

In Hartmann's section on „Protozoology“ in „Kisskalt and Hartmann's Praktikum“ (Jena 1907) some of Prowazek's figures are reproduced and to some extent modified. For example, the two „reduction nuclei“ (which Prowazek never shows clearly), are figured quite unmistakably in fig. 8g (p. 117). And a very distinct network is shown in the „sexual nuclei“ in fig. 8e — neither of which is justified from Prowazek's publication. Further, Hartmann states that „Nach der Befruchtung kann direkt im gleichen Wirt wieder das freie Flagellat aus der Cyste hervorgehen oder aber die Cyste wird zu einer Dauercyste und dient der Neuinfektion“ (p. 117). I can find no statement by Prowazek to this effect. Nor can I see how he could have made such an observation, since all his description of the „autogamy“ was based on stained preparations, and not upon observation of the living animal.

I think sufficient has now been said to show that autogamy and chromidia are as yet unproven in the case of *Bodo*. My desire in making the foregoing remarks has been to point out that too much emphasis should not be laid upon this case — which is frequently quoted in recent papers on the chromidia hypothesis — before it receives ample confirmation.

Explanation of Text-figures.

(All figures are drawn from permanent preparations [fixed hot sublimate-alcohol, stained Heidenhain's iron-haematoxylin], with the aid of a Leitz 2 mm oil-immersion apochromat, with compensating ocular 12.)

- Fig. 1, *a—p*. Various forms of cysts from the large intestine of the frog — arbitrarily arranged to show an „autogamy“ similar to that described in *Bodo lucertae*.
- Fig. 2. Four cysts from the frog's intestine — connected by remains of capsule.
- Fig. 3. A cyst from the intestine, showing darkly staining rodlike structures.
- Fig. 4, *a* and *b*, stages in the development of the cysts in the faeces.
- Fig. 5. Formation of buds by yeasts which have developed from the cysts.
- Fig. 6. A yeast forming a long outgrowth — from a hanging-drop slide culture of the faeces.
- Fig. 7. Later stage of a similar form, showing segmentation into 4 cells.

Über das Vorhandensein von Tetradenchromosomen in den Leberzellen von *Paludina vivipara*.

Von Methodi Popoff.

(Aus dem zoologischen Institut in München.) Mit 6 Textfiguren.

Die genaue Erforschung der Umänderungen, welche die Geschlechtszellen in der letzten Periode ihrer Entwicklung durchmachen, hat eine Fülle von komplizierten Wandlungen des Kernchromatins dieser Zellen aufgedeckt. Die am Ende ihrer Vermehrungsperiode angelangte Geschlechtszelle fängt allmählich zu wachsen an, und durch das Leptotene-, Synapsis- und Pachytenestadium kommt sie

dieser Forscher durch chemische und mechanische Einwirkungen auf das sich furchende Cyclospore die Entstehung von unzweifelhaften Tetradengruppen in ausgiebiger Menge hervorrufen. Ich selbst hatte vor zwei Jahren die Gelegenheit, in den Leberzellen von *Paludina vivipara* äußerst deutliche Tetradengruppen zu beobachten, und beabsichtigte, diese Gebilde einem eingehenden Studium zu unterwerfen. Durch anderweitige Arbeiten in Anspruch genommen, konnte ich aber dasselbe nicht rechtzeitig ausführen. Jetzt, mit dieser verspäteten Mitteilung hoffe ich, einen Beitrag zu den Untersuchungen P. della Valle's und Ignaz Schiller's bringen zu können. Hier lasse ich die kurze Schilderung der gemachten Befunde folgen; auf ihre theoretische Bedeutung werde ich zum Schluss näher eingehen.

Die zur Untersuchung dienenden *Paludina* waren durchwegs erwachsene Tiere. Sie wurden mit dem Gemisch von Gilson-

Fig. 1.



Fig. 2.



Petrounkewitsch fixiert und mit Eisenhämatoxylin gefärbt. Die Leberzellenelemente sind bei *Paludina* groß und stellen ein günstiges Untersuchungsmaterial dar.

