

3. Die Reifung des Eies von *Rhodites rosae* L. und einige allgemeine Bemerkungen über die Chromosomen bei parthenogenetischer Fortpflanzung.

Von W. Schleip.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.)

(Mit 10 Figuren.)

eingeg. 5. Oktober 1909.

Gewisse parthenogenetisch sich entwickelnde Eier bilden bekanntlich ebenso wie befruchtungsbedürftige 2 Richtungskörper und erfahren auch ebenso wie diese eine Halbierung ihrer Chromosomenzahl. Es war daher von Interesse, festzustellen, ob die auf die Hälfte verminderte Chromosomenzahl in diesen parthenogenetischen Eiern erhalten bleibt oder nicht. Henking¹ fand bei *Lasius niger* und *Rhodites rosae* eine Verdoppelung der reduzierten Chromosomenzahl im Furchungskern, und dasselbe glaubte Petrunkevitch² im unbefruchteten Ei der Honigbiene feststellen zu können. Die gleiche Frage tauchte natürlich auch beim Studium der künstlichen Parthenogenese und der befruchteten, kernlosen Eifragmente auf, und nach Delage³ sollte auch hier die normale Chromosomenzahl durch eine »Autoregulation« wieder hergestellt werden. Den meisten dieser Angaben wurde aber widersprochen: Boveri⁴ und andre zeigten die Unhaltbarkeit der Ansicht von Delage, die Beobachtungen von Meves⁵ und andern über die Chromosomenzahl in der Drohne lassen sich mit den von Petrunkevitch nicht in Einklang bringen, und schließlich konnte ich⁶ zeigen, daß die unbefruchteten Eier von *Formica sanguinea* sich mit der halben Chromosomenzahl entwickeln, womit das Ergebnis der gleichzeitig erschienenen Arbeit von Lams⁷ über die Spermatogenese einer andern Ameisenart gut übereinstimmt. Aber es bleibt doch noch die Henkingsche Angabe übrig, daß eine solche Chromosomenverdoppelung im parthenoge-

¹ Henking, H., Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in Eiern der Insekten. III. Spezielles und Allgemeines. Zeitschr. wiss. Zool. Vol. 54. 1892.

² Petrunkevitch, A., Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei. Zool. Jahrb. Vol. 14. 1901. Anat. Abt. und: Das Schicksal der Richtungskörper im Drohnenei. Ebenda Vol. 17. 1903. Anat. Abt.

³ Delage, Y., Etudes expérimentales sur la maturation cytoplasmique et sur la parthénogenèse artificielle chez les Echinodermes. Arch. zool. expér. (3) T. 9. 1901.

⁴ Boveri, Th., Merogonie (Y. Delage) und Ephebogenesis (B. Rawitz), neue Namen für eine alte Sache. Anat. Anz. Vol. 19. 1901.

⁵ Meves, Fr., Die Spermatocytenteilungen bei der Honigbiene usw. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 70. 1901.

⁶ Schleip, W., Die Richtungskörperbildung im Ei von *Formica sanguinea*. Zool. Jahrb. Vol. 26. 1908. Anat. Abt.

⁷ Lams, H., Les divisions des spermatocytes chez le fourmi (*Camponotus herculeanus* L.). Arch. f. Zellforschung Vol. 1. 1908.

netisch sich entwickelnden Ei von *Rhodites rosae* vorkommt, und sie wird auch in der Literatur im allgemeinen ohne Widerspruch anerkannt. Es ist aber zweifellos theoretisch bedeutungsvoll, ob — und sei es auch nur in einem einzigen Falle — ein Kern die Fähigkeit besitzt, die ihm überlieferte Chromosomenzahl abzuändern, in diesem Falle also von der reduzierten auf die normale zu erhöhen. Daher habe ich die Reifung und erste Entwicklung des Eies von *Rhodites rosae* L. nachuntersucht.

