

Es kann kein Zweifel bestehen, daß unsre 5 »Petitgris« in letzter Instanz aus der Gefangenschaft stammen. Vielleicht wurden sie in einer der mit großem Park versehenen Villen von Montughi ausgesetzt. Bemerkenswert ist der Umstand, daß 2 Exemplare sich so weit von den andern entfernt haben, obwohl auch wieder angenommen werden kann, daß vielleicht von einem und demselben Besitzer gleichzeitig hier und im Mugello Petitgris ausgesetzt wurden.

Ich habe es natürlich nicht unterlassen, unser Exemplar mit den Eichhörnchen der italienischen Sammlung zu vergleichen. Dabei ist seine Ähnlichkeit mit dem tessinischen *S. vulgaris gothardi* Fatio ganz auffallend. Wir haben hier einen beinah ebenso weichen Pelz, den rötlichen Scheitel, die rötlichen Arme und Füße, den grauen Rücken mit rötlicher Medianlinie und den rötlichen Schwanz. Nur sind Rücken, Schwanz und Ohrpinsel viel dunkler im Ton — und die basale Hälfte der Rückenhaare ist schiefergrau und nicht rötlich braun wie bei *S. vulgaris varius*.

Mit dem toskanischen (Monte Senario, Vallombrosa) und dem romagnolischen (Bagno) Eichhörnchen hat der »russische Petitgris« wenig zu schaffen. Bei jenen Formen fehlt überall das weiche Haar und das feine Rückengrau; Melanismus tritt hier schon sehr oft auf; auch sind die Körperdimensionen größer. Viel durchgreifender ist freilich der Unterschied mit dem mächtigen, bis auf den weißen Bauch tiefschwarzen, grob- und doch dichthaarigen kalabresischen Eichhörnchen.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß auch beim englischen *Sciurus leucurus* Kerr die Rückenhaare in ihrer basalen Hälfte schiefergrau sind: ein Umstand, der den sonst von den kontinentalen Eichhörnchen wohl unterschiedenen *leucurus* den westeuropäischen *Sciurus* Subspecies nähert, und alle diese westlichen Formen mit dem östlichen *Sciurus vulgaris varius* in Gegensatz bringt.

6. Chromosomenverhältnisse in generativen und somatischen Mitosen bei *Diaptomus coeruleus* nebst Bemerkungen über die Entwicklung der Geschlechtsorgane.

Von Otilie Krimmel, cand. rer. nat.

(Aus den zoologischen Instituten Stuttgart und Halle a. S.)

(Mit 16 Figuren.)

eingeg. 19. April 1910.

1) Aufgabe der Untersuchung. Ein Überblick über die kerngeschichtliche Literatur zeigt, daß auf zoologischem Gebiet einigermaßen zuverlässige Angaben über die Zahl der Chromosomen haupt-

sächlich nur für die Reifungs- und Furchungsperiode vorliegen. Indessen geht schon aus der neuesten Zusammenstellung von Della Valle¹ (1909) hervor, daß auch für diese Perioden nur bei relativ wenig Objekten die Zahlenverhältnisse vollkommen sicher stehen, daß im Gegenteil für zahlreiche Tierspecies, namentlich wenn sie von verschiedenen Autoren hintereinander bearbeitet wurden, schwankende Reifungs- und Furchungszahlen angegeben werden, und daß vollends für die außerhalb dieser Perioden gelegenen (generativen und somatischen) Teilungen nur ganz vereinzelte wirklich sichere Zahlenangaben vorliegen.

Selbst für eine so eingehend untersuchte Gruppe wie für die Copepoden sind nur vereinzelte bestimmt lautende Angaben über Oogonien- und Spermatogonienteilungen gemacht und die Verhältnisse in somatischen Mitosen nur gelegentlich gestreift worden. Darum schien es wünschenswert, den noch nicht speziell untersuchten Keimbahnstrecken (Urgeschlechtszellen bis Synapsis) und den Körpermitosen der Copepoden Beachtung zu schenken. Ich hoffe, durch meine Untersuchungen eine nicht unerwünschte Ergänzung zu bringen zu den Arbeiten, welche in den letzten Jahren den Fortpflanzungs- und speziell den Keimzellen-eyclus der Copepoden behandelt haben (Wolf² 1905; Braun³ 1909; Schiller⁴ 1909; Matscheck⁵ 1910; Amma⁶, im Druck).