In der Leber sind ziemlich oft Zellen zu finden, welche sich in verschiedenen Stadien der Teilung befinden. Bei der normalen Teilung treten lange schleifenförmige Chromosomen auf. Die Zahl derselben beträgt 14 (Fig. 1), eine Zahl, welche mit der bei den Spermatogonien (Meves)⁷⁾ und Ovogonien (Popoff)⁸⁾ gefundenen in Übereinstimmung steht. Die in der Äquatorialplatte angeordneten Chromosomen zeigen einen außerordentlich deutlichen Längsspalt. Derselbe tritt nur kurz vor dem Stadium der Äquatorialplatte auf (Fig. 2. Nur ein Teil von dem Kern ist angeschnitten). Das Auseinanderweichen der Chromosomen geschieht nach den allgemein bekannten Regeln. Zwischen diesen Mitosen trifft man hier

7) Meves, Fr. (1903). — Über oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung, nach Beobachtungen an *Paludina* und *Pygaera*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 61.

8) Popoff, M. (1907). — Eibildung bei *Paludina vivipara* und Chromidien bei *Paludina* und *Helix*. Arch. f. Mikr. Anat., Bd. 70.

und da Teilungsstadien, welche einen ganz anderen Charakter aufweisen. Dasjenige, was an denselben am meisten auffällt, ist die Gestalt der Chromosomen. Dieselben zeigen schon bei schwacher Vergrößerung (Okul. 7, Obj. 1) einen gedrungenen Bau. Bei stärkerer Vergrößerung (Hom. Immers. 2 mm, Comp. Okul. 4, 8, 12) ist folgendes zu beobachten (Fig. 3 a, b; 4). Jedes Chromosom ist durch eine deutliche Quer- und Längsspalte in vier Stücke geteilt.

Fig. 3a.



Fig. 3b.



Fig. 4.



Fig. 5.



Auf diese Weise entsteht das Bild einer richtigen Tetrade. Die Tetraden haben eine längliche Form, da die hintereinanderliegenden Stücke stäbchenförmig ausgezogen sind. Die einzelnen Stäbchen jeder Tetrade sind mit schwach grau durchschimmernder Plastin-substanz miteinander verbunden. Die meisten Tetraden, die mir zu Gesicht kamen, waren in der Äquatorialplatte angeordnet. In den meisten Fällen waren die Tetraden so orientiert, dass sie mit der Längsachse parallel der Äquatorialebene zu liegen kamen

(Fig. 3 a, b). Es fehlte aber nicht an Bildern (Fig. 4), welche eine senkrechte Stellung der Tetraden in bezug auf die Äquatorialebene zeigten. In dieser Beziehung ist keine Regelmäßigkeit vorhanden. Interessant ist die Feststellung der Tetradenzahl. Dieselbe beträgt in den Fällen, wo eine genauere Zählung möglich war — 14 (siehe Fig. 3 a, b, welche zwei aufeinanderfolgende Schnitte derselben Zelle darstellen), d. h. die Zahl der Tetradenchromosomen entspricht der normalen Zahl von Chromosomen bei *Paludina*. Dieses Ergebnis stimmt auch mit der folgenden Beobachtung überein. Es kommt vor (Fig. 3 a, 5)⁹⁾, dass nur einzelne Chromosomen einer Äquatorialplatte Tetraden darstellen, die anderen dagegen ein mehr oder minder verklumptes Aussehen aufweisen. In diesem Fall stimmt die Chromosomenzahl ebenfalls mit der Normalzahl überein. Ähnliche Beobachtungen konnte auch P. della Valle vielfach an verschiedenen Gewebszellen von Amphibien machen. Von hier aus können wir für den vorliegenden Fall den Schluss ziehen, dass ganze Chromosomen durch Auftreten eines Längs- und Querspaltes sich zu Tetraden umgewandelt haben müssen. Dieser Befund steht im Widerspruch mit den diesbezüglichen Beobachtungen bei den Geschlechtszellen. Dort finden wir eben, dass die Tetraden fast immer doppelwertiger Natur sind und durch Hintereinanderlagerung von einzelnen längsgespaltene Chromosomen (*Ophriotrocha* — Korschelt)¹⁰⁾ oder aber durch die unvollständige Trennung zweier längsgespaltener Chromosomen (*Paludina* — Popoff¹¹⁾, *Dicrocoelium lanceatum* — Goldschmidt)¹²⁾ entstehen. Noch ein weiterer Unterschied in dem Verhalten der Tetradenchromosomen in den Geschlechts- und Somazellen ist, dass bei den letzteren ganze Tetraden an die Spindelpole wandern, während die Tetraden der Geschlechtszellen einer Teilung unterliegen. Den Beginn solch eines Auseinanderrückens von ganzen Tetraden zeigt Fig. 3 a, b. Da sieht man, wie einige Tetraden schon die Äquatorialebene verlassen und sich mehr dem einen Pol genähert haben. Solche Bilder trifft man merkwürdigerweise sehr selten. Die meisten Tetraden, die ich beobachten konnte, waren in einer Äquatorialplatte angeordnet. Die durch die eben beschriebene Chromosomenverteilung entstandenen Zellen bekommen auf diese Weise eine reduzierte Zahl von Chromosomen. Dieser Verteilungsmodus erinnert, wenn man zunächst