Ebenso wie Weismann⁸ und Henking fand ich unter meinen *Rhodites rosae* — es waren über hundert — niemals Männchen; auch habe ich in keinem der abgelegten Eier jemals einen Samenfaden nachweisen können, so daß mir zweifellos nur unbefruchtet sich entwickelnde Eier vorlagen. Dieselben wurden ebenso wie die herauspräparierten Ovarien mit Sublimatlösung nach Gilson fixiert, in Schnitte zerlegt und mit Hämatoxylin und Pikrokarmine gefärbt.

Die Beobachtungen von Henking kann ich in den meisten Punkten vollkommen bestätigen. Die Zahl der Chromosomen in den Ureizellen ist nicht zu bestimmen, auch Henking gibt darüber nichts an, da die Mitosen in den Endkammern sehr selten und klein sind. Da aber bei allen daraufhin untersuchten Tieren ausnahmslos in den Ovogonien ebensoviel Chromosomen vorhanden sind wie in den somatischen Zellen oder wenigstens wie in den ersten Furchungszellen, so werden wir als sicher annehmen müssen, daß es sich auch hier so verhält. In den älteren Stadien des Keimbläschens, d. h. des Kernes der Ovocyte 1. Ordnung, kann man die Chromosomen sehr schön studieren: zuerst sind sie Fädchen mit den bekannten knötchenförmigen Verdickungen und einer allerdings nicht sehr deutlichen Längsspalte. Der relativ kleine Nucleolus bleibt erhalten bis etwa zu der Zeit, wo die Kernmembran sich auflöst. Dann werden die Chromosomen dicker und erscheinen im Präparat schließlich als unregelmäßig geformte Klümpchen. Einige von ihnen sind, wie schon Henking beschrieben hat, deutlich ringförmig (s. Fig. 1—3)⁹. Auf allen diesen Stadien kann man die Chromosomenzahl ziemlich sicher bestimmen, namentlich auf dem zuletzt besprochenen. Ich glaube bestimmt, daß stets 12 Chromosomen vorhanden sind, möchte es aber immerhin dahingestellt sein lassen, ob es nicht vielleicht nur 11 oder 10 sind. Allerdings ist bei letzteren Zahlen zu bedenken, daß man, wenn die Chromosomen enger beisammen

⁸ Weismann, A., Beiträge zur Kenntnis der ersten Entwicklungsvorgänge im Insektenei. Beiträge z. Anat. u. Embryol. Festgabe f. Henle. Bonn 1802.

⁹ Alle Figuren mit Zeiß apochr. hom. Immersion 1,5 mm, Kompens.-Ocular 12, Tubusauszug 160 mm, Abbeschem Zeichenapparat auf Objektischhöhe gezeichnet.

liegen, häufiger zuwenig als zuviel zählt. Henking gibt eine andre Zahl an, nämlich 9 oder 10; so sehr ich auch davon überzeugt bin, daß bei den von mir untersuchten Tieren nicht weniger als 10 vorhanden sind, brauche ich doch auf diesen Unterschied zwischen Henkings und meinen Beobachtungen keinen besonderen Wert zu legen. Von den Reifeteilungen selbst hat Henking eine so vollständige Beschreibung gegeben, daß ich nichts Wesentliches hinzufügen kann. Er fand allerdings bei ihnen einen vom normalen Verlauf der Mitose anscheinend etwas abweichenden Vorgang, vor allem auch Verschiedenheiten in der Zahl der Chromosomen. Auch ich beobachtete einmal in der ersten

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

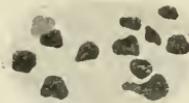


Fig. 5.



Richtungsspindel eine staubförmige Verteilung des Chromatins statt der 12 Chromosomen, möchte dieses Vorkommnis aber für ein pathologisches oder vielleicht durch eine zufällige schlechte Fixierung bedingtes halten. Im übrigen lassen sich die Chromosomen auf diesen Stadien wegen ihrer geringen Größe nicht im genaueren verfolgen. Nur um zu zeigen, daß auch bei den von mir untersuchten Eiern 2 Reifungsteilungen eintreten, gebe ich einige Stadien im Bilde. Fig. 4 zeigt die Chromosomen in der Äquatorialplatte der 1. Richtungsspindel; es sind deutlich 12 zu zählen. Bald danach liegen die Chromosomen so eng beisammen, daß sie in Polansicht scheinbar einen einzigen Chromatinclumpen bilden. Sieht man aber das gleiche Stadium von der Seite, so

