

Ueber Chromatindiminution bei Nematoden.

Von

Kristine Bonnevie,

Konservator an der Universität Kristiania.

(Aus dem zoologischen Institut zu Würzburg.)

Hierzu Tafel XVI u. XVII.

BOVERI hat durch seine grundlegenden Untersuchungen der Entwicklung von *Ascaris megalocephala* gezeigt, wie hier schon von den ersten Furchungsstadien an eine Differenzierung der Zellen stattfindet, indem „die Kernkonstitution des befruchteten Eies sich nur auf die eine Tochterzelle und von dieser wieder nur auf die eine u. s. w. forterbt, wogegen in der jeweiligen Schwester dieser ‚Stammzelle‘ das Chromatin zum Teil degeneriert, zum Teil umgeformt wird, so daß alle ihre Nachkommen reduzierte Kerne erhalten“. — Dies führt zu einer Trennung der Urgeschlechtszellen mit ursprünglichem Kernzustand auf der einen Seite, von den somatischen Zellen mit reduzierten Kernen auf der anderen. Die Diminution des Chromatins geschieht typischerweise in jeder somatischen Urzelle, wenn diese sich zur nächsten Teilung vorbereitet, und zwar in der Weise, daß von jedem Chromosoma die beiden Endstücke abgestoßen und vom Protoplasma resorbiert werden, während die mittleren Teile nach einem Zerfall in kleine Stäbchen zur Bildung der beiden Tochterkerne verwendet werden.

Später hat MEYER (5) eine Reihe anderer Nematodenarten auf ihre Kernverhältnisse untersucht und bei 3 von diesen, *Ascaris lumbricoides*, *A. rubricunda* und *A. labiata*, konnte er nachweisen, daß ein Diminutionsprozeß, ähnlich wie bei *A. megalocephala*, stattfindet.

Da er aber an dem ihm zur Verfügung stehenden Material die feineren Vorgänge dieses Prozesses nicht beobachten konnte,

habe ich — nach dem Vorschlag von Herrn Professor BOVERI — eine ähnliche Untersuchung wiederholt. Ich habe zu diesem Zwecke 3 Nematodenarten: *Ascaris lumbricoides*, *Strongylus paradoxus* und *Rhabdonema nigrovenosa*, untersucht; und während ich bei der ersten Art eine Diminution des Chromatins konstatieren und durch alle Stadien verfolgen konnte, war bei den beiden anderen Arten keine solche zu sehen, obgleich auch hier alle betreffenden Stadien in gut konserviertem Zustande vorhanden waren.

Taf. XVIII zeigt diejenigen Entwicklungsstadien von *Strongylus paradoxus* (Fig. 15—18) und *Rhabdonema nigrovenosa* (Fig. 19—21), wo eine Abstoßung von Chromatin zu erwarten wäre — und ich beschränke mich in Betreff dieser Arten darauf, auf die Figurenerklärung hinzuweisen, während die Verhältnisse bei *Ascaris lumbricoides* eine nähere Erörterung erfordern.

Ascaris lumbricoides.

Eine große Schwierigkeit bei jeder Untersuchung der Eier von *A. lumbricoides* bildet das Herstellen von gut konserviertem Material. Die Eischalen sind nämlich hier, wie bei *A. megaloccephala*, in hohem Grade widerstandsfähig, und die befruchteten Eier entwickeln sich in vielen Konservierungsflüssigkeiten ebenso rasch und gleichmäßig, als wenn man sie in Wasser oder in einer feuchten Kammer züchtet. In Pikrin-Essigsäure habe ich z. B. nach mehr als 2 Monaten die Eiröhren mit voll entwickelten, noch lebenden Embryonen gefüllt gefunden. In PERENYI'scher Flüssigkeit ist es mir auch nicht gelungen, die Eier abzutöten, während sie in Alkohol-Essigsäure (Alk. 70-proz. 95 Teile + Eisessig 5 Teile) stets nach Verlauf von 6—8 Tagen gestorben waren, und zwar auf einem Stadium gerade vor der ersten Teilung. Es zeigte sich nämlich, daß die Eier von *A. lumbricoides*, wie sie vom Muttertier entleert werden, bei Zimmertemperatur 6—8 Tage brauchen, ehe die erste Furche auftritt, während man die Eier von *A. megaloccephala* schon am nächsten Tage in Zweiteilung antrifft.

Will man also bei *A. lumbricoides* Furchungsstadien konserviert erhalten, so muß man die Eier verschieden lange züchten, ehe man sie in Alkohol-Essigsäure bringt. Dies kann sowohl in der feuchten Kammer als auch in gewissen Konservierungsflüssigkeiten, wie z. B. PERENYI'schen Flüssigkeit geschehen. Auch hiermit hat man es nicht absolut in der Hand, das Absterben auf einem ganz bestimmten Furchungsstadium zu erreichen, und es

ist eben nötig, viel Material zu verarbeiten, was ja bei der Häufigkeit des Wurmes keine Schwierigkeiten macht. Um die für die Diminution in Betracht kommenden Stadien zu erhalten, empfiehlt es sich, die Eier von 8—20 Tagen zu züchten, ehe man sie in Alkohol-Essigsäure einlegt.