9) Alle Figuren sind mit Comp. Oknl. 12, Homog. Immers. 2 mm bei Tubulänge 170 mit dem Abbe'schen Zeichenapparat auf dem Arbeitstisch entworfen.

10) Korschelt, E. (1895). — Über Kernteilung, Eireifung und Befruchtung bei *Ophriotrocha puerilis*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 60.

11) Popoff, M. (1907). — l. c.

12) Goldschmidt, R. (1908). — Über das Verhalten des Chromatins bei der Eireifung und Befruchtung des *Dicrocoelium lanceatum*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 1, Heft 1.

von der Form (Tetraden oder ganze Chromosomen) der Chromosomen absieht, an den Reduktionsprozess, den zuerst Goldschmidt¹³⁾ bei *Zoogonus mirus* beobachtet hat und der später auch von Prandtl¹⁴⁾, mir¹⁵⁾ und Enriques¹⁶⁾ bei den Reduktionsteilungen von Infusorien wiedergefunden wurde. Nach diesem Verteilungsmodus gehen bei der Bildung des ersten Richtungskörpers bzw. der Mikronukleusteilungen der konjugierenden Infusorien ganze Chromosomen auseinander. Diese Verteilungsweise erklärt einigermaßen noch einen anderen Befund bei den Leberzellen von *Paludina*. Es kommen nämlich Äquatorialplatten vor, wo nur eine geringe Zahl von Tetradenchromosomen vorhanden ist. Solch ein Stadium stellt Fig. 6 dar. Dort konnte ich nur sechs Chromosomen zählen. Wie in diesem Fall die Verteilung der Tetraden bei der nächsten Teilung vor sich gehen mag, konnte ich nicht ermitteln; die dazu nötigen Stadien waren in den Präparaten nicht zu finden. Für die Entstehung von karyokinetischen Figuren mit 6—7 Tetradenchromosomen wäre aber auch ein anderer als der oben erwähnte Modus möglich. Es könnte nämlich vorkommen, dass in diesem Fall die Tetraden das Endergebnis einer unterdrückten Teilung wären, wie ich das im Anschluss an Woltereck¹⁷⁾ und Hertwig¹⁸⁾ für die während der ersten Wachstumsstadien in den Ovocyten von *Paludina* ausnahmsweise auftretenden Tetraden beschrieben habe. Sichere Anhaltspunkte für solch eine Entstehung der Tetraden konnte ich aber in den Leberzellen nicht finden¹⁹⁾.

Fig. 6.



13) Goldschmidt, R. (1905). — Eireifung, Befruchtung und Embryonalentwicklung des *Zoogonus mirus*. Zool. Jahrb., Bd. 21.

14) Prandtl, H. (1906). — Die Konjugation von *Didinium nasutum*. Arch. f. Protistenkunde, Bd. 7.

15) Popoff, M. (1908). — Die Gametenbildung und die Konjugation von *Carchesium polypinum*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 89, Heft 3.

