

Ichthyophis die Sarasinschen Angaben nicht zu bestätigen vermochte, liegt wohl daran, daß ich andre Körperstellen untersuchte, als jene, an welchen F. u. P. Sarasin ihre Beobachtung machten. Dies geht schon daraus hervor, daß an den von mir beschriebenen Hautstellen die basalen Epidermiszellen an der Unterseite quer abgeschnitten sind und nicht, wie von F. u. P. Sarasin angegeben wurde, in feine Spitzen auslaufen. Daß mit dem Wechsel in der Form der Basalfäche der Epidermiszellen ein verschiedenartiges Verhalten in bezug auf die Zellverbindungen zusammengehen kann, habe ich in meinen Arbeiten mehrfach hervorgehoben.

2. Über die Chromosomenbildung der Aulacanthiden.

Zur Kritik der Hypothese von der Parallelconjugation.

Von Valentin Haecker, Technische Hochschule, Stuttgart.

(Mit 6 Figuren.)

eingeg. 27. November 1908.

Von einer großen Zahl zoologischer und botanischer Forscher wird zurzeit die Ansicht vertreten, daß die bekannten Doppelchromosomen der diakinetischen Phase der Reifungsteilungen (Doppelstäbchen, Achter- und Überkreuzungsfiguren, Ringe usw.) durch Parallellagerung zweier Einzelfäden während der Synapsis (Parallelconjugation, synaptische Parasyndese) ihre Entstehung nehmen. Viele Autoren sind ferner geneigt, bei dieser Aneinanderlagerung an eine Conjugation je eines väterlichen und eines mütterlichen Elementes zu denken.

Wie ich vor kurzem in einem Referate¹ ausführlich auseinandergesetzt habe, kann ich die tatsächlichen Beobachtungen, welche zugunsten dieser Anschauung (Junktionshypothese) angeführt werden, nicht als beweisend betrachten, und ebenso möchte ich schon aus allgemein kerngeschichtlichen Gründen »eine Durcheinanderwälzung der ruhenden Idiomeren und ebenso ein gegenseitiges Sichaufsuchen der Chromatinfäden während der Synapsis für unannehmbar halten«. Auch andre Stimmen sind vor und nach mir gegen die Parallelconjugation laut geworden, so haben z. B. Fick, Goldschmidt und Meves sich neuerdings, zum Teil wiederholt, gegen diese Auffassung gewandt.

Bei den Versuchen, die ich in Gemeinschaft mit einigen jüngeren Mitarbeitern unternommen habe, um den Sexualzellencyclus der Copepoden endgültig klarzustellen, wurden ebenfalls Tatsachen ermittelt,

¹ Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. *Ergebn. u. Fortschr. d. Zool.*, 1. Bd. 1. Heft 1908. S. 86, 117, 119. Die Angabe von M. Popoff (*Exper. Zellstud.*, *Arch. Zellf.*, 1. Bd. 1908. S. 364), ich hätte mich für die synaptische Parallelconjugation ausgesprochen, ist nicht zutreffend.

welche gegen die angenommene Parallelconjugation sprechen. So hat in der vorstehenden Arbeit H. Matschek gezeigt, daß schon in den ovogonialen Teilungen die Chromosomen die nämliche (»reduzierte« oder »pseudoreduzierte«) Zahl aufweisen wie die Doppelchromosomen der Diakinese, eine Beobachtung, welche jedenfalls mit der Hypothese der Parallelconjugation, so wie diese ursprünglich gemeint war, nicht übereinstimmt.

Was ferner die den Vierergruppen ähnlichen Chromosomentypen anbelangt, welche nach I. Schiller² bei Einwirkung von Äther und Chloroform auf die Furchungsteilungen von *Cyclops* entstehen, so können diese längs gespaltenen, quer gekerbten Stäbchen und Schleifen sich allerdings paarweise nebeneinander legen, so daß »quadrivalente Vierergruppen« oder »Oktaden« entstehen, aber diese Parallellagerung findet nicht, wie dies nach der genannten Hypothese der Fall sein müßte, schon in den frühen Prophasen, sondern erst in der späten Diakinese statt, wenn die Chromosomen bereits stark verkürzt und verdickt sind. Die Vierergruppen selbst aber kommen dadurch zustande, daß die hufeisenförmigen, in segmentierten Knäuel korbartig angeordneten, bivalenten Chromosomen (bei *Cyclops viridis* 12, bei *C. fuscus* 14) sich verkürzen, verdicken und strecken, wobei gleichzeitig eine deutliche Querkerbe und eine sehr weite Längsspalte sichtbar wird. Über diesen Entstehungsmodus, dessen verschiedene Phasen an den einzelnen Eiern desselben Eisackes in übersichtlicher Weise nebeneinander zur Beobachtung kommen, wird I. Schiller demnächst genauer berichten.