Meine Untersuchungen wurden hauptsächlich an ganzen Eiern vorgenommen, die in Boraxkarmin oder DELAFIELD's Hämatoxylin gefärbt und in Nelkenöl aufgehellert waren. Um den stark färbaren und deshalb bei der Betrachtung ganzer Eier sehr störenden äußeren Ueberzug der Schale zu beseitigen, wurden die Eier, bevor sie in Alkohol-Essigsäure kamen, einen Tag in warme Pepsinlösung gebracht. Der Ueberzug verschwindet hier vollständig.

Zur Kontrolle meiner Befunde an Nelkenölpräparaten, und um die feineren Vorgänge im Verhalten der Chromosomen nachzuweisen, wurden auch Schnitte durch ganze Eiröhren gemacht. Auch beim Schneiden bieten die Eischalen großen Widerstand, und das Einbetten muß sehr langsam (2—3 Wochen) vor sich gehen.

Zur Schnittfärbung wurden HEIDENHAIN's Eisenalaun-Hämatoxylin, DELAFIELD's Hämatoxylin und Borax-Karmin benutzt.

Die Entwicklung von *A. lumbricoides* ist derjenigen von *A. megaloccephala* so ähnlich, daß man ohne weiteres BOVERI's Bezeichnungen der einzelnen Zellen anwenden darf, auch ohne das definitive Schicksal der Embryonalzellen von *A. lumbricoides* verfolgt zu haben; und indem ich auf BOVERI's Beschreibung (3) hinweise, werde ich mich im folgenden auf eine Besprechung derjenigen Stadien beschränken, die für die Frage der Chromatindiminution von Bedeutung sind, und nur insofern auf andere Stadien eingehen, als sie einen charakteristischen Unterschied zwischen beiden Arten betreffen.

Hinsichtlich der äußeren Vorgänge des Diminutionsprozesses bei *A. lumbricoides* kann ich nur MEYER's Befunde bestätigen; meine Abbildungen lassen sich Schritt für Schritt mit den seinigen vergleichen. Ich werde daher — ehe ich zu einer Besprechung des Verhaltens der Chromosomen übergehe — nur eine kurze Beschreibung der verschiedenen Stadien vorausschicken, in welchen eine Abstoßung von Chromatin vor sich geht.

Die ersten Teilungen bei *A. lumbricoides* entsprechen genau denen der *A. megaloccephala*, und man findet auf dem 4-zelligen

Stadium auch hier die so charakteristische T-Form des Keimes, die bald durch Verschiebung der Zellen in eine rhombische übergeht. Die Orientierung ist auch bei beiden Arten genau dieselbe — ein Plan durch die Mitte aller 4 Zellen (s. Fig. 11) bezeichnet die Medianebene des Embryos, und die vom Längsbalken des T verschobene Zelle (P^1) das Hinterende desselben; die 2 Tochterzellen der ersten Ursomazelle (A und B) liegen resp. vorn und dorsalswärts, während die Zelle S^2 , die Schwesterzelle von P^2 , an der Ventralseite liegt. Die 4 Zellen sind unter sich ungefähr gleich groß; doch zeigt sich oft ein geringer Unterschied zwischen den 2 Abkömmlingen der Stammzelle I. Ordnung, und zwar so, daß die hintere Zelle (P^2) die kleinste, und die ventral gelegene (S^2) die größte Zelle des Embryos bildet.

Wie MEYER gezeigt hat, fängt der Diminutionsprozeß erst auf diesem Stadium an — nicht wie bei *A. megaloccephala* manchmal schon auf dem 2-zelligen — und zeigt sich hier zuerst in den 2 Ektodermzellen (A und B), den Tochterzellen der Ursomazelle I, wenn diese in Begriff sind, in eine neue Teilung einzutreten.

Fig. 2 zeigt in Dorsalansicht ein solches Stadium, wo die vorderste Zelle (A) schon geteilt ist (in a und α), während die dorsal gelegene (B) eben in Teilung begriffen ist. In beiden sieht man winzig kleine Chromatinkörnchen, die von den Chromosomen abgestoßen sind und in die Tochterkerne nicht eingehen. Die 2 anderen Zellen des Embryos (P^2 und S^2) haben noch ruhende Kerne (die ventral gelegene, von den Ektodermzellen verdeckte Zelle S^2 ist auf der Figur nicht eingezeichnet).

Diese Abbildung ist mit MEYER's Fig. 1, Taf. I zu vergleichen, und BOVERI's Fig. 10b, Taf. XL, zeigt ein entsprechendes Stadium bei *A. megaloccephala*. Während bei dem letzteren, nach BOVERI, keine bestimmte Reihenfolge in den Teilungen der beiden Ektodermzellen zu bemerken ist, teilt sich bei *A. lumbricoides* als Regel die vordere Zelle zuerst (s. Fig. 2), und nur als seltene Ausnahmefälle habe ich eine Gleichzeitigkeit der Teilung dieser Zellen, wie sie auf MEYER's Fig. 1 abgebildet ist, oder sogar die umgekehrte Reihenfolge gesehen.