2) Material und Methoden. Ich habe meine Untersuchungen nicht auf eine größere Zahl von Arten ausgedehnt, um dafür bei einer und derselben Art die Chromosomenverhältnisse in allen Stadien der postembryonalen Entwicklung untersuchen zu können, sowohl in der »rein generativen Keimbahnstrecke« als auch in somatischen Geweben von Jugendstadien und erwachsenen Tieren.

Ich habe *Diaptomus coeruleus* gewählt, obwohl die hohe Chromosomenzahl die Untersuchung in gewissem Sinne erschwert. Es bot diese Art den Vorteil, daß sie an der Hauptfundstätte, die ich benutzte, einem kleinen Tümpel bei Fellbach unfern Stuttgart, das ganze Jahr hindurch als einzige *Diaptomus*-Art vorkommt, so daß man über die

¹ Della Valle, P., L'organizzazione della cromatina studiata mediante il numero dei cromosomi. Arch. zool. vol. IV. p. 1—177. 1 Tav. 1909.

² Wolf, E., Die Fortpflanzungsverhältnisse unsrer einheimischen Copepoden. Zool. Jahrb., Syst. Abt. Bd. 22. 1905.

³ Braun, H., Die spezifischen Chromosomenzahlen der einheimischen Arten der Gattung *Cyclops*. Arch. f. Zellforschung. 3. Bd. 3. H. 1909.

⁴ Schiller, J., Über künstliche Erzeugung »primitiver Kernteilungsformen« bei *Cyclops*. Arch. f. Entwicklungsmechanik der Organismen. XXVII. Bd. 4. H. 1909.

⁵ Matscheck, H., Über Eireifung und Eiablage bei Copepoden. Arch. f. Zellforschung. V. Bd. 1910.

⁶ Amma, H., Manuskript.

Artzugehörigkeit der Jugendformen nicht im Zweifel sein kann. Zum Vergleich habe ich jedoch auch Tiere aus Eiern aufgezogen, welche dem Weibchen abgestreift und in filtriertes Tümpelwasser gebracht wurden.

Da *Diaptomus* einen längeren Transport nicht gut verträgt, konservierte ich größtenteils an Ort und Stelle mit dem Sublimatgemisch, welches Braun (1909) angibt. Der Sublimatalkohol wurde auf etwa 40° erwärmt (nur mit der Hand beurteilt). Nach einer halben Stunde wurde mit 60%igem Alkohol ausgewaschen und später mit Jod nachbehandelt. Von den verschiedenen Färbmethoden gab die besten kerngeschichtlichen und namentlich auch histologischen Resultate die folgende: Vorfärbung mit Hämatoxylin; Beizen der Schnitte mit 1%iger Eisenalaumlösung etwa 1/2 Stunde; Auswaschen in fließendem Wasser 1/2 Stunde; Überfärben in Hämatoxylin nach Delafield 1/4 bis 1/2 Stunde; Blauen mit Leitungswasser 1 Stunde; sehr sorgfältiges Differenzieren mit Eisenalaun unter steter Kontrolle und nochmaliges Auswaschen in fließendem Wasser mindestens 1/2 Stunde. Bei diesem Verfahren, nach Angaben von Dr. Bresslau, erhielt ich klarere Bilder als bei dem eigentlichen Heidenhainschen Verfahren. Deshalb habe ich es genau beschrieben. Wenn das Objekt mit Bismarckbraun statt mit Hämatoxylin vorgefärbt war, unterließ ich das vorhergehende Beizen und differenzierte nur mit Eisenalaun.

3) Allgemeines über die Entwicklung der Gonade. Ich möchte zunächst einige Bemerkungen über die Entwicklung der Gonaden vorausschicken, damit ich mich bei den Angaben über die Kernverhältnisse kürzer fassen kann.