Ich möchte im folgenden einen in ein ganz andres Gebiet gehörigen Fall besprechen, in welchem es sich ebenfalls um diakinetische Doppelchromosomen mit weitklaffendem Abstand zwischen den Einzelchromosomen handelt und in dem die Entstehung dieser Gebilde in einer, wie ich glaube, unzweideutigen Weise klargelegt werden kann.

Karawajew³ und Borgert⁴ haben zuerst bei einem tripyleen Radiolar, bei *Aulacantha scolymantha*, festgestellt, daß vor der Bildung der Äquatorialplatte der Kernraum von Doppelfäden und Doppelstäbchen mit klaffendem Längsspalt erfüllt ist, welche eine auffallende Ähnlichkeit mit den Chromatinelementen in den Prophasen der Reifungsteilungen der höheren Organismen, speziell auch mit den Doppelstäbchen der Copepoden, aufweisen. Diese Übereinstimmung stellt sich aber als eine viel weiter gehende heraus. Schon Borgert

² Zool. Anz. Bd. 32. 1908. S. 616; Verh. Zool. Ges. 1908. S. 113.

³ Zool. Anz. 18. Jahrg. 1895. S. 298. Fig. 3.

⁴ Untersuchungen über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien usw. Zool. Jahrb. (Anat. Abt.) 14. Bd. 1900. Taf. 16. Fig. 22.

hatte an den Einzelfäden der Doppelfadensegmente eine zweite Längsspaltung beobachtet, und außerdem zwischen den Doppelfäden Ringfiguren gefunden, also Erscheinungen, die auch in der diakinetischen Phase der Reifungsteilungen vorkommen, und ich selbst habe dann bei verschiedenen zweikapseligen (dicystinen) Aulacanthiden, insbesondere bei *Auloceros*, Doppelfadensegmente mit achtförmig gekrümmten, mehrfach überkreuzten oder schraubenförmig umeinander gedrehten Einzelfäden (Strepsinemen) angetroffen⁵, von der ganz nämlichen Form, wie sie aus der Ovogenese der Copepoden, Selachier und anderer tierischer und pflanzlicher Objekte bekannt sind.

Dank dem Umstand, daß die Chromosomen in den Kernen der Aulacanthiden, ähnlich wie in denjenigen von *Orosceua*⁶, eine heterochrone Entwicklung aufweisen und demnach in einem und demselben Kern stets mehrere Stadien nebeneinander auftreten, läßt sich der Verlauf der Genese in unzweideutiger Weise festlegen.

Speziell bei *Aulographis* und *Auloceros* fand ich verhältnismäßig

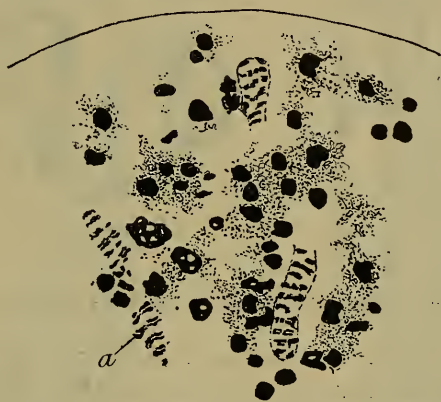


Fig. 1. Kern von *Aulographis pandora* (frühe Prophase).

häufig Kerne, welche im ganzen die »Schollen- und Strangstruktur« ruhender Kerne zeigten, dabei aber an verschiedenen Stellen, sowohl im Centrum wie an der Peripherie, kleine rundliche oder wurstförmige Knäuelfiguren aufwiesen (Fig. 1). Letztere sind gegen das umgebende, bei gut konservierten Exemplaren feinwabige Grundplasma nicht durch eine Membran abgegrenzt, wohl aber zeigen sie einen vollkommen regelmäßigen und scharfen Umriss, sie stellen sich also als rundliche oder cylindrische, vom übrigen Grundplasma abgegliederte Sarcodeportionen dar, deren periphere Schicht

⁵ Verh. Zool. Ges. 1907. S. 74. Fig. 1.