16) Enriques, P. (1907). — La conjugazione e il differenziamento sessuale negli Infusori. Arch. f. Protistenkunde, Bd. 9, 3. Heft.

17) Woltereck, R. (1898). — Zur Bildung und Entwicklung des Ostrakodeneies. Zeitsch. f. wiss. Zool., Bd. 64.

18) Hertwig, R. (1907). — Über den Chromidialapparat und den Dualismus der Kernsubstanzen. Ges. f. Morph. u. Phys. München.

19) Es treten aber manchmal in der Geschlechtsdrüse von *Paludina*, und zwar in den Ovocyonien, vorzeitig ausgebildete Tetraden, deren Zahl mit der normalen Chromosomenzahl zusammenfällt. Die Tetradenbildung würde in dem Fall mit den bei den Leberzellen beschriebenen Prozessen übereinstimmen. Solch ein Stadium stellt die Fig. 6 dar, wo man ca. 11—12 Tetraden zählen kann. In dem darauffolgenden Schnitt sind noch zwei Tetraden und zwei Chromosomen angeschnitten.

Es bleibt uns noch einiges über die Beschaffenheit der karyokinetischen Figur selbst hinzuzufügen. Die Spindeln mit Tetradenchromosomen zeigen deutlich ausgebildete Spindelfasern, welche einen wellenförmigen Verlauf haben. Die Fasern sind vielfach miteinander verflochten. An den beiden Polen zeigen die Spindeln scharf tingierbare, verhältnismäßig sehr große Centrosomen. Deutet schon der unregelmäßige Verlauf der Spindelfasern auf ein nicht normales Verhalten der sich teilenden Zelle hin, so tritt dasselbe in noch höherem Maße beim Auseinandergehen der Chromosomen auf. Nicht alle Chromosomen der Äquatorialplatte weichen gleichzeitig nach den Polen auseinander, sondern dies geschieht unregelmäßig. Neben Chromosomen, welche dem einen Pol schon genähert sind, findet man solche, welche noch am Äquator liegen. Solche Unregelmäßigkeiten, die auf einen abnormen Zustand der Zellen hindeuten, konnte auch P. della Valle bei den Tetradenchromosomen aufweisenden somatischen Zellen der Amphibien beobachten.

Wenn wir die mitgeteilten Beobachtungen überblicken, ergibt sich, dass Tetradenchromosomen nicht nur in den Geschlechtszellen, sondern auch in den somatischen Zellen vorkommen können. In diesen letzteren treten sie mit dem Beginn des Abnormwerdens der Zellen auf.

Diese Konstatierung, auf die P. della Valle ebenfalls aufmerksam gemacht hat, findet ihre Bestätigung in anderen ähnlichen Beobachtungen, auf die ich zum Teil schon hingewiesen habe. So z. B. konnte R. Hertwig die Entstehung von tetradenähnlichen Gebilden in den Furchungszellen der mit Strychninlösungen behandelten Eier erzielen. Němec beschrieb ähnliche Chromatinanordnungen bei den mit Chloralhydrat behandelten Wurzelzellen von *Pisum sativum*. Schiller konnte kürzlich durch Einwirkung von verschiedenen Chemikalien auf die sich furchenden Cyclopseier ebenfalls außerordentlich deutliche Tetradengruppen erzielen. Er erzielte sie außerdem, indem er einen Strom von Kohlensäure über die Eier leitete und noch durch verschiedene mechanische Eingriffe. In allen diesen Fällen haben wir durch die Einwirkung von äußeren Agentien eine künstliche Ablenkung der Zellfunktionen von ihrem normalen Verlauf. Die Folgen solch eines Versetzens der Zellen in abnormen Zustand — die Bildung von Tetradenchromosomen — stimmen mit denjenigen überein, welche sich bei Zellen bemerkbar machen, die aus inneren Ursachen — andauernde Funktion, Ernährungsstörungen u. s. w., wie dies in unserem Fall ist — in einen abnormen Zustand in bezug auf Ausübung der Lebensfunktionen geraten. In beiden Fällen haben wir zwei ganz parallele Reihen von Erscheinungen.