Beim Nauplius und auch noch beim Metanauplius von *Diaptomus coeruleus* liegen die beiden Urgeschlechtszellen getrennt voneinander zu beiden Seiten des Darmes. So gibt es auch Grobben⁷ (1881) für *Cetochilus* an. Während aber bei diesem Meerescopoditen eine zweimalige Teilung stattfindet, ehe die beiderseitigen Anlagen zu einer unpaaren Drüse zusammentreten, geschieht letzteres bei *Diaptomus*, wenn erst eine der beiden Urgeschlechtszellen einmal geteilt ist. So entsteht das von Haecker⁸ (1903) beschriebene Dreizellenstadium. Bei *Diaptomus* ist dieses aber nicht ein Stadium von längerer Dauer, sondern die Vermehrung der Zellen schreitet nun ständig fort. Man findet bei Tieren, welche dieselbe Größe und dasselbe Häutungsstadium zeigen wie die mit dreizelliger Gonade (erst ein fertiges Beinpaar, zweites und

⁷ Grobben, C., Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis* Arb. Zool. Institut Wien. 3. Bd. 1881.

⁸ Haecker, V., Über das Schicksal der elterlichen und großelterlichen Kernanteile. Jenaische Zeitschrift f. Naturw. 37. Bd. 1903.

drittes eben hervorsprossend) vier und mehr Geschlechtszellen. Gleichzeitig vermehren sich auch die mesodermalen Belegzellen, die in geringerer Zahl schon den Urgeschlechtszellen angelagert sind. Sie schließen sich mehr und mehr zusammen, bis sie eine vollständige Hülle um die Geschlechtszellen bilden. Wenn die Gonade aus etwa 9 Zellen besteht, ist sie von einem soliden, durchsichtigen Sack umgeben. Am vorderen Ende der Gonade liegen mehrere Belegzellen dichter beisammen (Fig. 1), einen kurzen Strang bildend, bzw. später zwei beim Weibchen. Dies ist die erste Anlage des Anfangsteiles der Ausführgänge, wie sie auch Grobden bei *Cetochilus* sieht, nur daß hier zwei solche Strängchen am hinteren Ende der Gonade zuerst auftreten sollen. Da ich Unterschiede in den Kernverhältnissen männlicher und weiblicher Tiere in den jüngsten Stadien nicht habe feststellen können, muß ich die Gonade so lange als indifferent ansehen, bis die Zahl der Ausführgänge den Geschlechtscharakter erkennen läßt. Nach hinten ist die Gonade schon im indifferenten Stadium durch eine Art Aufhängeband am Darm befestigt.

In einem etwas späteren Stadium ist das Ovarium vorn in der Mitte leicht eingebuchtet, nach hinten schmaler, fast herzförmig, während der junge Hoden mehr birnenförmig ist und sich durch die fast trichterförmige Erweiterung des Anfangsabschnittes des Vas deferens auszeichnet, wie dies übrigens auch schon aus der Darstellung Haeckers für *Diaptomus laciniatus* hervorgeht. Vgl. Taf. 18 Fig. 22 und 23 in »Schicksal der elterlichen und großelterlichen Kernanteile« 1903.

4) Die Kernverhältnisse in der rein generativen Keimbahnstrecke. Ich werde im folgenden unterscheiden zwischen den Befunden an generativen und denen an somatischen Zellen. Da für die Reifungs- und Furchungsperiode der Copepoden bereits ausführliche und bestimmte Angaben existieren, will ich die generativen Zellen in 4 Entwicklungsstadien der Gonade behandeln.

- a. Die Urgeschlechtszellen im Nauplius und Metanauplius,
- b. die indifferente Gonade,
- c. junge Ovarien,
- d. junge Hoden.

a. Nauplius und Metanauplius.

Die Urgeschlechtszellen sind als solche an der Größe von Zellleib und Kern leicht zu erkennen. Auch zeigen ihre Kerne eine geringere Färbbarkeit als die meisten somatischen Kerne mit Ausnahme der Darmkerne.

