Bau: »Es enthält einen zentral gelegenen Kern, welcher infolge der starken Osmierung völlig homogen aussieht; eine meistens vorhandene Unregelmässigkeit des Konturs ist wahrscheinlich auf Schrumpfung zurückzuführen». Im Protoplasma fallen am meisten grosse, kugelige, homogen erscheinende Gebilde, die Sphères hyalines von VAN BENEDEN, auf, in denen man eine dunklere Rindensubstanz und ein helleres Innere unterscheiden kann; ferner die »Gouttelettes homogènes» VAN BENEDEN'S; ferner dic »Corpuscules réfringents» desselben Forschers, in denen »es sich um kleine Klümpchen von punktförmigen Granulis handelt, die durch einen Kitt von annähernd derselben Lichtbrechung wie die Granula selbst verklebt werden». »Diese Klümpchen sind», wie ich finde», sagt MEVES, »von einer feinen Membran umschlossen.» Diese Corpuscules, welche im Altmann'schen Gemisch öfters geschwärzt werden, sind dann hinderlich für die Wahrnehmung der wesentlichen Strukturen. In Kanadabalsampräparaten von anderem Material dagegen erscheinen die Corpuscules réfringents als helle leere Bläschen. »Dies könnte daher rühren, dass die geschwärzten Granula durch die weitere Behandlung zur Lösung gebracht sind. Wahrscheinlicher ist mir aber», sagt er, »dass eine Schwärzung der Granula ausgeblieben ist.» Viele der hellen Bläschen sind aber Protoplasmavakuolen, deren Wand sehr blass und schwer wahrnelumbar ist. »Es ist daher möglich, dass ihre Zahl tatsächlich viel grösser ist, als sie in den meisten meiner Figuren», sagt MEVES, »erscheint, so dass man, wie v. Erlanger (1897, S. 318) behauptet hat, berechtigt sein würde, von einem Wabenbau der Zellsubstanz zu sprechen.» »Wenn man sich nun die deutoplasmatischen Gebilde und die Protoplasmavakuolen weggenommen denkt, so bleibt eine Grundsubstanz übrig, welche zahlreiche bereits am lebenden Objekt sichtbare Granula, die » Microsomen» VAN BENEDEN's, einschliesst, die sich bei Anwendung der Altmann'schen Methode intensiv rot färben. Mit Hilfe dieser Methode sind sie schon von den Gebrüdern Zoja (1891, S. 247) dargestellt worden, welche sie als Plastidulen bezeichnet haben. Ich nenne sie», sagt MEVES, »Plastochondrien. Sie finden sich durch den ganzen Zelleib verstreut. Stellenweise bilden sie Gruppen. Ausserdem sind sie, wie die Gebrüder Zoja bereits konstatiert haben, unter der Zelloberfläche... und an der Membran des Kerns stärker angehäuft. Sie bedecken ferner in grösserer Zahl die Oberfläche der sphères hyalines». Nach VAN BENEDEN sind »die Plastochondrien oder Microsomen durch ausserordentlich zarte Fibrillen miteinander verbunden». »Auf diese Weise soll ein sehr enges Gitterwerk entstehen, dessen Knotenpunkte die Plastochondrien darstellen. Ich habe», sagt Meves, »meinerseits von derartigen Fäden nichts gesehen, und scheint mir ihre Existenz durch die Art und Weise, wie die Plastochondrien im Zellkörper verteilt sind (besonders aber auch durch ihr späteres Verhalten), so gut wie ausgeschlossen zu sein.»¹)

Meves führt dann die betreffenden Angaben Boveri's an, dass »die Zellsubstanz aus einer homogenen Grundsubstanz gebildet wird, in der sich ein feinfädiges, bald eng-, bald weitmaschiges Gerüst ausbreitet. Zwischen diesem Fadenwerk sind in die Grundmasse grössere und kleinere Dotterkörper, sehr kleine regellos zerstreute Körnchen und eine spezifische, je nach dem Entwicklungszustand des Eies körnige oder fädige Substanz eingelagert. Letztere wird von Bover als Archoplasma bezeichnet». Meves fügt dann hinzu: »Zu dieser Schilderung bemerke ich zunächst, dass ich von einem Faden- oder Netzwerk in der Grundsubstanz, wie es übrigens auch CARNOY und LEBRUN (1897, S. 66) dem Ascarisei zuschreiben, an meinen Präparaten nichts wahrgenommen habe. Das ist allerdings durchaus kein Beweis gegen seine Existenz; denn es wäre leicht möglich, dass es infolge starker Osmierung unsichtbar geworden wäre. Ist aber ein solches Fadenwerk an irgendwelchen anderen Reagentienpräparaten vorhanden, so kann man andererseits nicht wissen, ob es bereits im lebenden Zustand existiert.» Dann fügt MEVES schliesslich hinzu: »Von den 'sehr kleinen regellos zerstreuten Körnchen', deren Bovers Erwähnung tut, ist es möglich, dass sie den Mikrosomen VAN BENEDENS, also Plastochondrien entsprechen. Sicher aber sind die 'Archoplasmakörner' nichts anderes als Plastochondrien; jedoch sah Bover diese erst, 'während der Bildung des ersten Richtungskörpers' auftreten, wo sie sich um das Spermatozoon anhäufen.» Ich habe hier diese Ausserungen von Meves so ausführlich zitiert, um seine Ansichten möglichst genau anzugeben, um so vielmehr als seit der Darstellung E. VAN BENEDEN'S vom Protoplasma des Ascariseies keine so eingehende Schilderung gegeben worden ist als diese von MEVES, welche zugleich auch die zuletzt, im Jahre 1911, gelieferte ist. Dieselbe kann wohl deshalb, von einem so erfahrenen und umsichtigen Histologen und auf seine eigenen neuen Untersuchungen gegründet, als ein jetziger wissenschaftlicher Standpunkt betrachtet werden. Meves geht ferner zu dem eigentlichen Gegenstand seiner Untersuchung über und konstatiert, dass das

¹) Von mir kursiv.

mit dem Spermium in das Ei eingeführte Protoplasma mit seinen grossen Körnern sich allmählich in die Eisubstanz ausbreitet und in dieselbe aufgenommen wird. »Aus theoretischen Gründen», sagt er, »muss angenommen werden, dass, nachdem die männlichen und weiblichen Plastochondrien sich gemischt haben, früher oder später je ein männliches und weibliches Korn miteinander verschmelzen.»

Ich gehe nun, nach dieser Übersicht über die wichtigsten Ansichten und Angaben der diesen Gegenstand besprechenden Autoren, zu meinen eigenen Befunden hinsichtlich der Struktur des Protoplasmas und im ganzen des Zellkörpers des Ascariseies über. Das von mir hierfür benutzte Material war teils mit Sublimatlösung, teils mit Pikrinessigsäure, teils mit Carnoy'schem Gemisch behandelt. Von diesen zeigten sich das erste und das letzte Fixiermittel als die besten. Vor allem war das mit Carnoy'schem Gemisch fixierte ganz ausgezeichnet schön. Zur Färbung eignete sich ganz besonders die Heidenhain'sche Eisenalaun-Hämatoxylinmethode mit nachfolgender kurzer Eosinbehandlung. Ich will aber von vornherein betonen, dass hierbei die richtig abgewägte Differenzierung, resp. Abfärbung des Hämatoxylins von grösster Bedeutung ist. Wenn die Abfärbung zu weit geführt worden ist, lässt sich die feinere Protoplasmastruktur gar nicht genau eruieren. Unter Hinweis auf die Tafeln XI, XII und XIII kann ich indessen die allgemeinen Züge dieser Struktur in kurzgefasster Darstellung angeben.

Wenn die Hämatoxylinfärbung gut gelungen und intensiv, die Eosinfarbe aber nicht oder nur schwach hervortritt, wie in den Fig. 16, 17 und 18 der Taf. XI, bemerkt man nur ein sehr feines, graues bis schwarzes Fadenwerk mit kleinen, dunkel resp. schwarz gefärbten Körnchen von etwa gleicher Grösse, welche in ungefähr gleichen Abständen in den Fäden aufgehängt sind. Diese fein gekörnten Fäden umkreisen runde oder ovale helle Räume von wechselnder Grösse und laufen teils an ihren Wänden, teils in den Balken zwischen ihnen, und zwar in verschiedenen Richtungen, so dass man durch Heben und Senken des Tubus den Verlauf der Fäden sehr schön verfolgen kann. Dagegen ist es nicht eben leicht, dieselben in ihrem perspektivischen Bilde abzuzeichnen. Die Fig. 16, 17 und 18 der Taf XI vermögen deshalb nur ungefähr in einem Plane das Fadenwerk wiederzugeben. Die Fäden mit ihren Körnern sind aber im guten Material und bei geeigneter Färbung, wie oben betont, ausserordentlich schön und scharf hervortretend und leicht verfolgbar. Oft sieht man sie streckenweise ziemlich gerade oder schwach schlingernd verlaufen; nicht selten zeigen sie eine, obwohl undeutliche, radiäre Anordnung, was besonders dann hervortritt, wenn Zentrosomenstrahlungen vorhanden sind, und zwar vor allem in der Umgebung derselben, obwohl diese radiäre Anordnung in den Ascariseiern nicht so ausgeprägt vorkommt, wie bei vielen anderen Tieren, z. B. bei den Echinodermen.

In allen meinen gut gelungenen Hämatoxylinpräparaten von Ascariseiern, wo die Differenziation der Farbe auf einem geeigneten Stadium unterbrochen wurde — und ich besitze viele solche — lässt sich das hier geschilderte, mit kleinen Körnern besetzte, feine Fadenwerk überall im Eikörper der Ascariseier nachweisen. Die Fäden hängen offenbar untereinander nicht netzartig zusammen. Hier und da kann man an ihnen eine dichotomische Verzweigung wahrnehmen, und sie flechten sich stellenweise umeinander. Oft kann man solche Fäden eine Strecke weit, bald mehr gerade, bald mehr gebogen und schlingernd, unverzweigt verlaufend verfolgen.