erkennt man die Chromosomen deutlich; in Fig. 5 sind nur einige derselben eingezeichnet. Sie haben die häufig beobachtete Form von in die Länge gezogenen »Ringen«. Im Grundplasma des Kernes, um die Chromosomen herum, befinden sich stets einige Vacuolen. Am Ende der ersten Teilung liegen die Chromosomen noch ebenso dicht aneinander, so daß sie niemals zu zählen waren. Die 2. Teilung folgt, wie Henking bemerkt, unmittelbar auf die erste. Dieses Stadium ist nun für unsere Frage bedeutsam, denn es gilt zu entscheiden, ob am Ende der Reifungsteilungen eine Halbierung der Chromosomenzahl eingetreten ist. In Fig. 6 sieht man den ersten Richtungskern in Teilung, und zwar

Fig. 7.

Fig. 6.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



im Stadium der Metaphase; der 2. Richtungskern und der Pronucleus haben sich dagegen schon getrennt, aber die meisten ihrer Chromosomen liegen noch etwas entfernt voneinander. Im Pronucleus kann man die Chromosomen nicht mehr abzählen, da einige von ihnen, mindestens 3—4, dicht zusammengedrängt liegen, während sechs andre noch deutlich zu erkennen sind. Besser ist die Zahl im 2. Richtungskern festzustellen, wo sie ja dieselbe ist wie im Pronucleus; und hier ist kein Zweifel, daß etwa 10—12 vorhanden sind. In der Spindel (diese selbst ist schlecht zu sehen) des sich teilenden 1. Richtungskernes liegen auch

etwa 20 Chromosomen. Es geht daraus also mit Sicherheit hervor, daß während der Reifungsmitosen selbst keine Zahlenreduktion erfolgt; jeder der 4 Abkömmlinge des Keimbläschens enthält ebenso viel Chromosomen wie dieses, nämlich 10—12. Abgesehen von der etwas geringeren Chromosomenzahl ist auch Henking zu dem gleichen Ergebnis gelangt. Es sei dann noch kurz auf Fig. 7 hingewiesen, welche die 3 Richtungskerne in Form von unregelmäßig gestalteten Chromatinklumpen im Eiplasma zeigt (eigentliche Richtungs»körper« werden ja nicht gebildet), während centralwärts der bläschenförmige Pronucleus oder Furchungskern liegt, in welchem das Chromatin färberisch nicht mehr nachweisbar ist. Später scheinen die 3 Richtungskerne, wie schon Henking angibt, stets zu verschmelzen. Henking beschreibt nun, daß in den Kernen der 1. Furchungsstadien vor der Ausbildung der Spindeln 18—20 kurze, fadenförmige Chromosomen vorhanden sind, also doppelt so viel als in dem Keimbläschen sich fanden, und er schließt daraus, daß eine Verdoppelung der Chromosomenzahl im Pronucleus stattgefunden hat. In meinen Präparaten ist davon nichts zu sehen. Die Chromosomen der 1. Furchungsteilungen, die auch zuerst fädchenförmig sind, haben sich unmittelbar vor der Teilung stark verkürzt und sind daher häufig recht gut zu zählen. Fig. 8 u. 9 zeigen zwei solche Stadien von Eiern, die unmittelbar vor dem 2. Furchungsschritt stehen; man erkennt, daß hier unmöglich die Chromosomenzahl von 10—12 auf 20—24 gestiegen sein kann, vielmehr sind deutlich 12 zu zählen. Dasselbe ist in Kernen späterer Furchungsstadien der Fall. Ich muß daher annehmen, daß sich Henking bei der Feststellung der Chromosomenzahl in dem sich entwickelnden Ei getäuscht hat.