Die Konstatierung, dass das Erscheinen von Tetradenchromosomen bei den somatischen Zellen immer ein Abnormwerden der-

selben bedeutet, ist von großer Wichtigkeit; sie lässt auch das Erscheinen von Tetradenchromosomen bei den Geschlechtszellen von anderen Gesichtspunkten betrachten. Hier muss ich etwas weiter ausholen. Wenn man Protozoenkulturen (Infusorien) züchtet, bemerkt man, dass Perioden starker Tätigkeit mit solchen abwechseln, wo die Lebensfunktionen verlangsamt werden, das sind die Depressionsperioden (Calkins²⁰) — *Paramecium*; Hertwig²¹) — *Paramecium*, *Actinosphaerium*, *Dileptus*; Popoff²²) — *Stylonichia*, *Paramecium*; Woodruff²³) — Oxytrichen etc.). Nach einer Reihe solcher Depressionen treten die Tiere in Konjugation ein (Hertwig, Prowazek²⁴), Prandtl, Popoff). Von diesem Zusammenfallen der tiefen Depressionen mit dem Erwachen des Konjugationstriebes ausgehend, habe ich in meinen früheren Arbeiten²¹) u. ²²) versucht, eine Parallele zwischen der Lebensgeschichte einer Protozoenkultur und der Generationsfolge einer Geschlechtszelle zu ziehen. Diese Parallele führt zum Resultat, dass der Lebenslauf einer Generationsfolge von Geschlechtszellen genau demjenigen einer Protozoengenerationsfolge entspricht, d. h. in der Generationsfolge einer Geschlechtszelle lassen sich Anzeichen finden, welche auf Depressionsperioden hinweisen. Als solche sind die vielfach auftretenden gelappten Kerne (Elpatjewsky²⁵), die unterdrückten Teilungen (Hertwig, Popoff), die Chromidienbildung und die während der Wachstumsperiode auftretenden Degenerationswellen, die Dotteraufspeicherung etc. aufzufassen. Diese Auseinandersetzungen führen zum Schluss, dass die reifen Geschlechtszellen gerade nicht die normalsten Zellen eines Organismus darstellen, sondern Zellen sind, welche sich in tiefer Depression befinden (Näheres darüber siehe in den Arbeiten 1 u. 22). Alle komplizierten Umänderungen, welche eine Generationsfolge von Geschlechtszellen durchmacht, lassen sich von diesem Gesichtspunkt aus unschwer als Folgeerscheinungen der ganzen Lebensgeschichte dieser Zellen auffassen. Der Gedanke, dass die Geschlechtszellen in den letzten Zeiten ihres Lebens — in der Wachstumsperiode — Zeichen von Depression aufweisen, wurde zuerst von Hertwig²⁶) ausgesprochen und dann von mir (1, 22) nach anderen Gesichtspunkten

20) Calkins, G. (1902—1904). — Studies on the Life-history of Protozoa.

21) Hertwig, R. (1904). — Über physiologische Degeneration bei *Actinosphaerium Eichhorni*. Festschr. f. Haeckel.

22) Popoff, M. (1907). — Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. Arch. f. Protistenk. Festschr. f. R. Hertwig.

23) Woodruff, L. (1905). — An experimental Study on the Life-history of *Hypotrichus Infusoria*. Journ. of exper. Zool. Vol. II, Nr. 4.

24) Prowazek, S. (1899). — Protozoenstudien. Arb. aus dem zoolog. Inst. Wien, Bd. 11.

25) Elpatjewsky, W. (1908). — Über das Bidder'sche Organ.