Wenn man aber die Abfärbung der Hämatoxylinfarbe weiter treibt, wird das körnige Fadensystem immer heller und entzieht sich zuletzt den Blicken vollständig. Die Fig. 2 der Taf. XII stellt ein solches abgefärbtes Präparat dar, in dem nur die Zentralkörper und die Chromosomenschlingen noch mit der Hämatoxylinfarbe hervortreten; im Zellprotoplasma erkennt man dann nur die hellen, vakuolenähnlichen, grösseren Räume oder Tropfen.

In den mit Hämatoxylin und Eosin hinreichend stark gefärbten Präparaten bemerkt man ferner, dass überall, wo das dunkle Fadenwerk sich findet, eine sich durch das Eosin rötlich färbende Substanz auftritt, welche alle die die hellen Räume umgebenden Zellpartien des Eikörpers ausfüllt. In dieser sich rötlich färbenden Substanz findet sich offenbar das Deutoplasma, die Dottersubstanz, obwohl die Dotterkörner nur undeutlich hervortreten, indem sie miteinander zusammengebackt und verschmolzen sind. In den jüngeren Stadien der Eier erkennt man,

dass diese Substanz im Eikörper noch körnig ist und in zerstreuten Gruppen liegt.

Auf den Tafeln XI, XII und XIII sieht man in manchen Figuren diese rötlich gefärbte Substanz in verschiedenen Stadien der Ausbildung.

Wie soll man nun den eben geschilderten Bau des Protoplasmas und des Eikörpers im ganzen erklären? Wenn man die hier dargelegten Strukturverhältnisse mit den in anderen Eiern, z. B. in denen der Echinodermen und Mollusken, von mir dargelegten vergleicht, so kommt man zu folgender Auffassung. Das Protoplasma der Ascariseier besteht aus einer an sich strukturlosen Grundsubstanz, welche von einem ziemlich weitmaschigen Gerüst von feinen, sparsam dichotomisch verästelten und mit feinen Körnern besetzten Fäden durchsetzt und umsponnen ist; in diese Substanz ist auch das Deutoplasma mehr oder weniger dicht eingelagert und von dem Fadengerüst umsponnen. In der so beschaffenen Zellsubstanz liegen ferner die hellen, tropfenförmigen, einen homogenen Inhalt darbietenden, verschieden grossen Teile eingeschlossen und zerstreut, welche VAN BENEDEN als »Sphères hvalines, und "Gouttelettes homogènes» bezeichnete.

Das beschriebene Fadengerüst mit seinen Körnchen entspricht offenbar den von VAN BENEDEN beschriebenen Fibrillen mit ihren Mikrosomen und ist als FLEMMING'S Mitom aufzuführen, obwohl ich die Mikrosomen nicht als »Knotenpunkte» des Fadenwerkes, sondern als besondere Elemente in den Fäden auffasse. Die »Sphères» und »Gouttelettes» VAN BENEDEN'S scheinen mir dem Paramitom FLEMMING'S anzugehören, obwohl sie von den übrigen Protoplasmateilen etwas mehr als in manchen anderen Tiereiern abgetrennt sind. In anderer Weise kann ich die Zellsubstanz der Ascariseier nicht mit derjenigen anderer Eier homologisieren. Jedenfalls erscheint mir dieselbe einfacher gebaut, als VAN BENEDEN sie aufgefasst und beschrieben hat. Seine »Corps refringents» kann ich nicht als besondere Elemente anerkennen; wahrscheinlich entsprechen sie kleinen Anhäufungen und Gruppen seiner Fibrillen und Mikrosomen.

Von der MEVES'schen Darstellung des Protoplasmas der Ascariseier weicht ebenfalls meine Auffassung in mancher Hinsicht ab. Vor allem hinsichtlich des Fadengerüstes. Offenbar hängt es, wie er es auch als möglich denkt, von der von ihm angewandten Fixationsmethode, und ganz besonders von der Osmierung ab, dass er das Fadengerüst nicht wahrgenommen und die Körnchen als selbständig im Protoplasma zerstreut liegend gefunden hat. Infolge dessen sind auch seine Abbildungen vom Bau der Ascariseier von den meinigen sehr verschieden. Dass sich die Körner durch Säurefuchsin stark rötlich färben, ist auch aus meinen Biondipräparaten zu ersehen, obwohl sie in den Hämatoxylinpräparaten noch weit schärfer und distinkter hervortreten.

Was nun die von Meves ganz besonders behandelte Frage vom Übergang des Spermiumprotoplasmas in die Eisubstanz betrifft, welches er, an die Angaben der Gebrüder Zoza anknüpfend, vom Eiprotoplasma aufgenommen werden lässt und als die Vererbungssubstanz des Protoplasmas repräsentierend aufführt, so bin ich auch schon lange gerade hinsichtlich dieser Frage mit Untersuchungen bei mehreren anderen Tierformen beschäftigt gewesen, und habe ich das Verhalten dieser eigentümlichen, grossen, von mir als von Brunn'sche Körner bezeichneten Elemente am Verbindungsstück der Spermien eingehend studiert. Bei Parechinus miliaris konnte ich die entsprechenden Körner bei dem Befruchtungsakt bis zum Zusammentreffen des Spermium- und Eikerns verfolgen, aber leider nicht weiter. Diese vom Spermium stammenden Körner sind zwar auch hier, wie bei Ascaris, bedeutend grösser als die Körner des Eimitoms; infolge ihrer geringen Anzahl und der Unmöglichkeit, sie spezifisch zu färben, blieb es mir nicht vergönnt, ihr weiteres Schicksal zu eruieren, und ich habe mich deshalb auch von weiteren Schlüssen auf diesem so äusserst bedeutungsvollen Gebiete abgehalten. MEVES aber, welcher seine Chondriosomen-Plastosomen (Plastokonten oder Plastochondrien) in den embryonalen Zellen gegenwärtig fand, zog daraus den Schluss, dass die Plastosomen als die Vererbungsträger des Protoplasmas angesprochen werden sollen. Da aber diese letzteren Körner in jedem Protoplasma vorkommen, indem sie in dem FLEMMING'schen Mitom vorhanden sind und diesem angehören, ist es unmöglich hierdurch darzutun, ob sie beim Embryo vom Spermium- oder vom Eiprotoplasma herrühren; im Eiprotoplasma finden sich solche Körner in grosser Menge und gehen von ihm in die gefurchten Embryonalzellen über. Dies hat man ja lange gekannt. Als Meves sie in den Zellen der Embryonen fand, scheint er geglaubt zu haben, dass sie den ursprünglichen Benda'schen Mitochondrien der männlichen Sexualzellen entsprächen und deshalb eine gewisse Spezifizität innehätten. Nunmehr scheint er aber selbst zu der Auffassung gelangt zu sein, dass sie »Plastosomen» darstellen. Diese gehören aber meiner Ansicht nach den Körnchen des Mitoms oder der Mikrosomgruppe an. Und Meves äussert ja selbst (1911), wie oben erwähnt: »Von den Plastosomen habe ich bereits früher -- -- festgestellt, dass sie die Elementarstruktur des Protoplasmas darstellen.»

Dass aber die mit den Spermien in die Eier von Ascaris megalocephala eindringenden, relativ grossen Protoplasmakörner sich in die betreffenden Eier distribuieren, wie besonders die Gebrüder Zoja und nun noch bestimmter und klarer Meves hervorgehoben haben, lässt sich in den geeigneten Präparaten überall dartun. Und ich betrachte es als ein besonderes Verdienst des hervorragenden Kieler Histologen, dies betont und weiter geführt zu haben. Dagegen ist es mir, trotz aller Bemühung, nie gelungen, zu sehen, dass, wie Meves sagt, »aus theoretischen Gründen, angenommen werden muss, »dass nachdem die männlichen und weiblichen Plastochondrien sich gemischt haben, früher oder später je ein männliches oder weibliches Korn miteinander verschmelzen». Für eine solche hochwichtige Annahme hat man ja doch gar keine faktischen Beweise. Das einzige, was man sicher wahrnimmt, ist, dass die grossen, im Eiprotoplasma zerstreuten Körner bald nicht mehr als solche zu sehen sind. Die Möglichkeit ist deshalb noch nicht ausgeschlossen, dass sie resorbiert werden und verschwinden. Ehe wir in so bedeutungsvollen Fragen so wichtige Schlüsse ziehen, müssen wir doch als Grundlage für die zu konstruierenden »Theorien» sichere Beweise und unzweideutige Observationen besitzen. Man könnte vielleicht hiergegen einwenden, dass ich zu skeptisch bin und zu viel fordere; ich muss aber zugestehen, dass ich immer mehr zu der Überzeugung gelangt bin, dass es für die Wissenschaft besser ist, nicht zu frühe und unreife Schlüsse zu ziehen, sondern, wie FLEMMING, immer vorsichtiger in dieser Bezielung zu werden. Je länger man lebt und je mehr man in der wissenschaftlichen Forschung erlebt hat, um so mehr wird man hinsichtlich verfrühter Theorien skeptisch, auch wenn sie zuweilen verlockend sein können.

Bevor ich die Besprechung der Struktur des Protoplasmas im Ascarisei diesmal abschliesse, habe ich aber noch eine erläuternde Sache zu schildern. Bekanntlich gelingt es jedenfalls nicht immer und in allen Eiern dieses Tieres, eine gute Fixierung der Zellsubstanz zu bekommen. Im Gegenteil dringt bei manchen Eiern die Fixierungsflüssigkeit zu spät ein. Und wahrscheinlich gehen auch in den Uteringängen zuweilen manche. Eier von selbst zu Grunde. Es entsteht dann ein Zustand, welcher einer *Zytolyse* entspricht, und in unseren Flüssigkeiten früher oder später als solche fixiert wird.