Fig. 3 zeigt in linksseitiger Ansicht ein etwas späteres Stadium, wo die Ursomazelle II (S^2) in Teilung mit Chromatinabstoßung begriffen ist, während ihre Schwesterzelle (P^2) schon geteilt ist (P^3 und S^3). — In Fig. 4 ist auch die Teilung der Zelle S^2 vollendet, und man sieht noch in den Tochterzellen außerhalb der neugebildeten Kerne eine Reihe kleinster Chromatinkörnchen.

Bei MEYER findet man (Fig. 2, Taf. I) ein meiner Fig. 3 entsprechendes Stadium. Einen Unterschied zeigen diese Abbildungen nur in betreff der Stammzelle II. Ordnung, die bei MEYER noch keine Vorbereitung zur Teilung zeigt, während bei mir ihre Tochterzellen schon völlig ausgewachsene Kerne haben, ein Verhalten, das, meiner Erfahrung nach, der regelmäßigen Reihenfolge der Zellteilungen entspricht, indem die nach hinten gelegene Stammzelle (P^2) stets vor der ventralen Zelle (S^2) in der Teilung voraus-eilt. Bei dieser, wie überhaupt bei jeder Teilung der Stammzelle sind ihre Abkömmlinge ungleich groß und man kann, bis zu einem gewissen Punkte in der Entwicklung des Embryos, nach jedem Teilungsschritte mit größerer Leichtigkeit die kleine, chromatinreiche Stammzelle von den somatischen Zellen unterscheiden, ein Umstand, welcher die Orientierung in hohem Grade erleichtert.

Fig. 5a zeigt, von der Dorsalseite gesehen, ein Stadium von 14 Zellen, wo die Ursomazelle III in Teilung begriffen ist; man findet die abgestoßenen Chromatinkörnchen zwischen den Tochterplatten zerstreut. Wenn man denselben Embryo von der Seite betrachtet (Fig. 5b), sieht man, daß auch hier die Schwesterzelle (Stammzelle III. Ordnung) schon geteilt ist, und ihre Tochterzellen haben völlig ausgewachsene Kerne. Die eine von diesen (P^4) ist sehr klein, während die nach hinten gelegene (S^4) größer ist, und auch in der Dorsalansicht deutlich sichtbar. Die Form des Embryos ist durch diese Teilung sehr charakteristisch geworden, und sie bezeichnet eine Abweichung von der sonst so ähnlichen Entwicklung der *A. megaloccephala*, wo sich diese Stammzelle erst auf einem bedeutend späteren Stadium teilt; so findet man, nach BOVERI, bei einem 24-zelligen Embryo von *A. megaloccephala* dieselbe Teilung der Stammzelle vollzogen, die bei *A. lumbricoides* schon hier auf dem 14-zelligen fertig ist. (Nur ausnahmsweise findet man eine Verzögerung in dieser Teilung, wie sie in MEYER's Fig. 3 abgebildet ist.)

Dieses Vorseilen der Stammzelle vor den somatischen Zellen findet vielleicht seine Erklärung in ihrer nach jeder Teilung immer abnehmenden Größe und bewirkt eine Veränderung in der Lage der Zellen, die die Vergleichung zwischen den Embryonen von *A. megaloccephala* und *A. lumbricoides* auf späteren Stadien erschwert.

Fig. 6 zeigt, von der Ventralseite gesehen, einen Embryo, dessen Ursomazelle IV eben geteilt ist. Die Strahlungscentren sieht man in sehr charakteristischer Weise an die Oberfläche der

Tochterzellen angelagert; die beiden Kerne sind noch in Bildung, während abgestoßene Chromatinteilchen zwischen denselben gelegen sind.

Fig. 7 zeigt in optischem Längsschnitt ein etwas späteres Stadium (Embryo mit 30 Zellen), in welchem auch die Stammzelle IV. Ordnung geteilt ist, während man in den beiden Abkömmlingen ihrer Schwesterzelle noch einzelne abgestoßene Chromatinkörnchen sieht.

Ueber das weitere Schicksal der 2 kleinen Zellen, die aus der Teilung der Stammzelle P^4 entstanden sind, kann ich nur ein negatives Urteil aussprechen. Ich habe bei einer genauen Beobachtung der späteren Stadien keine weiteren Teilungen derselben konstatieren können, und wahrscheinlich bilden sie direkt die beiden Urgeschlechtzellen des Embryos. Während sie aber noch auf den nächstfolgenden Stadien leicht zu erkennen sind, indem sie sich durch ihre Kleinheit und ihren Chromatinreichtum von allen anderen Zellen deutlich unterscheiden, ist dies später nicht mehr der Fall, sei es aus dem Grunde, daß die somatischen Zellen durch fortgesetzte Teilungen so an Größe abgenommen haben, daß die Stammzellen nicht mehr erkennbar sind, oder daß diese eine spätere Teilung und Verlagerung erlitten haben, die nur durch genaues Studium der Zellengenealogie zu verfolgen wären.