Amma (1910) findet in der Urgeschlechtszelle des Embryo von *Diaptomus coeruleus* das Chromatin in zwei getrennten dichten Faden-

knäueln angeordnet. Ich habe den Embryo nicht untersucht und deshalb diese Phase nicht beobachtet. Jedenfalls fand ich im Nauplius und Metanauplius am häufigsten den Kern der Urgeschlechtszellen im »Ruhezustand« oder in den frühesten Prophasen der Teilung. Die Teilung selbst scheint erst kurz vor der Häutung zum 1. Copepodid(= Cyclopid)stadium weiter fortzuschreiten, wobei regelmäßig die eine der beiden Zellen vorausseilt.

Im »Ruhestadium« zeigen die Kerne ein gleichmäßig körniges Karyoplasma u. abgesehen von dem in der Einzahl vorhandenen ziemlich großen, stark färbaren Nucleolus keine durch Färbbarkeit hervorragenden Teile.

In etwas späteren Stadien findet man neben dem jetzt weniger färbaren Nucleolus unregelmäßige, etwa viereckige Chromatinbrocken ohne scharfe Kontur, die man vielleicht als »Prochromosomen« (Overton⁹, 1905) ansehen darf (Fig. 2). Ihre Zahl war nicht festzustellen. Es

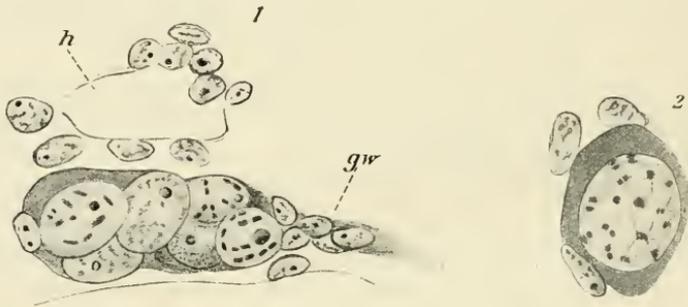


Fig. 1. Indifferente Gonade mit Anfangsteil des Geschlechtsweges *gw*; *h*, Herz.
Fig. 2. Eine der beiden Urgeschlechtszellen des Metanauplius mit »Prochromosomen«.

folgt dann ein Stadium, welches wohl als segmentierter Knäuel bezeichnet werden darf. Noch später verdichten sich die Segmente zu kürzeren, schwach gekrümmten, sich dunkel färbenden Stäbchen, die sich an der Kernperipherie verteilen wie die Chromosomen in der Diakinese der Reifungsperiode. Wir haben also hier in der Urgeschlechtszelle ein Bild, das in der Regel als charakteristisch für das auf die Synapsis folgende Stadium der Reifungsperiode betrachtet wird, wie denn überhaupt auch meine Untersuchung ergeben hat, daß eine Reihe von Erscheinungen, welche zumeist als typisch für die Reifungsperiode angesehen werden, auch in der frühen Oogenese und Spermatogenese und sogar in somatischen Zellen vorkommen können (vgl. Haecker¹⁰ 1907, S. 104 ff.).

⁹ Overton, J. B., Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dicotylen. Jahrb. wiss. Bot. Vol. 42. 1905.

¹⁰ Haecker, V., Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Ergebn. u. Fortschr. d. Zool. 1. Bd. 1. H. 1907.

In dieser der Diakinese ähnlichen Phase — man darf sie vielleicht als Deutodiakinese¹¹ bezeichnen — ist auch eine Zählung möglich. In einem auf 2 Schnitte verteilten Kern zähle ich 28 Chromosomen, also die volle (nicht reduzierte, normale) Zahl von *Diaptomus coeruleus*. Zwar ist die Zählung schwieriger als im Äquatorialplattenstadium, weil die Chromosomen nicht alle in einer Ebene liegen; aber ich bin nicht im Zweifel darüber, daß sie trotzdem richtig ist (Fig. 3a—d). Das Ergebnis stimmt auch überein mit einem Befunde von Amma, welcher beim Nauplius von *Cyclops viridis* in der einen im Stadium der Äquatorialplatte befindlichen Urgeschlechtszelle zwölf schleifenförmige Chromosomen zählen konnte. Auf dem von Herrn Amma mir freundlichst überlassenen Präparat konnte auch ich diese Zahl mit Sicherheit feststellen. Wenn ich nun auch selbst bei *Diaptomus* aus dieser Entwicklungsphase kein Äquatorialplattenstadium besitze, so scheinen mir doch die beiden erwähnten übereinstimmenden Befunde den Beweis zu liefern, daß in der 1. Teilung der Urgeschlechtszelle der Copepoden die vollè Chromosomenzahl auftritt.