Die normale Chromosomenzahl bei *Rhodites rosae* ist also etwa 12: die gleiche Zahl müssen wir auch in den Ovogonien annehmen. Da nun in dem Kern der Ovocyte 1. Ordnung ebenfalls 12 Chromosomen vorhanden sind, so findet mithin bei unserm Objekt vor den Reifungsteilungen keine »Pseudoreduktion« oder »Chromosomenconjugation« statt. Auch die beiden Reifungsteilungen selbst bringen keine Zahlenreduktion, denn im Furchungskern sind wiederum etwa 12 Chromosomen festzustellen. Wir müssen also beiden Reifungsteilungen im parthenogenetischen *Rhodites*-Ei den Charakter von »Äquationsteilungen« zusprechen.

Die Frage nach dem Verhalten der Chromosomen bei *Rhodites* wird aber dadurch etwas komplizierter, daß zu der Zeit, wo das Blastoderm sich zu formieren beginnt, in dessen Kerne die Äquatorialplatten nur noch 6 Chromosomen enthalten (Fig. 10). Diese haben auf früheren Stadien, wie nebenbei bemerkt sei, nicht die Form von Klümpchen, sondern von Fädchen, aber ihre Zahl läßt sich in diesem Zustande nicht so gut bestimmen. Also zuerst sind in den Kernen des Embryos 12,

später nur 6 Chromosomen vorhanden. Auch bei andern Objekten ändert sich die Chromosomenzahl während der Entwicklung, wie z. B. bei *Ascaris megalocephala* oder auch bei der Honigbiene. Während aber bei diesen Tieren eine Vermehrung auf ein Vielfaches eintritt, findet bei *Rhodites* eine Verminderung auf die Hälfte statt. In noch älteren Stadien sind die Chromatinelemente so klein, daß eine weitere Verfolgung ihrer Zahl ausgeschlossen ist. Ich möchte annehmen, daß jene 6 Chromosomen doppelwertig sind, also Sammelchromosomen, entstanden durch Vereinigung von zwei einfachen. Ob die ersteren nur in somatischen Zellen auftreten oder auch in den Zellen der Keimbahn und hier später wieder in ihre Komponenten zerfallen, bleibt eine offene Frage. Die Tatsache, daß bei *Rhodites rosae* die beiden Reifungsteilungen und die vorangehenden Prozesse im Keimbläschen keine Zahlenreduktion herbeiführen, wird durch die spätere Änderung der Chromosomenzahl nicht berührt.

Da die Kenntnis der Reifung parthenogenetisch sich entwickelnder Eier, besonders aber des Verhaltens ihrer Chromosomen, durch eine Reihe von Untersuchungen in den letzten Jahren wesentlich gefördert wurde, möchte ich einige der bekannt gewordenen Tatsachen vom Standpunkt der Chromosomenlehre zusammenfassend betrachten.

Ich gehe aus von der Verschiedenartigkeit der Reifungsvorgänge in den parthenogenetischen Eiern. Diejenigen der letzteren, welche dem Weismannschen Zahlengesetz der Richtungskörper folgen, durchlaufen nur eine Reifungsteilung; Pseudoreduktion oder Chromosomenconjugation ist bei ihnen ausgefallen und die eine noch vorhandene Richtungsteilung ist eine Äquationsteilung im Weismannschen Sinne; so verhält es sich beispielsweise bei gewissen Ostracoden-Arten. Wo ein Generationswechsel vorliegt, wie bei den Cladoceren, ist die Sache vielleicht etwas komplizierter (vgl. die Ausführungen von Kühn¹⁰); ich will aber darauf nicht eingehen, da Tatsächliches darüber nicht bekannt ist. Bei den Aphiden besitzen nach Tannreuther¹¹ die parthenogenetischen und geschlechtlichen Generationen die gleiche Chromosomenzahl, so daß hier auch Eier, welche die erste parthenogenetisch entstandene Generation liefern, den eben skizzierten Reifungsmodus durchlaufen müssen. Diejenigen parthenogenetischen Eier, welche als Ausnahmen vom Weismannschen Zahlengesetz 2 Richtungskörper bilden, sind

¹⁰ Kühn, A., Die Entwicklung der Keimzellen in den parthenogenetischen Generationen der Cladoceren *Daphnia pulex* De Geer und *Polyphemus pediculus* De Geer. Arch. f. Zellforschung Vol. 1. 1908.