Dieser Zustand kann in verschiedener Weise auftreten, ja sogar manche Varianten aufweisen. Ich habe denselben eingehender zu studieren versucht und bin zu der Überzeugung gelangt, dass die Zytolyse auch für die Erkenntnis der Struktur dieser Eier, wie ich dies bei denen der Echiniden gezeigt habe, von besonderem Interesse ist. Es zeigt sich, dass der Prozess auch hier im ganzen darin besteht, dass das Mitom des Protoplasmas sich von dem Deutoplasma abtrennt, und zwar bald in der Weise, dass sich das Deutoplasma in den Oberflächenpartien des Eies ablagert (Fig. 7 der Taf. XIII), wo die roten Teile dem Deutoplasma entsprechen, und das aus körnigen, dichotomisch verästelten Fäden bestehende Mitom durch eine helle Substanz zieht und bald vereinzelt, bald in dichteren Ansammlungen vorhanden ist. In der angeführten Fig. 7, wo einer der beiden Kerne — vielleicht ein schon verschmolzener Spermium-Eikern — zu sehen ist, liegt neben demselben ein dunkel gefärbter Kornklumpen, welcher offenbar einem Zentrosom entspricht. Hier und da im Präparate bemerkt man ausserdem in den dickeren Partien des Mitoms dunklere, graue Substanzteile, welche bis auf weiteres als dem Paramitom angehörig angesehen werden können, nämlich die Substanz, welche im normal gestalteten Ei das Deutoplasma in sich eingelagert enthält und von dem Mitom um- und durchsponnen ist. Dies geht noch deutlicher aus der Fig. 8 der Taf. XIII hervor, wo diese, hier auch grau gefärbte, von einem dichten Mitom durchsponnene Substanz sich vorwiegend an der Oberfläche angesammelt hat, aber auch im Inneren des Eies in verschieden gestalteten Klumpen gelegen Aus dieser Substanz ziehen indessen auch einzelne, sehr schön zu verfolgende verästelte Fäden des Mitoms ist. durch den hellen Inhaltraum des Eies in verschiedenen Richtungen hinaus. Diesen hellen Inhalt kann ich bis auf weiteres nicht anders auffassen als die zusammengeflossenen hellen homogenen Tropfen (die Sphères homogènes VAN BENEDEN'S), und dies um so mehr, als man von diesen Gebilden in den zytolisierten Eiern sonst nichts mehr bemerkt. Ich rechne sie als zu dem Paramitom gehörig. In derselben Fig. 8 der Taf. XIII hat das Deutoplasma sich zu roten Kugeln etwas verschiedener Grösse angesammelt, welche in der Eisubstanz in wechselnder Weise zerstreut liegen. In den etwas weiter vorgeschrittenen Stadien der Zytolyse ist diese Anordnung des Zytoplasmas die Regel. Im Inneren der roten Kugeln bemerkt man oft eine hellere rötliche Farbe. In derselben Fig. 8 erkennt man noch die rotgefärbte zweite Richtungsspindel mit ihren vier Chromosomen, von dem in der beschriebenen Weise angeordneten Mitom und Paramitom umgeben. In der Fig. 9 derselben Tafel (XIII) bemerkt man ungefähr dieselben Verhältnisse der Zytolyse, wie bei dem in Fig. 8 abgebildeten Ei, nämlich einen grossen, hellen, homogen erscheinenden Raum des Paramitoms mit dem ihn in verschiedener Weise und Dichtigkeit durchspinnenden Mitom mit seinen verästelten, gekörnten Fäden und schliesslich die kugeligen oder oval gestalteten Deutoplasmakörper von sehr wechselnder Grösse. In den grössten von diesen Körpern erkennt man oft einen hellen, nur schwach rötlich gefärbten Raum, in welchem rötliche Körner oder Fädchen oft wahrnehmbar sind. Solche Körper sind offenbar schon von einigen Autoren gesehen und geschildert worden, und zwar in Eiern, die sie für normal gestaltet hielten. So weit ich aus den Beschreibungen und Abbildungen zu ersehen vermag, scheint es in der Tat, als ob man nicht selten zytolisierte Eier von Ascaris als normal beschaffene aufgefasst habe. Weil man sie so oft nur mit Karmin gefärbt hat, um das Verhalten der Chromosomen zu erforschen, und der Protoplasmastruktur nur wenig Aufmerksamkeit schenkte, so ist es indessen im allgemeinen recht schwer, die Darstellungen der betreffenden Autoren genauer zu kontrollieren.

In derselben Fig. 9 der Taf. XIII sieht man aber noch dazu eine sehr dünne Membran das ganze, inner-

halb der äusseren homogenen Hülle befindliche Ei umgeben, indem sich diese dünne Dottermembran von dem Eiinhalt und zugleich von der äusseren Hülle fast ganz abgetrennt hat. An den normal gestalteten, nicht zytolysierten Eiern ist diese dünne Membran schwerer zu demonstrieren, falls man nicht als solche die innerste, sehr dünne Lamelle an der Innenfläche der äusseren dicken Hülle oder Kapsel aufzufassen hat. Dagegen bemerkt man stets an der Oberfläche des eigentlichen Eies eine dünne Oberflächenschicht mit gekörnten Fäden des Mitoms, welche Schicht aber mit der Eisubstanz innig zusammenhängt.

Die hier also beschriebenen Formen der Zytolyse im Ascarisei dürften hinreichen, um die Natur dieser Veränderungen nachzuweisen. Sie können aber auch als eine Art Analyse der Struktur des Eiinhalts und ganz besonders des Protoplasmas dieses Eies dienen und zur Erläuterung dieser Struktur in normalem Zustand wesentlich beitragen.

Aus der hier oben gegebenen Darstellung will ich nun einige der wichtigeren Ergebnisse zusammenstellen und dabei ganz besonders die beiden Hauptpunkte der Untersuchungen — das Verhalten der Kerne des Eies und des Spermiums in den verschiedenen Stadien der Befruchtung und der ersten Entwicklung nach derselben bei der Behandlung mit dem Ehrlich-Biondi'schen Dreifarbengemisch, sowie die Struktur des Eiprotoplasmas — in kurzgefassten Momenten behandeln.

1. Infolge der Beschaffenheit des mir zugänglichen Materialcs muss ich mit dem Zustand des Eies anfangen, in welchem das Keimbläschen des Eies die erste Richtungskörperspindel gebildet hat. Die Chromosomenstäbchen nehmen in diesem Stadium durch das Biondigemisch eine intensiv blaugrüne Farbe an und behalten dieselbe noch nach der Abgabe des Richtungskörpers. In den beiden Richtungskörpern behalten die Stäbchen diese Farbe, so lange diese Körper noch nachweisbar sind. Die im Ei zurückbleibenden zwei Stäbchen, welche als Chromosomen in den Eikern eingehen, färben sich auch noch einige Zeit blaugrün; dann erbleicht allmählich diese Farbe und geht in eine rötliche über, wobei die Chromosomen in kleinere Körner zerfallen. Der anschwellende »ruhende» Eikern enthält dann einige Zeit *nur rot* sich färbende Körner und feine Stränge.

Ungefähr, aber nicht immer ganz, gleichzeitig geht im Spermiumkern eine ähnliche Veränderung vor sich, indem derselbe, zuerst deutlich in zwei Chromosomenstäbchen geteilt und sich mit einem allmählich anschwellenden Kernraum und einer Membran umgebend, bald seine grüne Farbe verliert und dann *nur rötlich* sich färbende Körner und Faserstränge enthält.

Allmählich tritt nun in den beiden, sich aneinander legenden Kernen eine neue Veränderung des Färbungsverhaltens ein. *Blaugrüne* Körner treten in ihren Fasersträngen auf und vermehren sich immerfort, um dann zu allmählich dicker werdenden Strängen überzugehen, welche zuletzt in jedem der beiden Kerne zwei lange und dicke blaugrüne, schlingernde Bänder bilden. Bei der schliesslichen Verschmelzung der beiden Kerne stellen diese Bänder dann die vier blaugrünen Chromosomen dar, welche sich der bald entstehenden Teilungsspindel anlegen und nach ihrer Längsteilung zu zwei gleichen Gruppen nach den beiden Spindelpolen ziehen.

Hier tritt aber bald wieder eine Veränderung der Färbbarkeit der Chromosomensubstanz ein, indem die vier Bänder, die in eine Menge kleiner Körner zerfallen, erbleichen, die blaugrüne Farbe verlieren und sich immer mehr rötlich färben. Während sich nun der Eikörper selbst in zwei Zellen teilt und jeder der beiden Hälften des geteilten Kerns einen Kern in diesen Zellen bildet, entstehen aus den genannten, mit rot gefärbten Körnern und Fasersträngen versehenen Kernteilen zucrst vier Bläschen, die allmählich in jeder der beiden Zellen zu einem grösseren Kern verschmelzen, welcher schr oft die längst bekannten Ausläufer darbietet und sich nur rot färben lässt.

Dann tritt von neuem eine Veränderung der Färbbarkeit im Biondigemisch ein, indem in jedem Kern wieder blaugrüne Körnchen auftreten, welche sich zu allmählich stärker werdenden Strängen oder Bändern an-

sammeln, um zuletzt in jedem Kern vier schlingernde blaugrüne Chromosomenstäbchen zu bilden.

Hiermit ist wieder ein neuer Teilungsakt eingeleitet, welcher in ganz ähnlicher Weise vorsichgcht wie der erste, und zwar mit gleichen Veränderungen der Färbbarkeit in den entsprechenden Teilungsstadien, weshalb ich dieselben hier nicht zu verfolgen brauche.

Erst in den höheren Morula-, vor allem aber in den Blastula- und Gastrulastadien findet man, dass die Zellkerne in der Regel die blaugrüne Färbbarkeit nicht verlieren, sondern sie, obwohl etwas bleicher, auch in den Ruhestadien behalten. In dem Spindelstadium der Teilungen werden aber auch in diesen die Chromosomen noch schärfer blaugrün gefärbt. Die beschriebenen Färbbarkeitsverhältnisse der Ascariseier im Biondigemisch stimmen also im ganzen mit den von mir bei den Echinodermen-Eiern geschilderten überein. Hinsichtlich der Deutung dieser merklichen Verhältnisse werde ich unten auf diese Probleme noch einmal zurückkommen.