Wie aus den obigen Erörterungen hervorgeht, konnte ich in der Entwicklung von *A. lumbricoides* mit Sicherheit eine 4mal wiederholte Abstoßung von Chromatinsubstanz nachweisen, und zwar die erste gleichzeitig in den beiden Tochterzellen der Ursomazelle I, die drei letzteren in den Ursomazellen II—IV.

Schwieriger zu beantworten ist die Frage nach den feineren Vorgängen dieses Diminutionsprozesses. Die Chromosomenzahl ist so groß, und die Verhältnisse sind so winzig klein, daß man nur sehr selten die Gelegenheit hat, ein deutliches Bild vom Verhalten der einzelnen Chromosomen zu sehen.

Nur durch Betrachtung sehr zahlreicher Objekte und durch einen Vergleich zwischen den Chromosomen vor und nach der Diminution konnte man daher eine Lösung erwarten auf die Frage vom Ursprung der abgestoßenen Chromatinkörnchen. Von vornherein war an zwei wesentlich verschiedene Möglichkeiten zu denken; die erste wäre, daß eine Anzahl der ursprünglich in jedem Kern vorhandenen Chromosomen bei der Diminutionsteilung

vollständig verloren geht, während die übrigen unverändert in die Tochterkerne aufgenommen würden; oder aber der Diminutionsprozeß könnte hier wie bei *A. megalcephala* darin bestehen, daß von jedem einzelnen Chromosom Teile abgeworfen würden.

In ersterem Falle würden dann die Kerne nach der Diminution eine reduzierte Anzahl von Chromosomen ursprünglicher Größe enthalten; in letzterem dagegen Chromosomen reduzierter Größe, aber in ursprünglicher Zahl.

Um diese Frage zu entscheiden, habe ich, an Totalpräparaten in Nelkenöl und an Schnittserien der betreffenden Stadien, möglichst viele Aequatorialplatten und in Auflösung begriffene Kerne genau untersucht und so die Form und vor allem die Zahl der Chromosomen in den verschiedenen Zellen festgestellt.

Als Resultat dieser Untersuchungen glaube ich, wie unten näher zu begründen ist, behaupten zu können, daß die Diminution bei *A. lumbricoides* in derselben Weise vor sich geht, wie bei *A. megalcephala*, daß also von jedem Chromosom Chromatin abgegeben wird, indem sich die beiden Endstücke der Chromosomen lösen und nicht in die neuen Kerne eingehen.

In der Richtungsspindel von *A. lumbricoides* treten, nach Untersuchungen von CARNOY und BOVERI, die Chromosomen in einer Anzahl von 24 auf; und dementsprechend habe ich als Mittelzahl aus einer Reihe Zählungen in der ersten Furchungsspindel 48—50 Chromosomen gefunden.

Fig. 9 zeigt die Aequatorialplatte einer solchen Spindel; man sieht hier die Elemente der beiden Vorkerne völlig getrennt, jede Gruppe mit 24 stäbchenförmigen Chromosomen.

Die Teilung derselben geschieht durch Längsspaltung (wie aus Fig. 1 von der Zelle S^1 zu sehen ist), und bei der Auflösung der Kerne am 2-zelligen Stadium des Embryos findet man wieder ganz ähnlich aussehende Stäbchen. (Fig. 10 zeigt einzelne Chromosomen aus einer Aequatorialplatte der Zelle S^1 .)

Ein auffallend verändertes Aussehen zeigen die Chromosomen vor denjenigen Teilungen, in welchen eine Diminution des Chromatins stattfindet. Sie präsentieren sich hier nicht mehr als im ganzen Verlauf gleich dicke Stäbchen, sondern sie sind durch quere Einschnürungen in Reihen von Kügelchen geteilt, und zwar zeigt sich jedes Stäbchen typischerweise aus drei solchen zusammengesetzt, von denen das mittlere oft größer und stärker färbbar erscheint als die Endstücke.

Fig. 11 und 12 zeigen solche in Zerfall begriffene Chromosomen; in Fig. 11 ist ein 4-zelliger Embryo abgebildet, dessen 2 Ektodermzellen (*A* und *B*) in Vorbereitung zur Teilung sind. In der vorderen Zelle *A* ist die Aequatorialplatte schon gebildet, während in *B* die Chromosomen noch auf einen größeren Bereich der Zelle verteilt sind. Hier kann man an einzelnen Chromosomen die Dreiteilung sehr deutlich sehen, während an anderen ein Zerfall schon eingetreten ist, und man sieht dann Gruppen von 2—3 Kügelchen oder auch einzeln gelegene solche. — Fig. 12a und b zeigen zwei aufeinander folgende Schnitte durch die vordere Ektodermzelle (*A*) eines anderen Embryos, und auch hier ist die Teilung der stäbchenförmigen Chromosomen je in 3 kugelige Abschnitte zu erkennen. Die Entwicklung der Zelle ist hier nicht ganz so weit vorgeschritten wie in Fig. 11, die Kernmembran ist an der einen Seite noch zu sehen (Fig. 12b), und einzelne Stäbchen (Fig. 12a) zeigen keine Einschnürungen. Genau die Zahl zu bestimmen, ist hier unmöglich, da man nicht immer mit Bestimmtheit entscheiden kann, welche Körnchen zusammengehören; aber wie man auch zählt, findet man beim Summieren der Chromosomen in den Fig. 12a und b eine Zahl, die von 48 nicht weit entfernt ist.