b. In der indifferenten Gonadenanlage sind die Zellen und



Fig. 3a—d, Urgeschlechtszelle des Metanauplius bei 4 Einstellungen, von 2 Schnitten stammend, a von dem einen, b—d von dem zweiten. Im ganzen 28 Chromosomen. Fig. 4a—b. Äquatorialplatte aus einer indifferenten Gonade, schräg auf 2 Schnitten getroffen. Im ganzen 28 Chromosomen.

ihre Kerne noch fast so groß wie die Urgeschlechtszellen. Man findet in den drei- und mehrzelligen Gonadenanlagen gewöhnlich verschiedene Phasen der Teilung nebeneinander: Die Teilungen bleiben fortgesetzt asynchron. Eine Gesetzmäßigkeit besteht aber wohl kaum, auch nicht in bezug darauf, welche der beiden Urgeschlechtszellen vorausseilt. Zu vermuten ist, daß vom Dreizellenstadium an eine Zeitlang immer die hinterste Zelle zurückbleibt. Man findet nämlich in den zunächst folgenden Stadien, daß gewöhnlich eine hintere Zelle die andre um das Doppelte oder ein Mehrfaches an Größe überragt. Es sind aber oft auch mehrere Zellen größer, und in noch späteren Stadien gleicht sich der Unterschied in der Regel wieder aus.

¹¹ Die Bezeichnungen Deutodiakinese und Deutosynapsis (s. u.) würden analog gebildet sein der Bezeichnung deutheterotype Teilung. 1907.

Die Phasen sind die nämlichen wie bei den Urgeschlechtszellen. Nur ist zu bemerken, daß in den gleichmäßig-feinkörnigen »Ruhkernen« nun bald ein Nucleolus auftritt, bald zwei. Nach der Auffassung von Haecker (1903) sind die binucleolären Kerne jünger als die uninucleolären. Auf das Spiremstadium und die segmentierten Knäuel will ich hier nicht näher eingehen und nur hervorheben, daß in der Äquatorialplatte 28 Chromosomen zu zählen sind (Fig. 4). Es sind dicke, bohnenförmige Gebilde, wie sie auch in den Äquatorialplatten etwas älterer Weibchen auftreten.

c. Bei jungen Weibchen verschiedener Häutungsstadien, bei denen die Geschlechtswege paarig, die äußeren Geschlechtscharaktere noch nicht ausgebildet sind (das 5. Beinpaar), sind immer wieder in den

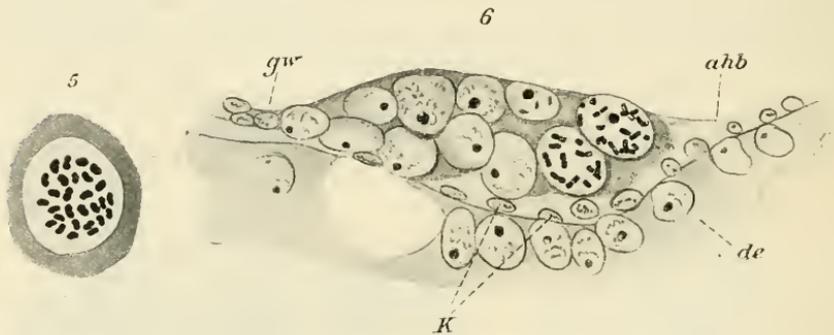


Fig. 5. Äquatorialplatte aus dem Ovarium eines 0,41 mm langen Weibchens mit sicher 28, meist bohnenförmigen Chromosomen.

Fig. 6. Junges Ovarium. Am hinteren Ende 2 Zellen in der Deutodiakinese, die eine mit 11, die andre mit 16 zum Teil zweiteiligen Chromosomen. Die folgenden Schnitte ließen mit Sicherheit die fehlenden 17, bzw. 12 Chromosomen erkennen. *gr*, Geschlechtsweg; *ab*, Aufhängeband; *de*, Darmepithel; *K*, Kerne der Ringmuskulatur des Darmes.