2. Hinsichtlich der Protoplasmastruktur des Zellkörpers der Ascariseier schliessen sich die Ergebnisse meiner Untersuchungen weit mehr der alten Auffassung von ED. VAN BENEDEN und CARNON, als denen der meisten neueren Forscher (v. ERLANGER, MEVES u. a.) an. Eine Wabenstruktur im Sinne von Bütschli kann ich jedenfalls nicht anerkennen. Die Zellsubstanz besteht nach meinen Befunden aus einer unstrukturiert erscheinenden, hellen Grundsubstanz, welche ich als das Paramitom FLEMMING's betrachte, sowie aus feinen, in diesem in verschiedenen Richtungen verlaufenden Fäserchen, in welchen kleine Körnchen aufgehängt sind. Dieses feine gekörnte Fasergerüst, welches offeubar schon längst von VAN BENEDEN gesehen und beschrieben worden ist, welches dem Mitom von FLEMMING entspricht, ist aber nicht, wie VAN BENEDEN gemeint zu haben scheint, im eigentlichen Sinne netzförmig mit den von ihm als Mikrosomen bezeichneten Körnchen in den Knotenpunkten des Netzes, sondern besteht aus einem Geflecht von hier und da dichotomisch verästelten Fäserchen, denen die Körnchen eng angeschlossen sind. Man kann diese Fäserchen bei geeigneter Fixierung und Färbung der Präparate oft auf längere Strecken verfolgen und sieht sie sich dann hier und da dichotomisch verästeln.

Bei der Zytolyse der Eier gelingt es ganz besonders schön, dieses Fasergerüst zu studieren und die einzelnen Fäserchen weit zu verfolgen.

In der Grundsubstanz findet man dann noch die von VAN BENEDEN beschriebenen hellen Tropfen verschiedener Grösse und die Deutoplasmapartien, welche letztere sich im Eosin und im Biondigemisch stärker rötlich färben als die genannten Tropfen und von dem Mitomgerüst umsponnen und durchsponnen sind, während die Tropfenräume solche Fäserchen nicht enthalten, sondern nur in ihren Umkreisen von denselben umgeben sind.

In Betreff der in letzterer Zeit so viel besprochenen Frage von den »Mitochondrien», resp. den Chondrio: miten, Chondriosomen, Plastosomen, Plastokonten oder Plastochondrien verweise ich auf meine hier oben geäusserten Ansichten, indem ich alle diese Bezeichnungen als unnötig, ja sogar irreführend und für die Wissenschaft schädlich betrachte. Ehe man die Natur dieser sicherlich sehr wichtigen Zellelemente noch viel besser kennt, ist es gar zu früh, sie mit einer Reihe von neuen spezifizierenden griechischen Namen zu bezeichnen. Es ist gewiss richtiger, die alten Benennungen FLEMMING's und VAN BENEDEN's, resp. ALTMANN's bis auf weiteres zu behalten. Sonst geht es, wie es MEVES selbst geschehen ist, dass man auf weiten Umwegen zu dem Schluss gelangt, dass die neuen Termini technici wesentlich nur neue Namen für schon längst benannte Sachen sind, oder wie Koll. MEVES neulich selbst zugestanden hat: »Die Chondriokonten sind mit den Fila FLEMMING's. die Mitochondrien oder Plastochondrien mit den Körnern ALTMANN's identisch».

Ich habe diese Bemerkungen hier von neuem gemacht, nicht um die Verdienste des genannten hochverdienten Histologen zu schmälern, sondern teils um die Priorität seines hingeschiedenen grossen, echt kritischen Kieler Lehrers aufrecht zu halten, teils und besonders auch deshalb, weil in der späteren Zeit, wesentlich auf der Autorität von BENDA und MEVES fussend, eine Schule von jüngeren Forschern entstanden ist, welche die »Mitochondrienlehre» mehr oder weniger unkritisch weiter führt und unreife Forschungsfrüchte einsammelt und verbreitet. Es ist dies meiner Ansicht nach eine Gefahr für die Wissenschaft, weil die betreffende Erforschung eines so hochwichtigen Gebietes von vorausgefassten Theorien und Meinungen frei sein muss, wenn man zu gesicherten Ergebnissen gelangen will. Hier ist gewiss eine ganz vorurteilsfreie Forschung nötig.

Im Zusammenhang mit der Frage von der Protoplasmastruktur des Ascariseies will ich aber noch in dieser Zusammenfassung der Ergebnisse betonen, dass man hinsichtlich der Deutung der mit den Spermien in das Ei hineinlangenden grossen Protoplasmakörner, welche Meves, wie früher schon die Gebrüder Zoja, näher verfolgt hat, noch vorsichtig sein möchte. Diese Körner dürften meiner Ansicht nach von ganz anderer Natur sein, als die im Eiprotoplasma vorhandenen Mitomkörnchen oder Mikrosomen, welche den Fila FLEMMING's angehören. Diese Spermiumkörner können vielleicht — oder wahrscheinlich — den von BRUNN'schen Körnern anderer Spermienarten homolog sein und eine Art spezifizierter Protoplasmakörner, also »Mitochondrien» im ersten Sinne BENDA's darstellen, die nicht Fasern (Fila) anhängen. Eine »Verschmelzung» dieser Körner der Spermien mit je einem Mitomkern des Eiprotoplasmas, wie MEVES »theoretisch» annimmt, habe ich nie bestätigen können. Man sieht sie nur sich im Eiprotoplasma distribuieren, um sich schliesslich den Blicken zu entziehen.



Tafel VI.

Der Reifungs- und Befruchtungsprozess der Eier von Ascaris megalocephala.

Mittelst der Biondifärbung erläutert.

Fig. 1-9. Richtungskörper zweiter Ordnung, mit rot gefärbten Spindeln und mit grünen Chromosomen, in verschiedenen Lagen und Ausbildungsphasen dargestellt. In Fig. 2 und 6 sind oben auch Teile vom ersten Richtungskörper sichtbar.

Fig. 10. Randpartie eines Eies mit der zweiten Richtungskörperspindel und mit den von einander weit getrennten (an je einem Pol derselben gelegenen) grünen Chromosomen des zweiten Richtungskörpers (oben an der Eioberfläche) und des werdenden Eikerns. Unten in derselben Figur sicht man die zwei grünen Chromosomen des Spermiekerns und den dunkelblauen Glanzkörper in dem gezachten, stark rotgefärbten Felde der ausstrahlenden grobkörnigen Protoplasmasubstanz der Spermie gelegen.

Fig. 11. Eine ähnliche Randpartie eines Eics, wie in Fig. 10, mit der zweiten Richtungskörperspindel und den zwei getrennten Gruppen von grünen Chromosomen (denjenigen des zweiten Richtungskörpers und des Eikerns). Unten sicht man die nicht deutlich differenzierten grünen Chromosomen der Spermie, in der Mitte des sich ausbreitenden, körnigen, roten Spermie-Protoplasmas. Nach oben von der Figur erkennt man von der Seite her den diesem Eie angehörigen ersten Richtungskörper mit seinen grünen Chromosomen, der Innenfläche der äusseren Eihülle anliegend. Von der dieken Eihülle ist nur ein Stück des inneren Randes abgebildet.

Fig. 12. Eine ähnliche Randpartie cincs Eics wie in Fig. 10 und 11 mit der in ihre zwei Hälften geteilten Spindel und mit den zwei grünen Chromosomenpaaren jeder Gruppe in getrennter Lage.

Fig. 13. Der zweite Richtungskörper mit seinen beiden grünen Chromosomen hat sich hier vom Eic zum Teil getrennt und bildet an der Eioberfläche eine abgeplattete, pilzhutähnliche, noch nicht abgeschnürte Ausstülpung. Die beiden grünen Chromosomen des sich bildenden Eikerns erscheinen noch unverändert zu sein.

Fig. 14. Ein fertiggebildeter zweiter Richtungskörper von seiner oberen Fläche betrachtet; die beiden fortwährend grünen Chromosomen liegen in dem abgerundeten, kuehenförmigen, rotgefärbten Richtungskörper in gebogener Lage, wie dies besonders oft vorkommt.

Fig. 15—17. Die weitere Ausbildung des zweiten Richtungskörpers und des Eikerns. Der erste ist in Fig. 15 und 17 von der Seite gesehen, der Eioberfläche dicht angedrückt; in Fig. 16 ist er von oben betrachtet und besteht hier, wie zuweilen vorkommt, aus zwei noch getrennten Bläschen mit einem Chromosom in jedem. Der Eikern hat sich in allen den drei Eiern zu einem hellen, von einer Membran umgebenen Bläschen ausgebildet; die noch grünen Chromosomenstäbehen sind von einem neugebildeten roten, teilweise körnigen Fadenwerk umgeben.

Fig. 18. Vertikalschnitt durch die Mitte eines ganzen Eies, mit dem, mitten in der ausstrahlenden, roten Protoplasmamasse der Spermie gelegenen, zu einer grossen, hellen Blase umgewandelten Spermiekern, in dessen Innerem nur einige kleine grüne Reste der Chromosomen und im übrigen nur rotgefärbte Körnchengruppen sichtbar sind. Am oberen Umfang des Eies erkennt man den ebenfalls blasenförmigen Eikern mit den noch vorhandenen beiden grüngefärbten Chromosomstäbenen und einer roten nukleolähnlichen Kugel nebst anderen roten Körnern. Dicht über dem Eikern sieht man an der äusseren Oberfläche des Eies den zweiten Richtungskörper.