Betrachtet man weiter Zellen, deren Chromatingehalt schon vermindert ist, so kann man auch hier in den Aequatorialplatten ca. 48 Chromosomen zählen; aber diese sind jetzt nicht mehr stäbchen-, sondern kugelförmig, und jede Kugel ungefähr von derselben Größe wie die kugeligen Abschnitte der Chromosomen vor der Diminutionsteilung. — Durch die wiederholten Teilungen der Zellen werden die Verhältnisse bald so winzig klein, daß jede Beobachtung der einzelnen Chromosomen ausgeschlossen ist. Man muß daher möglichst frühe Stadien betrachten, und am besten geeignet sind dann die Tochterzellen der Zelle *S*².

Fig. 13 zeigt die Aequatorialplatte einer solchen Zelle, und ein Vergleich zwischen den Chromosomen in Fig. 9 und 10, dann 11 und 12 und schließlich 13 läßt wohl an der Art der Diminution keinen Zweifel: ursprünglich sind die Chromosomen stäbchenförmig, wie Fig. 9 und 10 sie zeigen, und diese ihre ursprüngliche Form behalten sie in den Propagationszellen, während sie in den somatischen Urzellen (oder deren Tochterzellen) in Zerfall geraten (Fig. 11 u. 12). Von den 3 Stücken, in die jedes Chromosom geteilt wird, werden, nach Analogie mit *A. megalocephala*, wohl sicher die 2 Endstücke abgeworfen, während das mittlere

Stück sich teilt, und die beiden Tochterkerne werden dann von den diminuierten Tochterchromosomen gebildet, die auch bei späteren Teilungen als kleine, kugelige Chromosomen zur Erscheinung kommen.

Die abgestoßenen Endstücke haben keinen langen Bestand. Schon ehe die Tochterkerne gebildet sind (Fig. 2, 3 und 5a), haben sie an Größe abgenommen und sind nur als winzig kleine Punkte oder als färbare Verdickungen an den Verbindungsfasern wahrzunehmen. Jede Zählung oder genaue Analyse ist hier unmöglich; doch scheint zuweilen die Lage der abgestoßenen Körnchen darauf zu deuten, daß wenigstens einige von ihnen sich nach der Abstoßung geteilt haben; man findet nämlich, wie es aus Fig. 3 und 14 zu sehen ist, oft 2 Körnchen auf entgegengesetzten Seiten vom Aequator der Zelle, aber beide in derselben Entfernung, so daß sie einen Eindruck von Zusammengehörigkeit geben, ähnlich wie es BOVERI für *A. megaloccephala* beschrieben und auch (in Fig. 34) abgebildet hat.

Obwohl diese Chromatinkörnchen sehr rasch vom Protoplasma resorbiert werden, so sind doch immerhin stets einzelne von ihnen noch nach der Vollendung der Zellteilung sichtbar, und zwar auch — im Gegensatz zu MEYER'S Behauptung — auf den frühesten Stadien (Fig. 2, 4, 6 u. 7). Man findet sie noch nach der Bildung der Kernmembran, als winzig kleine Punkte außerhalb derselben und zwischen den Zellen. Auf späteren Stadien sind sie größer (Fig. 7) und noch lange sichtbar, nachdem der Kern zu voller Größe ausgewachsen ist.

Fig. 8 und 8a zeigen in zwei verschiedenen Ansichten einen abnorm entwickelten Embryo, der in einer von seinen 3 Zellen 4 Strahlungscentren enthält; diese sind durch 4 Kernspindeln unter sich verbunden, und in allen 4 Spindeln sieht man zwischen den Tochterplatten abgestoßene Chromatinkörnchen. Fig. 8 zeigt 3 von diesen Spindeln zu einem Dreieck durch die Pole *a*, *b* und *d* verbunden, während außerdem die vierte, die auch in *d* ihr eines Ende hat, in der Tiefe der Zelle zu erkennen ist. In Fig. 8a ist diese letztere Spindel *c—d* deutlich sichtbar, während die 3 anderen, *a—d*, *b—d* und *a—b*, kein klares Bild geben; man sieht auch hier eine beginnende Einschnürung der Zellenoberfläche zwischen den Polen *c* und *d*.