⁶ Verh. Zool. Ges. 1907. S. 77 ff.

von einem knäueelförmig verlaufenden Chromatinfaden eingenommen wird. Diese Differenzierungen des Kernes sind, ebenso wie die Einzelknäuel und Chromosomenbläschen von *Oröscena*, nichts anderes als die ersten Anlagen der Chromosomen.

Zuweilen sieht man in unzweideutiger Weise, daß der dünne, in der Mantelschicht dieser Teilkerns (Binnenkerne) verlaufende Chromatinfaden längsgespalten ist (Fig. 1, a). Ich habe die bestimmte Überzeugung gewonnen, daß es sich hier nicht um einfache Helligkeitsunterschiede zwischen der Peripherie und der Achse der Chromatinfäden, oder um eine Einlagerung von hellen Vacuolen, sondern um eine wirkliche, auf größere Strecken die Fadenschraube gleichmäßig durchziehende Längsspalte handelt.

Es fanden sich nun ferner alle Übergänge zwischen diesen Einzelknäueln und den fertigen Doppelstäbchen. Zunächst reihen sich Zwillinge an, die aus zwei dünnen, glatt-cylindrischen und homogen-

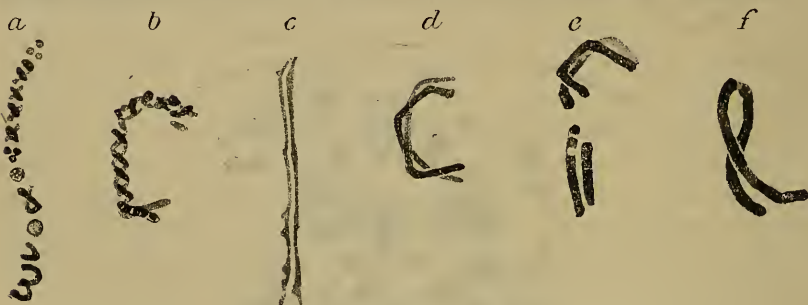


Fig. 2. Chromosomen-Entwicklung bei *Auloceros* (mittlere Prophase).

gefärbten, in Form einer regelmäßigen Doppelschraube umeinander gedrehten Einzelfäden bestehen (Fig. 2, a, b). Diese Doppelschrauben gehen aus den längsgespaltene Einzelknäueln zweifellos in der Weise hervor, daß die als Teilkerns abgegliederten Sarcodetypen zu langen, dünnen Schläuchen auswachsen, und daß die beiden Spalthälften des spiralig gedrehten Chromatinfadens allmählich voneinander abrücken und dabei eine beträchtliche Verdickung erfahren. Seltener beobachtet man schon in diesem Stadium eine Streckung der Doppelfäden (Fig. 2, c).

Mit zunehmender Dicke der Einzelfäden verlieren die Doppelfäden mehr und mehr die Form des Strepsinemas, die Windungen werden flacher und unregelmäßiger, die Abstände zwischen den Fäden vergrößern sich, und so kommen zunächst Achter- und Ringfiguren und schließlich mehr oder weniger gestreckte Doppelstäbchen mit weitklaffendem Längsspalt zustande (Fig. 2, d—f; Fig. 3). An

diese Bilder schließen sich die von Karawajew und Borgert gegebenen an.

Was nun das weitere Schicksal der Chromosomen anbelangt, so sind mir die Metaphasen der Teilung bei keinem Objekt zu Gesicht gekommen. Ich kann daher den Beobachtungen Borgerts nichts hinzufügen, möchte aber nur so viel bemerken, daß mir die Annahme Borgerts, daß sich die Teilung von *Aulacantha* als eine Reduktions- teilung abspielt, nicht genügend begründet erscheint. Vielmehr zeigen die Darstellungen, welche Borgert⁷ von den Metaphasen gibt, eine so große Ähnlichkeit mit den bekannten Bildern, welche nach Stras-

Fig. 4.

Fig. 3.