Fig. 19. Ein ähnliches Ei wie in Fig. 18. Hier hat sich aber der kleinere Spermickern von seiner schon sehr reduzierten, roten Protoplasmasubstanz getrennt; er hat sich aber noch nicht dem an der ursprünglichen Platz gelegenen und mit grünen Chromosomenstäben verschenen Eikern genähert. Nach oben von dem an der Eioberfläche befindlichen zweiten Richtungskörper bemerkt man den zu demselben Ei gehörigen, der Innenfläche der äusseren Hülle anliegenden ersten Richtungskörper, perspektivisch von der Seite geschen.

Fig. 20-22. Die früheren Stadien der Ausbildung des Spermiekerns; Fig. 20, die beiden grünen Chromosomen noch ohne Blase, in der rotgefärbten, ausstrahlenden, grobkörnigen Protoplasmasubstanz; die Fig. 21, die erste Entwicklung der Blase mit den beiden grünen Chromosomen und einer sich rot färbenden Substanz in derselben; Fig. 22, der Spermiekern vergrössert mit ganz hellgrünen Körnern und vermehrter roter Substanz in ihm; die äussere rote Protoplasmasubstanz der Spermie ist noch mehr ausstrahlend, aber schon etwas reduziert.

Fig. 23-26. Spermien mit blau gefärbtem Glanzkörper; Fig. 23, eine unveränderte Spermie mit grüngefärbtem Kern, blauem Glanzkörper und roter Protoplasmahülle; Fig 24, eine Spermie mit grünem Kern und in vier blaue Kugeln zerfallenem Glanzkörper; Fig. 25 und 26, Spermien mit kugelförmig gewordenem Glanzkörper, in Fig. 25 noch neben den beiden grünen Chromosomen in der sich auflösenden roten Protoplasmahülle im Ei liegend, in Fig. 26 nach oben hin von den Chromosomen und der schon in Körnergruppen zerfallenen Hülle getrennt.

Fig. 27 und 28. Zwei erste Richtungskörperspindeln, beide aus zwei Hälften bestehend und mit acht grün gefärbten Chromosomen, welche in Fig. 27 in ihrer Längsausbreitung, in Fig. 28 von der Enden gesehen sind, versehen.

Fig. 29-34. Sechs erste Richtungskörper in ihrer Flächenausbreitung betrachtet; in jedem der runden oder ovalen Kuchen sicht man ihre vier grüne Chromosomenstäben, in wechselnder Lage angeordnet.

Die Präparate waren teils mit Sublimat, teils mit Carnoyschem Gemisch fixiert und in Biondischem Gemisch gefärbt. Alle Figuren der Tafcl sind in zweimaliger linearer Vergrösserung des mit Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 erhaltenen Bildes wiedergegeben.

TAF. VI.



ø

Tafel VII.

Spermiekern und Eikern bei dem Befruchtungsprozess in den Eiern von Ascaris megalocephala.

Behandlung mit dem Biondischen Gemische.

Fig. 1. Partie von einem Eie, mit dem aus seinem zu einem halbringförmigen, dunkelroten Protoplasmanhang ausgetretenen, angeschwollenen, mit einigen nur rotgefärbten Chromatinkörnerfäden verschenen Spermiekern (unten) und seinem noch aus zwei kleineren Kernen bestehenden Eikern; in jedem dieser Kerne findet sich noch ein grünes Chromosomstück und übrigens rotgefärbte, sparsame Körnerfäden. Am Eirande sieht man den zweiten Richtungskörper.

Fig. 2. Partie eines Eies mit den nunmehr nebeneinander liegenden beiden Kernen, von denen der obere, unter dem zweiten Richtungskörper liegende offenbar der Eikern ist, während der andere, der Spermiekern, an dessen unterem Umfang der protoplosmatische, dunkel rote Halbring noch hängt, sich dem Eikern genähert hat. In beiden Kernen sieht man grünblaue, z. T. ganz bleiche, Chromosomenstücke und rote Körnerfäden.

Fig. 3. Partic eines Eies mit den nahe aneinander liegenden Kernen, von denen, wie in Fig. 2, der obere, unter dem zweiten Richtungskörper gelegene, noch mit blaugrünen Chromosomenteilen versehene der Eikern ist, während der untere, an dem der dunkelrote Protoplasmarest hängt, den Spermiekern darstellt; in diesem letzteren finden sich nunmehr nur stark rote, nuklcolartige Kugeln und Körnerfäden.

Fig. 4. Partic eines Eies mit den beiden, dicht unter der den zweiten Richtungskörper tragenden Eioberfläche nahe aneinander gelegenen Kernen, von denen man nunmehr nicht entscheiden kann, welcher dem Eikern und welcher dem Spermiekern entspricht, weil der dunkelrote Protoplasmarest der Spermie bei dem Ansteigen des Spermiekerns tief unten in der Nähe der Eimitte zurückgeblieben ist. In beiden Kernen sicht man noch blaugrüne Chromosomenstücke. Die nach oben von dem zweiten Richtungskörper befindliche, grüne Chromosomen enthaltende Partie stellt den zu diesem Eie gehörigen ersten Richtungskörper dar, welcher an der Innenfläche der äusseren, nur durch ein Stück seiner Randlinie angegebenen Hülle liegt.

Fig. 5. Ei mit den im Inneren desselben nahe aneinander gelegenen beiden Kernen, welche ungefähr gleich gross sind und nur rot gefärbte Chromatinfäden (und eine nukleolartige Kugel in dem oberen) enthalten. Neben dem unteren Kern liegt rechts ein roter ovaler Körper, den man zuweilen neben dem Spermiekern wahrnimmt und welcher vielleicht aus den Resten des Spermiekörpers herrührt (Glanzkörper?). Am Eirande sieht man den zweiten Richtungskörper mit blaugrünen Chromosomen.

Fig. 6. Partie eines Eies mit den beiden Kernen, von denen der untere grösser ist. In beiden sind von neuem blaugrün gefärbte dickere Chromatinkörnerstränge aufgetreten, zwischen welchen auch dünnere rote noch sichtbar sind. Neben den beiden Kernen bemerkt man im Zellkörper ein Zentrosom, welches einen dunkelrot gefärbten Zentralkörper enthält und zwischen die Kerne einen sehmäleren Arm einsenkt. Oben an der Eioberfläche erkennt man den zweiten Richtungskörper mit seinen zwei grünen Chromosomen.

Fig. 7. Eine kleine Partie aus dem Inneren eines Eies mit einem grossen Kern, dem einzigen in diesem Eie und deshalb als aus den beiden schon zusammengeflossenen Kernen entstanden zu betrachten; in ihm sind überwiegend grünblane Cromatinstränge mit roten Verbindungsstücken vorhanden. Neben dem Kern liegt eine Zentrosphäre mit dunkelrotem Zentralkörper.

Fig. 8. Partie eines Eies mit den beiden nicht verschmolzenen, breitere blaugrüne und schmälere rote Chromatinkörnerstränge enthaltenden, verschieden grossen Kernen und den aus der sehon durch Teilung entstandenen Zentrosphären mit je einem Zentralkörper. Welcher von den beiden Kernen der Spermiekern und der Eikern ist, lässt sich nicht entscheiden. Oben sicht man den zweiten Richtungskörper mit zwei halbringförmig gebogenen blaugrünen Chromosomen.

Fig. 9. Partic eines Eies mit den zwei, verschieden grossen Kernen und der noch ungeteilten Zentrosphäre sowie oben, an der Oberfläche des Eies, den zweiten Richtungskörper mit zwei halbmondförmigen blaugrünen Chromosomen. In den beiden einander dicht anliegenden Kernen, welche sich nicht als Spermiekern und Eikern differenzieren lassen, sind nunmehr je zwei dickere, lange, gewundene Chromosomenschlingen nachzuweisen; rot gefärbte Körnerfäden sind in den Kernen noch sichtbar. Oben an der Eioberfläche ist der zweite Richtungskörper mit zwei grünen Chromosomen vorhanden.

Fig. 10. Ei mit den zwei unverschmolzenen, nebeneinander liegenden Kernen und der noch ungeteilten Zentrosphäre, welche zwischen die Kerne einen schmalen Arm einsenkt. In den beiden Kernen, die man als Spermien und Eikern voneinander nicht unterscheiden kann und die ungefähr von gleicher Grösse sind, erkennt man je zwei blaugrüne, verkürzte und verbreiterte, gewundene Chromosomenbänder und einzelne rote Körnerfäden. Am oberen Umfang des Eies bemerkt man die beiden Richtungskörper mit blaugrünen Chromosomen; der erste Körper ist im Durchschnitt an dem Innenrande der äusseren dieken Eihülle gelegen.

Die Präparate waren mit Carnoyschem Gemisch fixiert und mit Biondischem Gemisch gefärbt. Alle Figuren der Tafel sind in zweimaliger linearer Vergrösserung des Bildes von Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 wiedergegeben.



*

*

Tafel VIII.

Befruchtungs- und erste Teilungsstadien der Eier von Ascaris megalocephala.

Behandlung mit dem Biondischen Gemische.

Fig. 1. Partie eines Eies mit den beiden, etwas verschieden grossen Kernen — welcher der Eikern, welcher der Spermiekern ist, lässt sich nicht angeben —, in denen man je zwei blaugrüne, verbreiterte, gewundene Chromosomenbänder und mehrere rote feine Körnerfäden bemerkt; zwischen den Kernen liegt die Zentrosphäre, welche in Teilung begriffen ist und sehon zwei nahe aneinander gelegene Zentralkörper enthält.

Fig. 2. Partie vom Inneren eines Eies mit den dicht aneinander gelegenen, offenbar der Verschmelzung nahe stehenden. beiden Kernen, welche je zwei lange, gewundene, blaugrüne Chromosomen und feine, rote Körnerfäden enthalten. In den beiden Winkeln zwischen den Kernen findet man je ein Zentrosom mit einem Zentralkörper.

Fig. 3. Ei mit den beiden geschrumpften Kernen, deren Membranen in Auflösung begriffen sind, mit den gewundenen blaugrünen Chromosomen. Zwischen den beiden Zentrosphären ist die Spindel im Beginn ihrer Ausbildung.