Wie diese Bildung zu deuten ist, kann man mit Sicherheit nicht entscheiden. In demselben Material kommen mehrere äh-

liche Abnormitäten vor¹⁾, und es ist möglich, daß sie auf Polyspermie zurückzuführen sind; mehr wahrscheinlich ist vielleicht eine andere Erklärung, die nämlich, daß eine Zellteilung unterblieben ist, und daß so nach der Teilung der beiden Centrosomen die 4-polige Strahlungsfigur zustande gekommen ist. In letzterem Falle wäre die in Fig. 8 und 8a abgebildete abnorme Zelle mit den Tochterzellen der Ursomazelle I zu vergleichen, in welchen eine Diminution des Chromatins ja auch normal vor sich geht. —

Wenn man den oben beschriebenen Diminutionsprozeß bei *A. lumbricoides* mit demselben der *A. megalcephala* vergleicht, findet man eine völlige Uebereinstimmung zwischen beiden in betreff der äußeren Vorgänge und auch darin, daß von jedem Chromosom die Endstücke abgestoßen werden; sie unterscheiden sich aber durch das Verhalten der zurückbleibenden mittleren Teile der Chromosomen, die bei *A. megalcephala* in kleine Stückchen zerfallen, während sie bei *A. lumbricoides*, soweit es verfolgt werden konnte, ganz bleiben.

Im Anschluß an die obige Darstellung des Diminutionsprozesses bei *Ascaris lumbricoides* möchte ich auch einige Eigentümlichkeiten in der Entwicklung dieses Wurmes erwähnen, die mir während meiner Untersuchung immer wieder begegnet sind, nämlich erstens das Schicksal des zweiten Richtungskörpers, und dann die eigentümliche Bildungsweise der Kerne.

Die Lage des zweiten Richtungskörpers ist hier, wie bei *A. megalcephala*, ganz regellos; er kann an jeder beliebigen Stelle der jungen Embryonen sitzen.

Hier bleibt er aber gewöhnlich nicht lange, sondern wird früher oder später von derjenigen Zelle wieder aufgenommen, der er anliegt, um hier nach einiger Zeit vom Protoplasma resorbiert zu werden.

Daß dies wirklich der Fall ist, davon überzeugt man sich leicht bei Betrachtung von jungen Embryonen in Nelkenöl. Man findet nämlich den Richtungskörper bald ganz äußerlich an der Oberfläche irgend einer Zelle befestigt, bald auch innig mit derselben verbunden, wie er auf Fig. 1 zu sehen ist, und endlich mitten im Zellenleib, wo er als eine helle Vakuole mit peripher gelagertem Chromatin leicht erkennbar ist (Fig. 4). Es zeigt sich

1) Eine nähere Erörterung dieser Abnormitäten folgt in einem nächstens erscheinenden Aufsatz.

auch, daß die Resorption des Richtungskörpers an keine bestimmte Zelle gebunden ist, sondern daß er in jede beliebige Zelle aufgenommen werden kann, mit der er zufällig in Berührung tritt.

Wenn man die eben geteilten Zellen, die in Fig. 5a (S^3), Fig. 7 (P^4), Fig. 6 (S^4), Fig. 4 (MSt und E) und Fig. 2 (a und α) abgebildet sind, in der oben angeführten Reihenfolge betrachtet, sieht man, wie sich die Kerne in eigentümlicher Weise aus den Tochterplatten entwickeln. Es entsteht hier keine Vakuole um die Tochterplatte herum, sondern diese, die zuerst als eine dünne Platte erscheint, krümmt sich, bis sie die Oberfläche einer Halbkugel beschreibt, deren Oeffnung gegen den Spindelpol gewendet ist, und im Innern dieser Halbkugel entsteht dann eine Vakuole, während die in Bildung begriffene Kernmembran die Oeffnung wie ein Deckel schließt (Fig. 7). Jetzt fangen die ursprünglich sehr dicht gelagerten Chromosomen an, sich voneinander zu entfernen (Fig. 6), und bald sieht man sie über die ganze Peripherie des jungen Kernes zerstreut, in dessen Mitte ein chromatinfreier Raum noch lange sichtbar ist (Fig. 2 und 4).

Zuletzt sei es mir erlaubt, Herrn Prof. Dr. BOVERI für das lebhafteste Interesse, mit welchem er meiner Untersuchung gefolgt ist, sowie für seine anregende Unterstützung während derselben meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Würzburg, März 1901.

Litteraturverzeichnis.

- 1) BOVERI, Ueber Differenzierung der Zellkerne während der Furchung des Eies von *Asc. meg.* *Anat. Anz.*, 1887.
 - 2) — Ueber die Entstehung des Gegensatzes zwischen den Geschlechtszellen und den somatischen Zellen bei *Asc. meg.*, nebst Bemerkungen zur Entwicklungsgesch. der Nematoden. *Sitzber. d. Ges. f. Morph. und Phys. in München*, Bd. VIII, 1892.
 - 3) — Die Entwicklung von *A. megaloccephala* mit besonderer Rücksicht auf die Kernverhältnisse. *Festschr. z. 70. Geburtstage v. KUPFFER*, 1899.
 - 4) CARNOY, La cytodierèse de l'oeuf chez quelques Nematodes. *La Cellule*, T. III, 1886.
 - 5) MEYER, Celluläre Untersuchungen an Nematoden-Eiern, 1895.
-

Tafelerklärung.