¹¹ Tannreuther, G. W., History of germcells and early embryology of certain aphids. Zool. Jahrb. Vol. 24. 1907. Anat. Abt.

hinsichtlich des Verhaltens ihrer Chromosomen nur z. T. untersucht. Fünf verschiedene Modalitäten dieses Verhaltens sind angegeben worden, aber einige von diesen müssen nach neueren Untersuchungen als unsicher bezeichnet werden oder kommen tatsächlich nicht vor: dahin gehört erstens die Henkingsche Angabe, daß in solchen parthenogenetischen Eiern die reduzierte Chromosomenzahl durch Verdoppelung im Pronucleus auf die normale erhöht wird; daß diese Ansicht nicht mehr haltbar ist, geht aus den eingangs erwähnten Untersuchungen sowie aus der vorliegenden hervor; zweitens gehört hierher die Beobachtung von Petrunkevitch, daß die Keimzellen der Drolne von einem Copulationsprodukt zweier Richtungkerne abstammen, das seiner Entstehung gemäß die normale Chromosomenzahl besitzt; die widersprechenden neueren Angaben (Meves u. a.) wurden schon erwähnt; und drittens gehört zu den unsicheren Fällen infolge der anders lautenden Ergebnisse von Petrunkevitch¹² vielleicht auch der von Brauer¹³ schon vor längerer Zeit beschriebene Reifungsmodus, der in Ausnahmefällen in parthenogenetischen Eiern von *Artemia salina* vorkommen soll und darin besteht, daß ein 2. Richtungskern zuweilen gebildet wird, dann aber nachträglich wieder mit dem Pronucleus verschmilzt. Ich glaube aber, daß über diese auch phylogenetisch sehr interessante Beobachtung das letzte Wort noch nicht gesprochen ist; die folgenden Erörterungen würden durch sie nur bestätigt werden. So bleiben denn nur 2 Möglichkeiten, wie die Chromosomen sich in parthenogenetischen Eiern mit 2 Richtungskörpern verhalten können, welche man als tatsächlich erwiesen ansehen muß: erstens der Vorgang wie er sich z. B. bei den Ameisen nach den Beobachtungen von Lams und mir (s. o.) abspielt, nämlich Eintreten einer Zahlenreduktion, Entwicklung des Eies mit der halben Chromosomenzahl zu einem Männchen und Ausfall der Zahlenreduktion während der Spermatogenese; und zweitens ein Weg, den zuerst Doncaster¹⁴ für die parthenogenetischen Eier von *Nematus ribesii* (Blattwespen) angegeben hat, und der, wie hier gezeigt wurde, auch bei *Rhodites rosae* vorkommt: nämlich Beibehaltung beider Reifungsteilungen, ohne daß aber eine Zahlenreduktion zustande kommt.

Es muß hier kurz darauf eingegangen werden, daß das Vorkommen einer geschlechtlichen Fortpflanzung neben der parthenogenetischen bei den Blattwespen sowie das Vorkommen von Männchen bei *Rhodites*

¹² Petrunkevitch, A., Die Reifung der parthenogenetischen Eier von *Artemia salina*. Zool. Anz. Vol. 21. 1902.

¹³ Brauer, A., Zur Kenntnis der Reifung der parthenogenetisch sich entwickelnden Eier von *Artemia salina*. Arch. mikr. Anat. Vol. 43. 1894.

¹⁴ Doncaster, L., Gametogenesis and fertilization in *Nematus ribesii*. Quart. Journ. micr. sc. Vol. 51. 1907.