Fig. 4. Ei mit den schon frei gewordenen blaugrünen Chromosomen und den zwei Zentrosphären, in schiefer perspektivischer Lage.

Fig. 5. Ei mit der Teilungsspindel zwischen den beiden Zentrosphären und Strahlungen. Am Äquator der Spindel sieht man die gewundenen blaugrünen Chromosomenbänder in etwas schiefer Lage.

Fig. 6. Ei mit einer et was kürzeren Teilungsspindel, an deren Polen je eine Zentrosphäre mit ihrer Strahlung liegt, und mit den blaugrünen Chromosomenbändern in ihren optischen Durchschnitten dargestellt.

Fig. 7 und 8. Eier mit der Teilungsspindel im Querschnitt wiedergegeben. In diesen Äquatorialansichten sicht man also die vier blaugrün gefärbten Chromosomenbänder in ihrer natürlichen Lage, welche indessen sehr viel wechseln kann; die Enden der Chromosomen ragen oft in das umgebende, von der Spindel nicht ganz genau abgetrennte Protoplasma hinaus. In Fig. 8 sind die vier Chromosomen schon in Längsteilung begriffen. Am oberen Umfang des Eies liegt an einer Partie der äusseren Eihülle der im Durchschnitt getroffene erste Richtungskörper mit den blaugrünen Chromosomen.

Fig. 9. Partie eines Eies, in schiefer Lage betrachtet, wodurch die unter der Zentrosphäre gelegenen vier blaugrünen, winklig gefalteten Chromosomenbänder in perspektivischer Anordnung sichtbar sind. Am oberen Umfang der Figur bemerkt man den zweiten Richtungskörper mit den beiden blaugrünen Chromosomen.

Fig. 10. Ei mit der Teilungsspindel und mit den durch Längsteilung der vier blaugrünen Chromosomenbänder entstandenen acht schmäleren Chromosomen, welche hier zu zwei Gruppen von je vier auf der Spindel zu den beiden Polen ziehen. Durch den Mikrotomschnitt sind diese Chromosomen abgeschnitten, so dass von ihnen nur kürzere Stücke vorliegen. Zwischen ihnen und den beiden Zentrosphären findet man die Spindel jederseits stärker rot gefärbt als in der Mitte der Spindel. Rechts liegt am Ei ein zweiter Richtungskörper mit zwei blaugrünen Chromosomen.

Fig. 11. Partie eines Eies mit der Teilungsspindel und den beiden blaugrünen Chromosomengruppen in ungefähr derselben Phase wie in Fig. 10.

Die Eier waren teils mit Zenkerschem, teils mit Carnoysehem Gemiseh fixiert sowie mit Biondigemiseh gefärbt. Alle Figuren der Tafel sind in zweifacher linearer Vergrösserung des mit Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 erhaltenen Bildes ausgefürht. GUSTAF RETZIUS: Unters über den Bau und die Entw. der Eier von Ascaris megalocephala. – Biol Unt., N. F., B. XVI, 3.

TAF. VIII.



Gez. v. G. Retzius.

Repr. und Druck von Cederquists Graf. A.-G., Sthim.

*

- ·

.

·

Tafel IX.

Der Prozess der ersten Teilung bei den befruchteten Eiern von Ascaris megalocephala.

Behandlung mit dem Biondischen Gemische.

Fig. 1. Ei mit der Teilungsspindel und mit den ihr anliegenden beiden Gruppen der durch Längsteilung geteilten, blaugrün gefärbten Chromosombänder auf ihrem Wege nach den beiden Zentrosphären; wegen des gewundenen Verlaufes dieser Bänder erscheinen sie im optischen Durchschnitte als je eine Reihe von aneinander gereihten Kugeln. Rechts-oben sieht man an der Oberfläche des Eies den zweiten Richtungskörper mit seinen zwei blaugrünen Chromosomen und noch weiter nach oben den inneren Rand der äusseren Eihülle mit dem ihr dieht anliegenden ersten Richtungskörper, dessen Chromosomen im Vertikalsehnitte einander deeken.

Fig. 2. Ei in Einschnürung und Teilung begriffen, mit schmal elliptisch ausgezogener Spindel, an deren polaren Enden die zwei Gruppen von je vier am äusseren Ende geknickten und umgebogenen blaugrünen Chromosomen angeordnet sind.

Fig. 3. Sehon eingeschnürtes Ei mit noch bestehenden Resten der Spindel und mit je einer, in der Nähe der Zentrosphären befindlichen, querliegenden Gruppe von hellgrünen Körnern, in welche die Chromosomenbänder zerfallen sind. An der oberen Eihälfte sicht man in der rechten Ecke den zweiten Richtungskörper mit seinen beiden blaugrünen Chromosomen.

Fig. 4. Eingesehnürtes und beinahe fertig geteiltes Ei, dessen sehr verschmälerte Spindel mit nur sehwacher Brücke in der Mitte zusammenhängt. An den beiden Enden der Spindel bemerkt man je eine grössere Gruppe von kleinen hellblauen Körnern, welche die Reste der früheren intensiv blaugrünen Chromosomenbänder darstellen. In den beiden Eihälften sind die Zentrosphären erhalten.

Fig. 5. Ein sehon geteiltes Ei mit breit aneinander gedrückten Hälften, von denen jede mit den aus den Chromosomenkörnerhaufen entstandenen Bläsehen versehen ist, von welehen die obere Hälfte zwei, die untere vier besitzen. In diesen Bläschen sieht man teils einige hellblaue, teils rote Körner und Fäden. Die Zentrosphären sind erhalten.

Fig. 6. Partie eines geteilten Eies mit verschmolzenen Bläschen, wodureh zusammenhängende aber noch eingeschnürte Kerne in den beiden Eihälften entstanden sind. In diesen Kernen sind nunmehr keine blauen, nur rote Körner vorhanden. Die Zentrosphären sind erhalten.

Fig. 7. Ein geteiltes Ei mit dem in dieser Phase gewöhnlichen »Zusammenpressen» der beiden Eihälften und ihrem breiten Andrücken aneinander. In jeder Hälfte findet man einen grossen Kern mit eigentümlichen, langen und sehmalen Ausstülpungen gegen die Teilungsfläche und nach der äusseren Seite hin. In den Kernen ist in diesem Stadium keine blau sich färbenden Teile vorhanden; alle Fäden und Körner färben sich rot. Dagegen behalten die Chromosomen der Richtungskörper ihre blaugrüne Farbe; an der nach unten gekehrten, etwas grösseren Hälfte sitzt links ein zweiter Richtungskörper mit blangrünen Chromosomen. Die Zentrosomen sind erhalten und nahe an der Eioberfläche gelegen.

Fig. 8. Partie eines geteilten Eies, in welchen solche Kerne mit Ausstülpungen, die in Fig. 7 abgebildet wurden, auch vorhanden sind. Hier ist aber die rote Farbe der Kernteile ganz verschwunden, und statt dessen eine Affinität für die blaue Farbe entstanden, wozu noch kommt, dass die Chromatinpartikel sich meistens zu langen, sich windenden Strängen angesammelt haben, wie dies in der hier abgebildeten Eihälfte dargestellt ist. Die Zentrosomen sind noch vorhanden.

Fig. 9. Partie eines geteilten Eies mit in dem Kern vorhandenen, blau gefärbten Chromatinsträngen und mit dem an der rechten Seite angehefteten zweiten Richtungskörper, in welchem die blaugrünen Chromosomen sichtbar sind. Die Zentrosphäre ist erhalten.

Fig. 10. Partie eines geteilten Eies mit einem mit Ausstülpungen verschenen Kern, wie in den Fig. 7 und 8, in welehen aber die nunmehr sich intensiv blaugrün färbenden Chromosomen bis an die Enden der Ausstülpungen reichen. Die Zen-

trosphären sind erhalten, aber ziemlich klein.

Die hier abgebildeten Eier waren mit Carnoyschem Gemisch fixiert und mit Biondischem Gemisch gefärbt. Die Figuren dieser Tafel sind in zweimaliger linearer Vergrösserung des bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 erhaltenen Bildes ausgeführt.





Repr. und Druck von Cederquists Graf. A.-G., Sthlm.

-

.

Tafel X.

.

Gefurchte Eier von Ascaris megalocephala.

Behandlung mit dem Biondischen Gemische.

Fig. 1. Ein in zwei Blastomeren geteiltes Ei mit neuen Teilungsspindeln in beiden. In der oberen sind die am Äquator befindlichen, blaugrün gefärbten Chromosomen noch nicht der Länge nach geteilt. In der unteren ist diese Teilung geschehen und die dadurch entstandenen acht blaugrünen Chromosomen in zwei Gruppen von je vier an die beiden polaren Zentrosphären gezogen. Die Spindel der unteren Blastomere bildet ungefähr rechte Winkel mit derjenigen der oberen. An der linken Seite der oberen Blastomere findet sich noch der zweite Richtungskörper mit zwei blaugrünen Chromosomen.

Fig. 2. Ei mit beinahe abgelaufener zweiter Furchung. In den beiden oberen, aus einer Blastomere entstandenen, beinahe voneinander getrennten Zellen sieht man die Kerne links mit bandförmigen, zackigen Chromosomen, rechts mit in Körner zerfallenen, aber mit beiden noch blaugrün gefärbt. Ausserdem liegt hier im Winkel zwischen ihnen der zweite Richtungskörper mit den zwei blaugrünen Chromosomen. In den aus der zweiten Eihälfte entstandenen beiden unteren Blastomeren hat man noch das Teilungsstadium, wo die Spindel beinahe im Verschwinden begriffen ist, die blaugrünen bandförmigen, geknickten Chromosomen aber zu den polaren Zentrosphären gezogen sind. Unten in der Figur sicht man den ersten Richtungskörper mit seinen blaugrünen Chromosomen, von der Seite her, an der Innenfläche der äusseren dieken Eihülle befestigt.