Alle Abbildungen sind bei Anwendung von Zeiß, Apochr.-Immers. (Brennweite 2 mm) gezeichnet; Kompens.-Okular 6 ist zu Fig. 1—8, Fig. 11 und Fig. 14—18 benutzt, während Fig. 9 u. 10 und 12 u. 13 mit Ok. 8 und Fig. 19—21 mit Ok. 4 ausgeführt sind. Bezeichnung der Zellen nach BOVERI (3).

Tafel XVI.

Fig. 1. Stadium von 2 Zellen; Längsspaltung der Chromosomen ist in Zelle S^1 zu sehen. RK Richtungskörper.

Fig. 2. Stadium von 5 Zellen in Dorsalansicht. Diminutionskörnchen in den Zellen a , α und B . Zelle S^2 auf der Unterseite nicht gezeichnet.

Fig. 3. Stadium von 7 Zellen, von der linken Seite gesehen. Diminution in S^2 .

Fig. 4. 8 Zellen. S^2 ist in MSt und E geteilt. Abgestoßene Chromatinkörnchen um die beiden Kerne zu sehen. Richtungskörper in der Ektodermzelle α .

Fig. 5. Stadium von 14 Zellen, in a von der Dorsalseite, in b von der linken Seite gesehen. Diminutionsteilung in S^3 .

Fig. 6. Ca. 30 Zellen. Ventralansicht. Diminutionsteilung in S^4 eben vollzogen.

Fig. 7. Optischer Längsschnitt durch Embryo mit 30 Zellen. Man sieht in der Tochterzelle von S^4 abgestoßene Chromatinkörnchen. P^4 eben geteilt.

Fig. 8 u. 8a. Zwei verschiedene Ansichten von einem abnorm entwickelten Embryo mit 3 Zellen. Die eine Zelle zeigt eine 4-polige Strahlungsfigur.

Fig. 9. Aequatorialplatte aus dem Ei. Die Elemente von Ei- und Spermakern noch getrennt.

Fig. 10. Einzelne Chromosomen aus der Zelle S^1 .

Fig. 11. Stadium von 4 Zellen. In der Zelle B sieht man den Zerfall der Chromosomen vor der Diminution.

Fig. 12a und b. Zwei aufeinander folgende Schnitte durch die Zelle A eines 4-zelligen Embryos. Chromosomen in Zerfall.

Fig. 13. Aequatorialplatte mit diminuierten Chromosomen, aus einer Tochterzelle (MSt) der Zelle S^2 .

Fig. 14. Spindel aus der Zelle S^3 ; zeigt die paarweise Anordnung der abgestoßenen Chromatinkörnchen.

Tafel XVII.

Fig. 15—18. *Strongylus paradoxus*.

Fig. 15. Stadium von 2 Zellen. Spindelbildung ohne Diminution in Zelle S^1 .

Fig. 16. 4 Zellen. Teilung ohne Diminution in den Tochterzellen (A und B) von S^1 .

Fig. 17. 6 Zellen. Teilung ohne Diminution in Zelle S^2 .

Fig. 18. Aequatorialplatte aus der Zelle A . 12 stäbchenförmige Chromosomen ohne Einschnürungen.

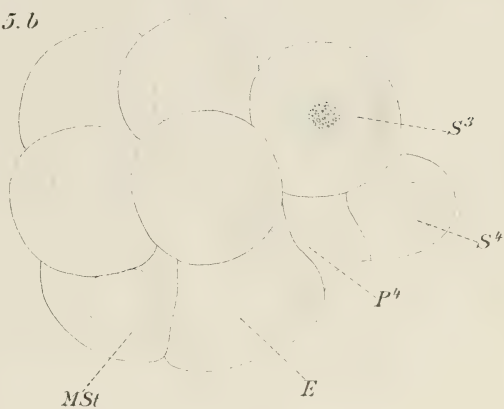
Fig. 19—21. *Rhabdonema nigroviridosa*.

Fig. 19. Teilung ohne Diminution in der Zelle S^1 .

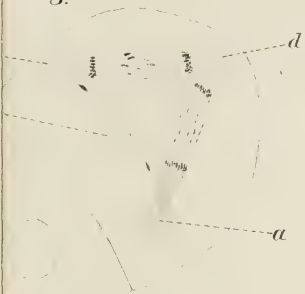
Fig. 20. " " " " den Zellen A und B .

Fig. 21. " " " " der Zelle S^2 .