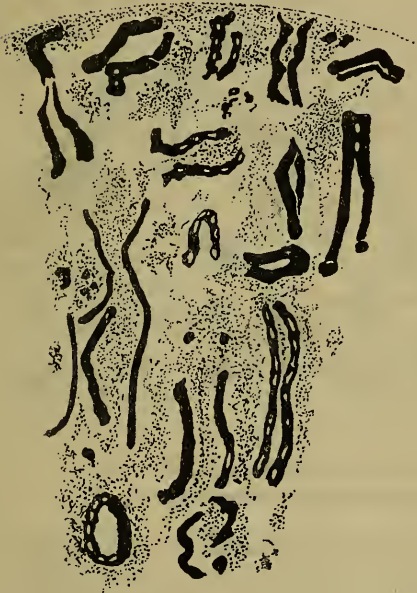


Fig. 3. Kern von *Aulographis pandora* (späte Prophase).
Fig. 4. Kern von *Aulographis pandora* (frühe Telophase).

burger, Guignard u. a. die Kernteilungsfiguren der Liliaceen außerhalb des sexuellen Zellencyclus aufweisen, daß man kaum daran denken kann, daß bei den Tripyleen die endgültige Verteilung nach einem andern Schema als nach dem Äquationsmodus verläuft.

⁷ l. c. Taf. 14. Fig. 10; Taf. 17. Fig. 30, 31.

Bezüglich der bei *Castanidium* beobachteten Anaphasen sei auf die Darstellung in dem zitierten Referat⁸, sowie auf den systematischen Teil der »Tiefsee-Radiolarien«⁹ verwiesen, hier möge nur noch kurz auf die Telophasen eingegangen werden, und zwar speziell auf die Art und Weise, wie sich die Rekonstitution der Tochterkerne bei den dicystinen Aulacanthiden und bei *Castanidium* vollzieht, also bei Formen, welche im ruhenden Kern eine »Schollen- und Strangstruktur«¹⁰ aufweisen.

In den jungen, bereits von einer Membran umgebenen Tochterkernen durchziehen die Chromatinelemente zunächst noch als wurmförmige, vielfach raketentartig gewundene, homogen gefärbte Fäden den

Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 5. Kern von *Auloceros* (mittlere Telophase).

Fig. 6. Kern von *Castanidium* (späte Telophase).

Kernraum, während zwischen ihnen in zunehmendem Maße unregelmäßige, vacuolisierte Schollen oder Binnenkörper (Fig. 4) auftreten. Bei günstiger Schnittrichtung ist im ganzen eine Parallellagerung der Chromosomen wahrzunehmen, und man wird dann an die Korbform erinnert, welche die Tochterspireme der Metazoenkerne vielfach zeigen. Weiterhin verlieren die Chromosomen ihre regelmäßige, homogene und glatte Be-

⁸ *Ergebn. u. Fortschr.* 1907. S. 6 f. Fig. 1 a u. 1 b.

⁹ S. 150. Taf. 41. Fig. 300.

¹⁰ Im Gegensatz zu *Aulacantha* mit seiner »Radstruktur«. Bei Aulosphaeriden und Tuscaroriden, welche im ruhenden Kern eine modifizierte Radstruktur zeigen, fand ich telophasische Zustände, welche mit den von Borgert für *Aulacantha* beschriebenen gut übereinstimmen.

schaffenheit und lösen sich in Körnchen- und Schollenreihen auf (Fig. 5), welche das regressive Gegenstück zu den jüngsten Strepsinemen (Fig. 2, a, b) darstellen. Schließlich treten vor Beginn des eigentlichen Ruhestadiums die »Chromosomenspuren« nur noch als feine Linien oder Fäden hervor, welche zum Teil noch von kleinsten Chromatinkörnchen begleitet sind, zum Teil nur noch in einen Mantel von feinkörnigem (durch die Konservierung geschrumpftem und körnig ausgefalltem) Grundplasma eingebettet sind (Fig. 6). Solche Bilder erinnern außerordentlich an die Chromosomenspuren in den jungen Keimbläschen der Amphibien (*Triton*, *Siredon*).

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß bei den Tripyleen die Bildung und Rückbildung der Chromosomen im wesentlichen in der nämlichen Weise vor sich geht, wie bei den Metazoen und Metaphyten. Im speziellen scheinen mir die hier beschriebenen Verhältnisse eine gute Stütze für die Achromatinhypothese zu gewähren, auch dürften sie, soviel ich sehe, trotz der enormen Chromosomenzahl (bei *Aulacantha* mindestens 1200, bei *Castanidium* 15—1600) der Individualitätshypothese keine Schwierigkeiten bereiten.