Fig. 3. Ei mit den durch die erste Teilung entstandenen Blastomeren schon zum zweiten Mal gefurcht. In dem oberen Paar hat man nun aus den früher blaugrünen Chromosomen entstandene, nur rot gefärbte Korne. Im unteren Paar ist ein danach folgendes Stadium erreicht, indem sich die Chromatinkörner zu gewundenen Strängen gesammelt haben, welche die blaugrüne Farbe kräftig annahmen.

Fig. 4. Gefurchtes Ei, in schwächerer Vergrösserung in der zweiten Furchung begriffen, mit der Äquatorialplatte und den vier in ihr befindlichen blaugrünen Chromosomschlingen, von der Fläche geschen, in der oberen Blastomere und, in der unteren, mit der Spindel und den Chromosomen im Äquator, von der Seite betrachtet.

Fig. 5-8. Gastrulastadien mit überall blaugrün gefärbten Kernen, in welchen während der Teilungsstadien die grüne Farbe noch kräftiger wird.

Die Eier waren teils mit Sublimat, teils mit Carnoysehem Gemisch fixiert und mit Biondischem Gemisch gefärbt. Mit der Ausnahme der Fig. 4 sind die Figuren dieser Tafel in zweimaliger linearer Vergrösserung des bei Zeiss' Apochr. 2 mm. Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 erhaltenen Bildes wiedergegeben.



.

·

Tafel XI.

Der Prozess der Richtungskörper-Bildung und der Befruchtung in den Eiern von Ascaris megalocephala.

Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin (nach M. Heidenhain) und Eosin.

Fig. 1-3. Erste Richtungskörper. – Fig. 1, die Spindel mit den acht Chromosomen, von der Seite betrachtet. – Fig. 2-3, zwei fertige, abgegebene erste Richtungskörper mit je vier Chromosomen, in der Flächenansicht.

Fig. 4—6. Zweite Richtungskörper. — Fig. 4. Spindel mit den vier Chromosomen, von der Seite, aber in Flächenausbreitung, und Fig. 5 ebenfalls von der Seite, aber in der Kantenansieht betrachtet, je mit den vier Chromosomen, welche in Fig. 4 von ihren Enden, in Fig. 5 in Längsausbreitung vorliegen. — Fig. 6. Ein noch aus zwei Bläsehen bestehender zweiter Richtungskörper, mit einem Chromosom in jedem, von der Oberfläche betrachtet.

Fig. 7. Kleine Partie von einem Schnitt eines Eies mit dem noch aus zwei Bläschen bestehenden zweiten Richtungskörper mit einem Chromosom in jedem Bläschen, in der Oberflächenlage betrachtet. Unten erkennt man den ebenfalls noch aus zwei nicht verschmolzenen Bläschen, mit einem Chromosom in jedem, bestehenden Eikern; die Chromosomen zeigen seitliche Ausläufer.

Fig. 8. Kleine Partie cines Vertikalschnitts durch die oberflächliche Schicht eines Eies mit dem in diese Schicht etwas eingesenkten zweiten Richtungskörper, in welchem die zwei Chromosomen sichtbar sind, und mit dem rechts davon gelegenen, aus einem Bläschen (mit den zwei, auf jeder Seite seiner Wand angehefteten, untereinander verbundenen Chromosomen) bestehenden Eikern.

Fig. 9. Partie eines Vertikalschnitts durch ein Ei, an dessen oberem Oberflächenstück der zweite Richtungskörper in der Seitenansicht vorliegt, während unter ihm der angeschwollene Eikern und, von diesem entfernt, noch tiefer hinab der ebenfalls angeschwollene, ungefähr gleich grosse Spermickern mit dem anhängenden, sehwarz gefärbten Protoplasma-Halbring des Spermiekörpers zu sehen sind. In den beiden Kernen sind teils schwärzliche, teils rote Fäden und Kugeln vorhanden.

Fig. 10. Partie eines Vertikalschnitts durch ein Ei, an dessen oberem Oberflächenrand der zweite Richtungskörper im Durchschnitt vorliegt, und nach unten von ihm der noch aus einem kleinen Bläschen mit den zwei Chromosomen bestchende Eikern zu sehen ist; noch weiter unten liegt der Spermiekern mit einem schwarz gefärbten Anhängsel des sich auflösenden Spermiekörpers.

Fig. 11. Partie eines Eies mit den beiden, ungefähr gleich grossen Kernen nunntehr dicht aneinander gelegen, beide mit den sieh von neuem ansammelnden Chromatinssträngen. Welcher von den Kernen der Spermiekern und der Eikern ist, liess sich nicht entscheiden. In den Winkeln zwischen ihnen sieht man die schon in zwei geteilte Zentrosphäre mit je einem schwarzen Zentralkörper in jeder Abteilung.

Fig. 12. Partie eines Eies mit den beiden ungefähr gleich grossen Kernen, welche in gebogener, halbmondförmiger Gestalt ein Feld umkreisen, in welchem eine in Teilung begriffene, rötlich gefärbte Zentrosphäre mit zwei kleinen, schwarz gefärbten Zentralkörpern gelegen ist. In den beiden Kernen, von denen man nicht weiss, wer dem Eikern und wer dem Spermiekern entspricht, ist die Ausbildung der Chromatinbänder verschieden weit gelangt, da in dem rechts liegenden sich diese Bänder mehr konsolidiert haben als in dem links befindlichen.

Fig. 13. Partie eines Eies mit den beiden, ungefähr gleich grossen, etwas voneinander getrennten Kernen, in denen sich etwas zackige Chromatinbänder und feinere Fäden von etwa derselben Ausbildungsstufe finden. In dem oberen Winkel zwischen den Kernen, von denen man nicht bestimmen kann, welcher der Eikern und welcher der Spermiekern ist, liegt eine sich eben teilende Zentrosphäre mit zwei schwarz gefärbten Zentralkörpern.

Fig. 14. Schnitt durch ein ganzes Ei mit dem oben ansitzenden zweiten Richtungskörper und mit drei Kernen im Inneren, von denen wahrscheinlich die zwei oberen kleineren dem noch aus zwei nicht verschmolzenen Bläschen bestehenden Eikern und der untere dem Spermiekern entsprechen. In allen dei Kernen sicht man nur feinkörnige Chromatinfäden. Zwischen den beiden oberen liegt die noch ungeteilte Zentrosphäre mit ihren Zentralkörpern.

Fig. 15. Partie eines Eies, oben-links mit dem aussen angehefteten zweiten Richtungskörper; im Inneren sicht man zwei stark angeschwollene, ungefähr gleich grosse Kerne mit etwa gleich weit ausgebildeten, körnig erscheinenden, gewundenen Chromatinbändern. Der dem rechts gelegenen Kern rechts angeheftete, schwarz gefärbte körnige Klumpen, welcher wahrscheinlich ein Rest des Spermiekörpers ist, deutet stark darauf hin, dass dieser Kern dem Spermickern entspricht. Zwischen den beiden dicht aneinander liegenden Kernen sicht man oben und unten in den Winkeln die geteilte Zentrosphäre mit den beiden schwarz gefärbten Zentralkörpern.

Fig. 16. Partie eines Eies mit einem sehr grossen Kern, welcher offenbar den hier sehon verschmolzenen beiden Kernen (Eikern und Spermiekern) entspricht. Über ihm sieht man die sich eben teilende Zentrosphäre mit zwei kleinen Zentralkörpern.

Fig. 17. Ein ganzes Ei mit den beiden, beinahe gleich grossen Kernen und den beiden Zentrosphären in den Winkeln zwischen ihnen. Die Kerne, in welchen man je zwei beinahe fertig ausgebildete, gewundene Chromosomenstränge bemerkt, liegen aneinander dicht gedrängt, und ihre Membranen sind schon auffallend verdünnt.

Fig. 18. Ein ganzes Ei mit den beiden Kernen, von denen der rechts befindliche grösser ist, und in denen je zwei ausgebildete, körnig erscheinende, gewundene Chromosomenstränge gelegen sind, stossen aneinander, und die Membranen sind, besonders am inneren Umfang in Auflösung begriffen. Die Zentrosphären mit ihren Zentralkörpern liegen oben und unten in den Winkeln, welche die Kerne miteinander bilden. Diese Phase trifft offenbar gleich vor der Bildung der Teilungsspindel ein.

In der Fig. 18, wic in den meisten anderen Abbildungen von Eiern auf dieser Tafel, bemerkt man in dem *Protoplasma* in sehr prägnanter Weise ein Geflecht von feinen Fasern, in welchen Körner, die Mikrosomen VAN BENEDEN's, moniliform oder perlschnurartig eingeschlossen liegen. Diese bald mehr gerade, bald mehr gebogen und sich windend verlaufenden Fasern umspinnen mehr weniger scharf begrenzte, grössere und kleinere, tropfenähnliche, rundliche oder ovale Räume, in denen eine etwas hellere, scheinbar unstrukturierte Substanz liegt. Bilder von Eiern, wie die in den Fig. 11—18 wiedergegebenen, und die genau nach den besten Präparatsn dargestellt sind, geben von der Struktur des Protoplasmas eine gute Auffassung.

Die auf dieser Tafel abgebildeten Eier waren grösstenteils mit Carnoyschem Gemisch fixiert und mit M. HEIDENHAIN'S Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbt.

Alle Figuren der Tafel sind in zweifacher linearer Vergrösserung des bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30, Komp. Ok. 12 erhaltenen Bildes ausgeführt.

GUSTAF RETZIUS: Unt. ü. d. Bau u. d. Entwicklung der Eier von Ascaris megaloc. etc. - Biol. Unt., N. F., Band XVI, 3.





Repr. und Druck von Cederquists Graf. A.-G., Sthim.

Gez. v. G. Retzius.

•

Tafel XII.

Der Teilungsprozess in den Eiern von Ascaris megalocephala.

Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin und Eosin.