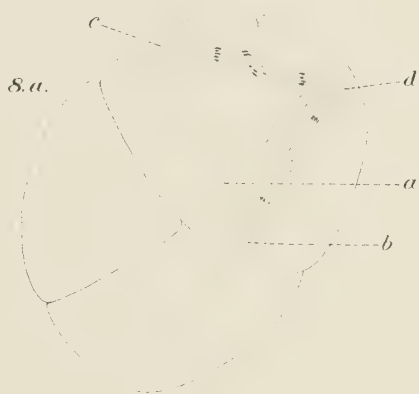
5. b



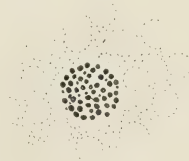
8.



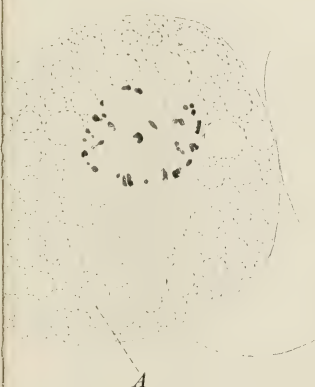
8. a.

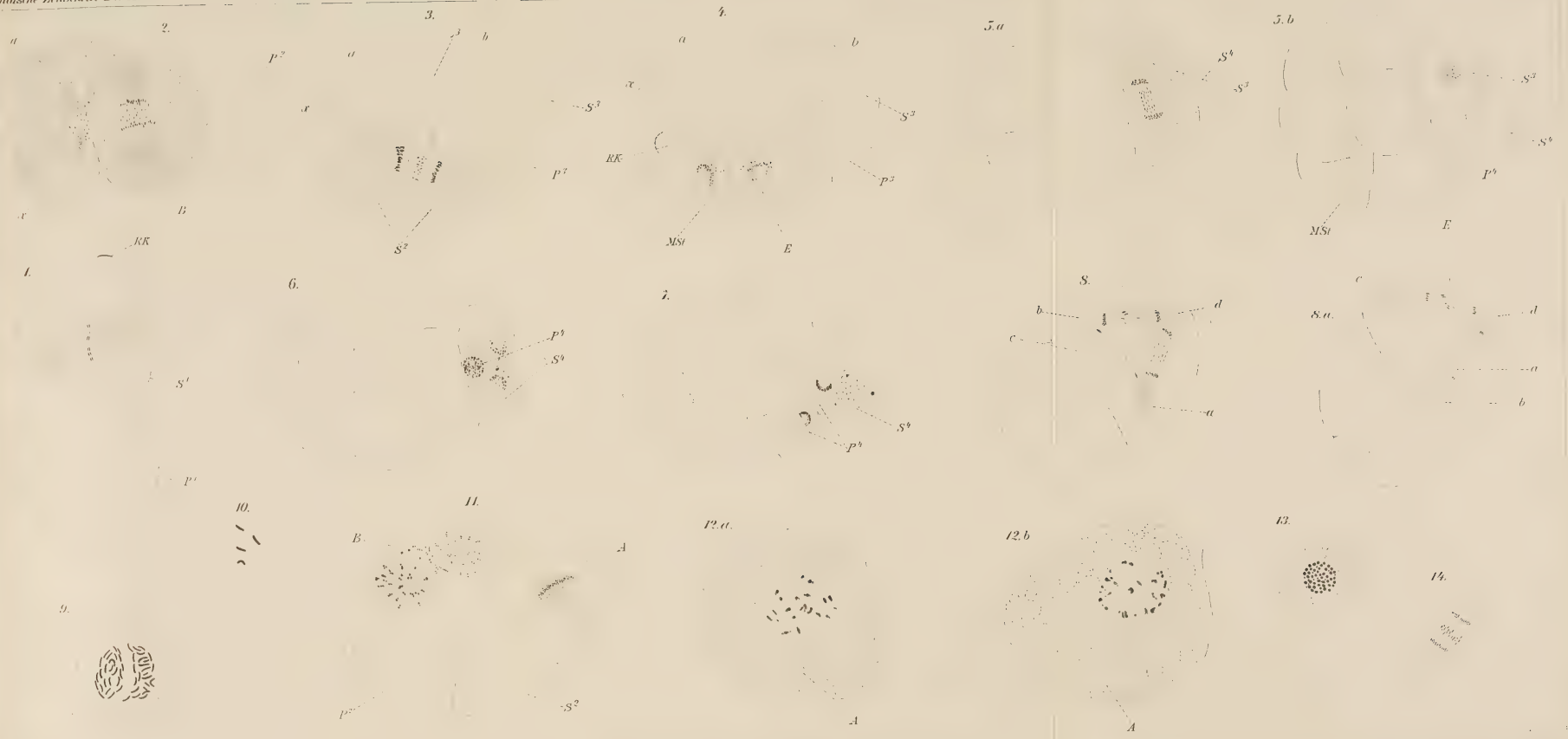


13.



14.







S'

16.



17.



15.



19.



18.

18/16
18/16
18/16

16.

B



20.



17.



21.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [NF_29](#)

Autor(en)/Author(s): Bonnevie Kristine

Artikel/Article: [Ueber Chromatindiminution bei Nematoden. 275-288](#)