Von besonderem Interesse scheint mir aber ein anderer Punkt zu sein. Schon vor längerer Zeit¹¹ habe ich auf die Übereinstimmung hingewiesen, welche die Teilungsvorgänge mancher Einzelligen und Thallophyten hinsichtlich der Gestalt und Beschaffenheit der achromatischen Figur mit den Reifungsteilungen der Metazoen und Metaphyten zeigen. Damit steht nun offenbar in Einklang, daß, wenigstens bei den Radiolarien, auch die Chromosomen eine große Ähnlichkeit mit denjenigen der Reifungsteilungen aufweisen, und zwar ist besonders darauf aufmerksam zu machen, daß die hier beschriebenen diakinetischen (meiotischen¹²) Chromosomentypen bei den Tripyleen auf verschiedenen oder wahrscheinlich auf allen Teilungsstufen, d. h. im Stadium mit 1, 2 und mehreren Centralkapseln, also nicht etwa nur bei einem einzigen, den Reifungsteilungen entsprechenden Teilungsakt, auftreten.

Angesichts dieser vielfachen Beziehungen dürfte nun die Feststellung von allgemeinerem Interesse sein, daß bei den Tripyleen die Doppelchromosomen mit frühzeitig weitklaffendem Längsintervall mit vollkommener Sicherheit auf einen Längsspaltungsprozeß zurückgeführt werden können. Denn wenn es vielleicht auch bedenklich wäre, dieses Ergebnis ohne Vorbehalt auf die Reifungsperiode der

¹¹ Über weitere Übereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen. Biol. Centralbl. Bd. 17. 1897. Vgl. auch Borgert, l. c. S. 247.

¹² Farmer u. Moore (1895) bezeichnen den ganzen Zeitraum der Wachstums- und Reifungsphase als Maiosis oder maiotic phase (*μείωσις* = Reduktion). Vgl. mein Referat, 1907. S. 72.

Metazoen und Metaphyten zu übertragen, so dürften doch die beschriebenen Befunde ein weiteres Argument bilden, welches der hypothetischen Annahme einer Parallelconjugation der Chromosomen im Wege steht.

Stuttgart, 25. November 1908.

3. Zur Kenntnis der Eireifung und Eiablage bei Copepoden.

Von Hermann Matscheck, cand. rer. nat.

(Aus dem zoolog. Institut der Technischen Hochschule Stuttgart.)

(Mit 9 Figuren.)

eingeg. 27. November 1908.

Nachdem Braun¹ gezeigt hat, daß bei einer großen Reihe von Cyclopiden diejenige Phase der ersten Reifungsteilung, während welcher die Eier aus dem Oviduct austreten, das nämliche Bild der »biseriellen Anordnung« darbietet, wie bei *Cyclops viridis* (*brevicornis*), schien es von Wert zu sein, die Untersuchung zunächst dieser Phase durch Heranziehung anderer Copepodengruppen auf eine möglichst breite Basis zu stellen und zu zeigen, inwieweit die bei Centropagiden und Harpacticiden auftretenden Bilder mit denen von *Cyclops* sich vereinigen lassen.

Zweitens war es wünschenswert, bezüglich der Vorgeschichte jener so überaus charakteristischen Phase zu endgültigen Resultaten zu gelangen.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen ergaben sich dann noch neue Betrachtungen über die Zahlenverhältnisse der Chromosomen bei verschiedenen Copepoden und über die Fortpflanzungsgeschichte einiger seltener Formen, besonders der *Heterocope*-Arten. Über diese vier Punkte möchte ich im folgenden einen vorläufigen Bericht geben.

I. Biserielle Anordnung.

Der äußere Anblick, den die biserielle Anordnung der Chromosomen darbietet, ist, wie schon aus den Untersuchungen früherer Autoren hervorgeht, bei den einzelnen Gruppen ein sehr verschiedener. Ich erinnere an die von Haecker für *Cyclops viridis* gegebenen Bilder, an die Rückertschen Beobachtungen bei den Bodensee-Copepoden, an die von Häcker geschilderten scheinbar ganz abweichenden Vorkommnisse bei *Canthocamptus* und an die auffallenden Viererkugeln, welche vom Rath bei marinen Centropagiden beobachtete.

¹ H. Braun, Über die spezifischen Chromosomenzahlen in der Gattung *Cyclops*. Zoolog. Anz. Bd. XXXII. Nr. 14.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Haecker Valentin [Ferdinand Karl]

Artikel/Article: [Über die Chromosomenbildung der Aulacanthiden. 35-42](#)