26) Hertwig, R. (1907). — Über die Ursache des Todes. Öffentl. Vortrag. Erschienen in Allg. Ztg. Nr. 288—289.

weiter ausgedehnt und ausgeführt. An die zur Begründung dieser Behauptung angeführten Tatsachen lassen sich auch die Beobachtungen von P. della Valle, Schiller etc. und die vorliegenden Befunde an den Leberzellen von *Paludina* anschließen. Präzisieren wir näher diesen Kardinalpunkt. Die Angaben über das Erscheinen von Tetradenchromosomen in den somatischen Zellen im Zusammenhang mit dem abnormen Zustand dieser letzteren lassen das Erscheinen der Tetraden in der letzten Phase der Geschlechtszellenentwicklung auch als Folge des abnormen Zustandes, in welchem diese Zellen sich befinden, auffassen. In beiden Fällen haben wir dieselben Vorbedingungen, welche Anlass zu denselben Bildungen geben. Auf diese Weise kommen wir zu einer physiologischen Auffassung der Ursachen der Tetradenbildung. Zu denselben Resultaten, d. h. dass die Tetradenbildung bei den Geschlechtszellen Ausdruck eines abnormen Zustandes derselben ist, ist auch P. della Valle von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehend gekommen. Von seinen oben erwähnten Befunden an den somatischen Zellen von Amphibien ausgehend und sie mit dem Vorkommen von Tetraden bei den Geschlechtszellen vergleichend, kommt der Verfasser zum Schluss, dass „Tutti le precedenti formazioni e molto probabilmente, quando esistono, ache quelle della profase del primo fuso di maturazione, non hano alcun rapporto con la riduzione cromatica, ma sono indice di una costituzione patologica dei cromosomi“ (gesperrt von mir). Ähnliche Gedanken in bezug auf die Tetradenchromosomen bei den Geschlechtszellen hat fast gleichzeitig mit P. della Valle auch Marcus²⁷⁾ ausgesprochen. Er geht dabei aus seinen Beobachtungen über die Umänderungen, welche die Chromosomen während der Thymusentwicklung durchmachen. Er nimmt an, dass durch die andauernden Teilungen der Thymuszellen Missverhältnisse in der Verteilung des Chromatins und des Plastins in den Chromosomen eintreten, durch die er sich die verklumpten Chromosomen am Ende der Thymusentwicklung zu erklären sucht. Ohne in eine Diskussion dieser Erklärung einzutreten, gehe ich gleich zu den weiteren Schlussfolgerungen des Verfassers über: Seine Beobachtungen auf die Geschlechtszellen übertragend und sie von dem oben angedeuteten Gesichtspunkt über den Lebenslauf einer Geschlechtszelle betrachtend, nimmt Marcus ebenfalls an, dass die Tetradenchromosomen als Zeichen eines abnormen Funktionszustandes der Geschlechtszellen aufzufassen sind.

Von diesem physiologischen Standpunkt über die Entstehung der Tetraden ausgehend wollen wir sehen, ob nicht eine befriedigende

27) Marcus, H. (1908). — Beiträge zur Kenntnis der Gymnophionen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 71.

Erklärung für manche mit den Tetradenchromosomen eng verknüpften Fragen zu geben ist.