Fig. 1. Schnitt durch ein ganzes Ei mit der Teilungsspindel und den beiden Zentrosphären und Zentralkörpern. Im Äquator der Spindel sicht man Stücke der vier Chromosomenstränge. Oben-rechts liegt am Eirande der zweite Richtungskörper, und nach oben von ihm findet sich der erste Richtungskörper an der inneren Fläche der teilweise angedeuteten äusseren dicken Eihülle, von welcher links-oben eine Partie in ihrer ganzen Dicke wiedergegeben ist.

Fig. 2. Ein ganzes Ei mit der Teilungsspindel und, im Äquator derselben, zwei Chromosomensträngen, an denen die Längsteilung durch eine helle Längslinie angedeutet ist. In den beiden Zentrosphären sieht man je ein schwarz gefärbtes Körnchen; durch die stark ausgeführte Differenzierung mit Eisenalaun ist offenbar dies Körnchen, der eigentliche Zentralkörper, zu einer sehr geringen Grösse gebracht; die Mikrosomen des Protoplasmas, welche in den anderen Figuren kräftig hervortreten, sind im ganzen Zellkörper ganz entfärbt.

Fig. 3. Partie eines etwas schief von einem derjenigen Seiten, in welchen die Zentrosphären gelegen sind, betrachteten, im Teilungsstadium begriffenen Eies. Ringsum den schwarz gefärbten Zentralkörper sieht man in selten schöner Anordnung die Strahlung der Zentrosphäre und den Übergang ihrer Fasern in das umgebende Mitom des Protoplasmas.

Fig. 4. Schnitt durch die Äquatorregion der Teilungsspindel eines Eies, mit den im Äquatorplan der Spindel gelegenen, gebogenen und gewundenen vier Chromosomen.

Fig. 5. Ein ganzes Ei mit Teilungsspindel und mit den zwei Gruppen der geteilten Chromosomen auf dem Wege nach den Zentrosphären, in welchen je ein grosser, schwarzer Zentralkörper liegt. Links-oben findet sich am Eirande der zweite Richtungskörper.

Fig. 6. Partie eines Eies mit der Teilungsspindel und den längsgeteilten Chromosomen in umgebogener Gestalt und Anordnung in der Nähe der einen, mit dem Zentralkörper versehenen Zentrosphäre, in etwas schiefer Ansicht.

Fig. 7. Partie eines sehon eingesehnürten, sieh teilenden Eies mit den umgebogenen Chromosomen der einen Furchungszelle in der Nähe der mit dem Zentralkörper versehenen Zentrosphäre.

Fig. 8. Ein schon weit in der ersten Teilung gelangtes, eingeschnürtes Ei mit ausgezogener, in der Mitte versehmälerter Spindelsubstanz, an deren Enden die in eine Menge kleiner Körner zerfallene Chromosomensubstanz in je einer dicht unter der Zentrosphäre befindlichen, quer liegenden Anhäufung siehtbar ist.

Fig. 9. Ein sehon abgeschnürtes Ei mit den Chromatinkörnerhaufen der beiden Toehterzellen zu je vier langen Ausläufern ausgezogen.

Fig. 10. Partie eines schon abgeschnürten Eies mit den Chromatinkörnern sieh zu je einem noch membranlosen, unregelmässig gestalteten Kern ansammelnd.

In der Protoplasmasubstanz der auf dieser Tafel abgebildeten Eier erkennt man, wie in den auf Taf. XI wiedergegebenen Eiern, das mit dunklen Körnern versehene Geflecht feiner Fasern (das Mitom), welche eine rötlich gefärbte, den Dotter enthaltende Substanz umspinnen und durchziehen; in den rundlichen und ovalen Lücken dieser Substanz sieht man eine andere, heller gefärbte, unstrukturierte Substanz. Nur in dem in Fig. 2 abgebildeten Ei ist, wie oben bemerkt wurde, infolge der starken Differenzierung mit Eisenalaun, das körnige Fasergeflecht nicht mehr wahrnehmbar; die Eosinfärbung ist hier, wie an dem in Fig. 3 abgebildeten Eie, nicht angewandt.

Die auf dieser Tafel abgebildeten Eier waren entweder mit Sublimatlösung order mit dem Carnoyschen Gemische fixiert und nach der Eisenalaun-Hämatoxylinmethode von M. HEIDENHAIN gefärbt. Ausserdem ist in den in Fig. 1 und 4—10 die

Eosinfärbung benutzt.

Alle Figuren der Tafel sind in zweimaliger linearer Vergrösserung des bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30, K. Ok. 12 erhaltenen Bildes wiedergegeben.

GUSTAF RETZIUS: Unt. ü. d. Bau u. d. Entwicklung der Eier von Ascaris megalocephala. - Biol. Unt., N. F., Band XVI, S. TAF. XII.



Gez. v. G. Retzius.

Repr. und Druck von Cederquists Graf. A .- G., Sthim.

.

Tafel XIII.

Eier von Ascaris megalocephala, in Furchungsstadien und in Zytolyse.

Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin und Eosin.

Fig. 1. In zwei Tochterzellen geteiltes Ei, mit je einem sieh anlegenden Kern, in dem die Chromatinsubstanz aus einer Menge kleiner Körner besteht. In den Zentrosphären sieht man den dunkleren Zentralkörper und an den Rändern die faserige Ausstrahlung. Oben findet sich an dem Eirande der zweite Richtungskörper mit seinen beiden Chromosomen.

Fig. 2. Partie einer Tochterzelle eines geteilten Eies mit dem unter der Zentrosphäre gelegenen Kern noch aus vier Bläschen betehend, in denen körnige Chromatinnetze sichtbar sind.

Fig. 3. In zwei Tochterzellen geteiltes Ei mit je einem aus den verschmolzenen Bläschen entstandenen, teilweise noch eingesehnürten, mit Membran verschenen, neben der Zentrosphäre quer durch die Zelle gelegenen Kern, in dem man chromatinführende Fäden erkennt. Links unten sieht man ein Stück der diesem Ei angehörigen, dieken, äusseren Hülle, in welcher eine konzentrische Schichtung und eine Körnelung der Oberfläche angedeutet sind.

Fig. 4. Ei, in zwei Tochterzellen geteilt, in denen die den Zentrosphären anliegenden, stark angeschwellten und mit je vier nach der Teilungsplatte hin gestreckten, langen Ausläufern versehenen Kerne sichtbar sind. In den Kernen und ihren Ausläufern sind lange, gewundene Bänder und Fäden vorhanden; in dem unteren Kern sind diese an den Rändern weniger, in den oberen mehr gezackt.

Fig. 5. Gefurchtes Ei, dessen obere Zelle mit einer Teilungsspindel, an deren beiden Polen je eine Zentrosphäre liegt, werschen; am Äquator der Spindel sicht man die Chromosomen in der Seitenansicht. Die untere Tochterzelle der ersten Furchung ist der oberen voraus geeilt und hat sich schon zum zweiten Mal geteilt; in den beiden Zellen dieser zweiten Teilung bemerkt man schon lange, dicke, gewundene Chromosomen, welche in der untersten Zelle teilweise in sich ausbuchtenden Ausläufern des Kerns gelegen sind.

Fig. 6. Kleine Partie der Oberfläche der äusseren Eihülle mit den Körnern.

Fig. 7--9. Eier in Zytolyse. — In Fig. 7 hat sich die rotgefärbte Dottersubstanz an der Oberfläche des Eies gesammelt; im Inneren des Eies findet sich ein grosser Kern, welcher wahrscheinlich durch eine frühe Vereinigung des Eikerns und des Sperniekerns entstanden ist, und ausserdem sind in dem hellen Raume teils freic, verästelte, gekörnte Fasern des Mitoms, theils ein zusammengeballter Klumpen aus solchen Fasern vorhanden. — Fig. 8. In diesem Ei hat sieh die Dottersubstanz in der Form grosser runder roter Kugeln aus dem Protoplasma abgetrennt; links liegt eine Richtungsspindel zweiter Ordnung mit den vier eingeschlossenen Chromosomen. Das Fasergeflecht des Mitoms hat sich, teils in zusammengeballter Schicht, an die Eioberfläche und zu einigen in das Innere eindringenden Fortsätzen angesammelt, teils sieht man es als isolierte, körnertragende Fasern den übrigen hellen Raum des Eies durchziehen und die Dotterkugeln umspinnen. — Fig. 9 stellt ein noch von seiner äusseren Hülle umgebenes Ei, welches sich z. T. von der Innenfläche dieser Hülle getrennt und von seiner eigenen Oberfläche ein sehr dünnes Häutchen abgeschieden hat. Im Eiraum erkennt man eine Anzahl von rötlichen Kugeln und Ovalen (teilweise mit hellem Innenraum), welche aus der von dem Protoplasma geschiedenen Dottersubstanz gebildet sind. Zwischen diesen Kugeln findet man ein Geflecht von körnigen Fasern, welche sich infolge des zytolytischen Prozesses von der Dottersubstanz und der Paramitomsubstanz abgetrennt haben. An der Oberfläche der äusseren dicken Eihülle bemerkt man zahlreiche zerstreute Körner verschiedener Grösse, die sich mit Hämatoxylin stark gefärbt haben. Der Eikern fehlt in dem Schnittpräparate.

In den Fig. 1-5 sieht man die normale Struktur des Eiprotoplasmas, wie dieselbe auch auf den Tafeln XI und XII dargestellt und in den Beschreibungen dieser Tafeln näher erwähnt wurde.

Die Figuren der Taf. XIII sind nach Präparaten wiedergegeben, welche teils in Sublimatlösungen, teils im Carnoysehen

Gemisch fixiert und mit Biondischem Gemisch gefärbt worden sind.

Sie sind in zweimaliger linearer Vergrösserung des bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 erhaltenen Bildes wiedergegeben.

GUSTAF RETZIUS: Unt. ü. d. Bau. u. d. Entwicklung der Eier von Ascaris megalocephala. – Biol. Unt., N. F., B. XVI, 3.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologische Untersuchungen

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: NF_16

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

Artikel/Article: <u>Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Eier von Ascaris</u> <u>Megalocephala 21-40</u>