rosae die Sachlage etwas kompliziert. Doncaster hat aber gezeigt, daß bei *Nematus ribesii* außer den Eiern, welche keine Zahlenreduktion der Chromosomen erfahren und daher offenbar nicht befruchtungsfähig sind, noch andre gebildet werden, welche wie alle andern befruchtungsbedürftigen Eier sich verhalten. Solche hat weder Henking, noch ich bei *Rhodites rosae* beobachtet, obwohl hier, wenn auch nur ganz selten, Männchen gefunden wurden. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß bei dieser Gallwespenart die geschlechtliche Fortpflanzung ganz ausgefallen ist, so daß keine befruchtungsbedürftigen Eier mehr gebildet werden, vielmehr nur obligatorisch parthenogenetische. Das schließt Adler¹⁵ aus der rudimentären Beschaffenheit des Receptaculum seminis, und auch Beyerinck¹⁶ ist der Ansicht, daß bei *Rhodites orthospinae* keine Befruchtung mehr stattfindet. Es ist mir auch nicht bekannt, daß eine Begattung bei *Rhodites rosae* beschrieben ist; man darf daher das Erscheinen der Männchen bei dieser Art als einen Atavismus auffassen.

Es zeigt sich also, daß die obligatorisch parthenogenetischen Eier mindestens 2 Wege einschlagen können, um eine Verminderung der Chromosomenzahl in den aufeinander folgenden Generationen zu verhüten: 1) nur eine Reifungsteilung, keine Reduktion der Chromosomenzahl, 2) 2 Reifungsteilungen, aber ebenfalls Ausfall der Zahlenreduktion. Dazu kommt vielleicht 3) der oben erwähnte Brauersche Modus. In allen diesen Fällen enthält die parthenogenetisch entstandene Generation dieselbe Chromosomenzahl wie die geschlechtlich erzeugte, sofern überhaupt ein Generationswechsel vorkommt. Alle fakultativ parthenogenetischen Eier (Honigbiene, Wespe, Ameisen) dagegen verhalten sich gleich: es findet in ihnen eine Zahlenreduktion statt, genau so, wie wenn sie befruchtet werden sollten, sie entwickeln sich aber mit der halben Chromosomenzahl, und zwar immer zu Männchen; in diesen ist die Spermatogenese dann stets dahin abgeändert, daß die Reduktion der Chromosomenzahl während derselben unterbleibt. So liefern die fakultativ parthenogenetischen Eier zwar eine Generation, die nur die Hälfte der normalen Chromosomenzahl besitzt, aber durch die Abänderung der Spermatogenese ist doch eine fortdauernde Verminderung der Chromosomenzahl in der Folge von Generationen verhütet. Die Ansicht, daß die fakultativ parthenogenetisch, also mit der halben Chromosomenzahl sich entwickelnden Eier stets zu Männchen werden müssen, findet eine Stütze in der vor kurzem veröffentlichten,

¹⁵ Adler, H., Über den Generationswechsel der Eichengallwespen. Zeitschr. wiss. Zool. Vol. 35. 1881.

¹⁶ Beyerinck, Beobachtung über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipiden-Gallen. Amsterdam 1882.

interessanten Beobachtung von Delage¹⁷, wonach von zwei künstlich parthenogenetisch erzeugten Seeigeln der eine sicher, der andre sehr wahrscheinlich männlichen Geschlechts war. Im übrigen möchte ich aber an dieser Stelle auf die Beziehungen zwischen Chromatinverhältnissen und Geschlechtsbestimmung nicht eingehen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die Verschiedenheit im Verhalten der Chromosomen bei der Parthenogenese zwar nicht sehr groß ist, daß eine solche aber doch besteht. Das hat man darauf zurückgeführt, daß die parthenogenetische Fortpflanzung aus der geschlechtlichen entstanden ist und zwar mehrmals; daher mußte öfter ein Weg zur Ermöglichung der parthenogenetischen Fortpflanzung ohne fortdauernde Verminderung der Chromosomenzahl gefunden werden, und da offenbar mehrere Wege zur Verfügung standen, so ist es erklärlich, daß auch diese tatsächlich eingeschlagen wurden. Bei den Pflanzen ist das ebenso, wie ich einer Zusammenstellung von Winkler¹⁸ entnehme; ich will hier nicht wiederholen, durch welche Mechanismen bei den Pflanzen verhindert wird, daß bei der Parthenogenese die Chromosomenzahl sich fortdauernd vermindert, aber auf eine Feststellung habe ich hinzuweisen, welche für unsere Betrachtung von besonderem Interesse ist: es wäre nach Winkler theoretisch denkbar, daß ein Sporophyt, der aus einer parthenogenetisch sich entwickelnden, daher nur n Chromosomen besitzenden Eizelle entsteht, dadurch zu der Chromosomenzahl $2n$ kommt, daß die Chromosomenzahl in diesem Ei sich spontan verdoppelt. Aber während alle andern theoretisch denkbaren Möglichkeiten, wie eine Verminderung der Chromosomenzahl verhütet werden kann, bei den Pflanzen tatsächlich auch vorkommen, ist das bei dieser nicht der Fall; eine Verdoppelung der Chromosomenzahl durch eine »Autoregulation« des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies kommt nach Winkler bei den Pflanzen nicht vor, ebensowenig wie bei den Tieren.