Vielfach in der ersten Reifungsspindel der Geschlechtszellen sind verklumpte Chromosomen zu beobachten, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit den Tetraden aufweisen, aber streng genommen noch keine Tetraden sind. Diese Chromosomen, bei denen die quere Spalte kaum angedeutet ist, haben Anlass zu vielen Diskussionen gegeben. Von solchen Bildern ausgehend haben sich manche Forscher, besonders Grégoire²⁸⁾ und seine Schule, bemüht, die Möglichkeit von dem Vorhandensein von Tetradenchromosomen überhaupt in Abrede zu stellen, indem sie zu beweisen suchen, dass die Bilder, die man allgemein als Tetraden beschreibt, hervorgerufen werden durch die stärkere Anhäufung des Chromatins an den Enden von zwei nebeneinanderliegenden Chromatinstäbchen (Lerat)²⁹⁾. Noch tetradenähnlicher wird dieses Bild nach den obengenannten Forschern, wenn sich die Stäbchen außerdem noch kreuzen würden. Dieser schon seit Jahren dauernde Streit hat seine Begründung, wenn man dem Modus der Verteilung der Chromosomen (Quer- oder Längsteilung) bei der Bildung des ersten und zweiten Richtungskörpers einen großen theoretischen Wert beimisst. Geht man aber bei diesen Betrachtungen von den hier angedeuteten Gesichtspunkten aus und sieht man in den Tetradenchromosomen, in der „tetradenähnlichen Verklumpung“ oder in der einfachen Verklumpung der Chromosomen nur den Ausdruck eines Abnormwerdens der Zelle, so wird der Streit belanglos. Alle die erwähnten Chromosomentypen sind nur individuelle Unterschiede, zu denen jedesmal die Abnormität der Zellfunktionen führt. Eine unfehlbare Regelmäßigkeit kann in solchen Fällen nicht existieren. Dass diese Behauptung vollkommen den Zuständen, wie wir sie bei den Geschlechtszellen antreffen, entspricht, beweist der Umstand, dass fast jedem Forscher, welcher sich genauer mit den Umänderungen der Geschlechtszellen in den letzten Phasen der Wachstumsperiode abgegeben hat, aufgefallen ist, dass jene Fälle, wo alle Chromosomen einer Spindel in Tetradenform auftreten, nicht gerade zu den öfters zu treffenden Erscheinungen zu zählen sind und dass vielfach neben zwei oder drei ganz deutlichen Tetraden sich einfache verklumpte Chromosomen oder wenigstens „in Bildung begriffene Tetraden“ finden. Und wie viele Fälle gibt es, wo in einer und derselben Geschlechtsdrüse einige von den Zellen echte Tetraden, andere dagegen Chromosomen „mit nur einem undeutlichen Längs- oder Querspalt“ oder aber einfache, verschiedentlich

28) Grégoire, V. (1905). — Les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans le deux régnes. La cellule, T. XXII.

29) Lerat (1902). — La première cinèse de maturation dans l'ovogénèse et la spermatogénèse du *Cyclops strenuus*. Anat. Anz., Bd. 21

verklumpte Chromosomen aufweisen! Alles dies zeigt zur Genüge, wie ich glauben möchte, dass der Ausgangspunkt der von Grégoire unternommenen Revision aller Richtungsteilungen nicht zu einem befriedigenden und einheitlichen Abschluss führen kann. Einer rein morphologischen Betrachtung wird es unmöglich sein, alle die oben angedeuteten Abstufungen in den Richtungskörperchromosomen zusammenzufassen und ohne Zuhilfenahme vieler Hypothesen die vorhandenen Unterschiede zu überbrücken. Alle bis jetzt gemachten Versuche zeigen zur Genüge, dass die bei den Reifungserscheinungen auftretenden Unterschiede sich allzu schwer in ein starres System einfügen lassen.

Zum Schluss bleibt mir noch die Frage zu erörtern, ob den Tetraden der Geschlechtszellen wirklich jene Bedeutung zukommen mag, die man ihnen heutzutage fast allgemein zuschreibt. Da die Tetraden in den Geschlechtszellen eine weite Verbreitung besitzen, was nach der hier vertretenen Auffassung gar nichts so außerordentliches ist, da die Geschlechtszellen eben Zellen sind, welche in einer bestimmten Periode ihres Lebens dem Untergang zuneigen, könnte man die These verteidigen, dass die Natur sich diesen Zustand der Geschlechtszellen zunutze gemacht hat, um eine Reduktion der chromatischen Substanz herbeizuführen. Gegen solch eine Auffassung lassen sich kaum schwerwiegende Gründe anführen und das um so weniger, da gewisse Unterschiede im Verhalten der Tetraden der somatischen und Geschlechtszellen gegeben sind. Als auffallendster Unterschied ist in erster Linie, worauf ich schon früher hingewiesen habe, die Tetradenzahl zu erwähnen. Dieselbe beträgt bei den Geschlechtszellen stets die Hälfte von der normalen Chromosomenzahl, was nach den Untersuchungen von P. della Valle und meinen Befunden an den Leberzellen von *Paludina*, bei den somatischen Zellen nicht der Fall ist. Ein weiterer nicht minder wichtiger Unterschied ist es, dass die Tetraden der somatischen Zellen nicht jener Verteilung, wie sie in den Geschlechtszellen bei der Bildung der zwei Richtungskörper auftritt, unterworfen sind, sondern dass bei den somatischen Zellen ganze Tetraden nach den Polen zu wandern. Dieses abweichende Verhalten würde, im Gegensatz zu P. della Valle, dafür sprechen, dass die Tetraden bei den Geschlechtszellen, abgesehen von den Ursachen ihrer Entstehung, dafür benutzt werden mögen, um eine Chromatinreduktion herbeizuführen, welche nach der starken Wachstumsperiode zu einer Erhöhung der Spannungsverhältnisse zwischen Kern und Plasma des reifen Eies (Hertwig) führen würde, die für die spätere Furchung desselben von ausschlaggebender Bedeutung ist. Diese hier angeführte Möglichkeit für die Erklärung der Unterschiede, welche in dem Verhalten der Tetradenchromosomen der somatischen und Geschlechtszellen zutage treten, scheint mir annehmbarer zu sein