Vom Standpunkt der Theorie der Individualität der Chromosomen ist eine Verdoppelung ihrer Zahl in einem ruhenden Kern durchaus annehmbar. Denn die gewöhnliche Mitose kann man sich in 2 Prozesse zerlegt denken, erstens in die Längsteilung der Chromosomen, welche nachgewiesenermaßen schon in einer sehr frühen Prophase eintreten kann, und zweitens in die Verteilung der Spalthälften auf die Tochterkerne; es ist nun sehr wohl möglich, daß der erstere Prozeß beibehalten, der zweite aber aufgehoben wurde, so daß im ruhenden oder nur unauffällig veränderten Kern eine Verdoppelung der Chromo-

¹⁷ Delage, C. R. Acad. Sc. Paris 1909. Hft. 8. p. 194.

¹⁸ Winkler, H., Parthenogenese und Apogamie im Pflanzenreich. Progr. rei. bot. Vol. II. 1908.

somenzahl eintritt. Tatsächlich sind ja auch Abänderungen der überlieferten Chromosomenzahl in mehreren Fällen beobachtet; es sei nur an *Ascaris megalocephala* und an die Blastodernkerne von *Rhodites rosae* erinnert. Im ersteren Fall tritt eine Vermehrung nachgewiesenermaßen durch Zerfall der Chromosomen in niedere Einheiten ein, während man die Verminderung der Chromosomenzahl im letzteren Fall ebenso wie bei der »Pseudoreduktion« mit der Annahme einer paarweisen Vereinigung von Chromosomen erklären kann.

Nun wird aber derjenige Weg zur Verhütung der fortdauernden Verminderung der Chromosomenzahl bei der Parthenogenese, welche in einer Verdoppelung der Chromosomenzahl besteht, bei Tieren und Pflanzen nicht eingeschlagen. Wenn ein unbefruchtet gebliebenes Ei die halbe Chromosomenzahl besitzt, so entwickelt es sich auch mit derselben, wenn es sich überhaupt entwickelt. Warum wird nun die so einfach erscheinende Verdoppelung der Chromosomenzahl nicht vollzogen? Da ist darauf hinzuweisen, daß die drei oben als sicher nachgewiesen bezeichneten Arten des Verhaltens parthenogenetischer Eier etwas Gemeinsames haben: es wird durch sie nämlich nicht nur eine fortdauernde Verminderung der Zahl der Chromosomen in den aufeinander folgenden Generationen verhütet, sondern sie ermöglichen es auch, daß Abkömmlinge von allen Chromosomen wieder in jeder Generation vorhanden sind. Die Folgerung ergibt sich für den ohne weitere Hilfsannahme, der auf dem Boden der Individualitätstheorie steht. Diese Frage ist von Bedeutung für die Keimplasmatheorie Weismanns, welcher eine individuelle Verschiedenheit der Chromosomen annimmt und eine fortdauernde Verminderung der Zahl der verschiedenen Chromosomen als verderblich für die Art ansieht. Nun würde eine Regulierung der Chromosomenzahl durch Verdoppelung im Furchungskern, wie Henking und Petrunkevitch ausführten, der Weismannschen Theorie ernste Schwierigkeiten bereiten. Schon Henking gab allerdings eine Hilfhypothese an, wie man sich trotzdem die Verminderung der Zahl der verschiedenen Chromosomen verhütet denken könnte. Der Wert der neueren Feststellungen über das Verhalten der Chromosomenzahlen in den parthenogenetischen Eiern von Honigbiene, Ameisen, Blattwespen und *Rhodites rosae* liegt aber darin, daß ohne jede weitere Hilfsannahme, bloß vom Standpunkte der Individualitätstheorie aus folgt, daß, wenn tatsächlich eine Verschiedenartigkeit zwischen den Chromosomen besteht, die Zahl der verschiedenen Chromosomen in der Folge von Generationen auch bei parthenogenetischer Fortpflanzung nicht dauernd vermindert wird.

Das Ergebnis läßt sich also in folgende Sätze zusammenfassen: Obligatorisch parthenogenetische Eier, d. h. solche, die nicht befruchtet

werden können, verhalten sich bei ihren Reifungsteilungen verschieden; stets aber unterbleibt die Reduktion der Chromosomenzahl. Fakultativ parthenogenetische Eier, d. h. solche, die sich befruchtet oder unbefruchtet entwickeln können, erfahren stets eine Zahlenreduktion; sie entwickeln sich mit der halben Chromosomenzahl zu Männchen, in deren Spermatogenese dann die Reduktion der Chromosomenzahl ausfällt. Bei jeder Form von Parthenogenese ist nicht nur eine fortdauernde Verminderung der Chromosomenzahl schlechtweg, sondern auch der Zahl der verschiedenen Chromatineinheiten verhütet, falls eine Verschiedenheit zwischen denselben besteht. — Das Verhalten der Chromosomen bei einigen andern Tiergruppen mit parthenogenetischer Fortpflanzung (z. B. Rotatorien und Phasmiden) ist teils gar nicht, teils nur ungenügend bekannt; künftige Untersuchungen dieser Formen werden zeigen müssen, ob obige Sätze allgemeine Gültigkeit haben.

4. Resultate einer zusammenfassenden Bearbeitung der Monotremen.

Von Dr. Rud. Kowarzik, Assistent am k. k. geolog. Institut der deutschen Universität in Prag.

eingeg. 12. Oktober 1909.

Die Monotremen sind eine auf Australien, Tasmanien und Neu-Guinea beschränkte Säugetiergruppe, über die eine umfangreiche Literatur vorhanden ist. Obwohl dadurch scheinbar jedes weitere Arbeiten auf diesem Gebiete als ziemlich aussichtslos erschien, unternahm ich doch eingedenk früherer Erfahrungen bei andern Tiergruppen eine zusammenfassende Studie der Monotremen, deren Ergebnisse ausführlich an andrer Stelle veröffentlicht werden sollen.

Ein reiches, nach Hunderten von Exemplaren zählendes Material in den verschiedenen Museen von Breslau, Berlin, Halle a. S., Leipzig, Jena, Dresden, Prag und Wien zeigte mir vor allem, daß die Artenfrage ziemlich ungelöst sei. Es gelang mir auch festzustellen, daß über die Verbreitung einzelner bisher anerkannter Arten unrichtige Ansichten bestehen.

Olf. Thomas¹ hat in seiner Zusammenfassung der Monotremen die beiden Gattungen *Echidna* und *Proechidna* unterschieden. Die erstere zerfällt nach seiner Einteilung in die Arten *Echidna aculeata* var. *lawesi*, *E. aculeata* var. *typica* und *E. aculeata* var. *setosa*. Als Wohnsitz der ersten kommt Port Moresby (Neu-Guinea) in Betracht, was den Tatsachen entspricht. Thomas' Überzeugung, daß *E. aculeata* var. *typica* in ganz Australien vorkomme, erweckte meine Be-

¹ Notes on the characters of the different races of *Echidna*. Proceedings of the Zoolog. Society of London. 1885, p. 329—339. Pl. XXIII et XXIV.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Schleip W.

Artikel/Article: [Die Reifung des Eies von *Rhodites rosae* L. und einige allgemeine Bemerkungen über die Chromosomen bei parthenogenetischer Fortpflanzung. 203-213](#)