als diejenigen Versuche, welche für die Erklärung der Tetradenteilungen von der Hypothese ausgehen, welche im Chromatin die Vererbungssubstanz *κατ' ἐξοχήν* erblickt. Die theoretischen Schwierigkeiten, welche sich solch einer Auffassung entgegenstellen, hat in der letzten Zeit Fick³⁰⁾ besonders eingehend zusammengestellt und kritisch beleuchtet, so dass es kaum nötig ist, noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen. Diese Auffassung hat zu dem unendlichen und nach tatsächlichen Beobachtungen kaum präzise zu begründenden Streit von „Längs- und Querteilung“ der Chromosomen geführt. Indem diese Betrachtungsweise das Hauptgewicht der cytologischen Forschung auf einen einzigen, wie ich nach den vorhergehenden Ausführungen annehmen möchte, nicht so wichtigen Punkt in den Lebenserscheinungen der Zelle verlegt hat, wird sie auf die Dauer kaum fördernd für die Erkenntnis des Zellenlebens sein können.

München, Mai 1908.

Nochmals Mimikry und Schutzfärbung.

Von Dr. Franz Werner.

Meine Ausführungen in dieser Zeitschrift (Bd. XXVII, Nr. 6, 1907) über diesen Gegenstand bedürfen in mancher Beziehung einer Ergänzung und Erweiterung, um so mehr, als ich mich vielleicht nicht immer mit wünschenswerter Deutlichkeit ausgedrückt habe. Meine Stellung zu dem sehr bemerkenswerten und von mir als willkommene Reaktion auf meinen eigenen Artikel lange erwarteten Aufsatz von F. Doflein „Über Schutzanpassung durch Ähnlichkeit (Schutzfärbung durch Mimikry)“, ebenfalls in dieser Zeitschrift, Bd. XXVIII, Nr. 7, 1908, wird sich aus nachstehenden Erörterungen als eine durchaus nicht grundsätzlich abweichende erweisen. Woran ich aber festhalten muss, abgesehen von dem Punkt, worin wir übereinstimmen, nämlich in der Annahme, dass die Selektion die Ausnützung von auf anderem Wege entstandener Ähnlichkeiten betreibt — ist meine Überzeugung von der Überschätzung der Mimikry und Schutzfärbung in ihrer schützenden Wirkung. Ich will mich hier im wesentlichen an meine eigenen Erfahrungen und Beobachtungen halten; dieselben sind nicht am grünen Tisch, sondern im Verlaufe von mehr als 20 Jahren an dem freien Tierleben meines Heimatlandes Österreich und eine Anzahl der nördlich und südlich das Mittelmeer begrenzenden Länder, die ich zum großen Teil mehrmals besucht habe (Griechenland, Kleinasien, Algerien, Ägypten etc.).

30) Fick, R. (1905). — Betrachtungen über die Chromosomen; ihre Individualität, Reduktion und Vererbung. Arch. f. Anat. u. Phys.

Ders. (1907). — Vererbungsfragen, Reduktions- und Chromosomenhypothesen; Bastardregeln. Ergebn. Anat. Entwicklungsgesch., Bd. 16.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Popoff Methodi

Artikel/Article: [Über das Vorhandensein von Tetradenchromosomen in den Leberzellen von *Paludina vivipara*. 555-567](#)