Äquatorialplatten der Oogonien 28 Chromosomen zu zählen. So zeigt Fig. 5 eine Äquatorialplatte mit sicher 28 bohnenförmigen Chromosomen aus dem Ovarium eines 0,41 mm langen Weibchens mit 3 Thoracalbeinpaaren. Die übrigen großen Kerne derselben Gonade zeigen Prophasen, segmentierte Knäuel, »Deutodiakinesen«, letztere mit annähernd 28 (26 sind sicher nachzuweisen) hantelförmigen Chromosomen.

Ebenso weisen ein paar deutodiakinetische Kerne am Hinterende der Gonade eines 0,43 mm langen Weibchens mit ebenfalls 3 Beinpaaren mit Sicherheit 28 hantelförmige, bzw. zweiteilige Chromosomen auf (Fig. 6).

Ganz besonders klar sind ferner die Zahlenverhältnisse in zwei in Polansicht gesehenen Äquatorialplatten und in einer Diakinese aus dem

hinteren Teil des Ovariums eines etwas älteren 0,54 mm langen Weibchens mit 4 Thoracalbeinpaaren zu erkennen. Erstere zeigen in überraschender Klarheit je 28 dicke, bohnenförmige Chromosomen verschiedener Größe, und in letzterer waren 27 stäbchenförmige zum Teil deutlich zweiteilige Chromosomen zu zählen (Fig. 7). Bemerkenswert ist noch, daß in diesem in lebhaftester Teilung befindlichen Ovarium die ruhenden Kerne größtenteils binucleolär sind (Fig. 7a). Das vordere Drittel dieses Ovariums ist bereits von synaptischen Kernen erfüllt.

d. Weniger sicher sind meine Befunde bei männlichen Tieren, und leider habe ich für diese auch noch nicht die lückenlose Reihe der Entwicklungsstufen.

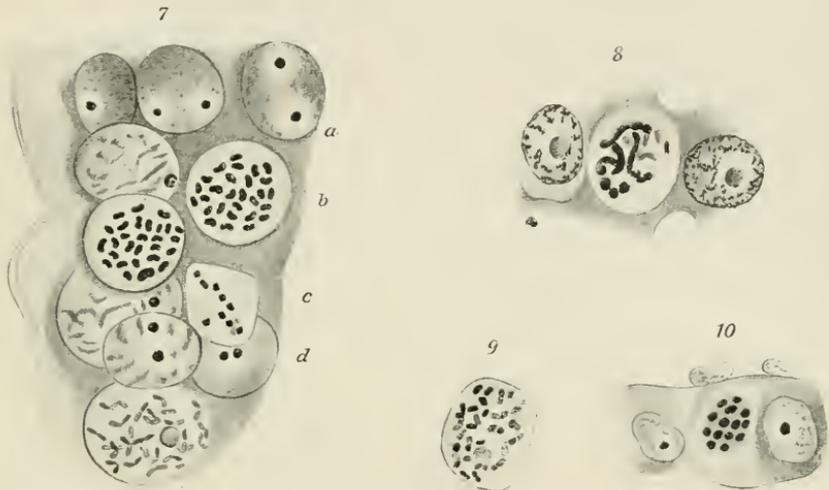


Fig. 7. Endabschnitt eines etwas älteren Ovariums, aus 2 Schnitten kombiniert. Die Kerne *a*–*d* entstammen dem einen, die übrigen Kerne dem folgenden Schnitt.

Fig. 8–10. Darmkerne. Fig. 8. Deutosynapsis.

Fig. 9. Deutodiakinesis mit 28 zum Teil hantelförmigen Chromosomen.

Fig. 10. Äquatorialplatte mit 14 blockförmigen Chromosomen.

Bei der Untersuchung der Ausführgänge jugendlicher Tiere zeigte sich nämlich, daß auch da, wo nur auf der einen Seite ein Gang bzw. Zellstrang angelegt schien, auf der andern wenigstens Rudimente eines solchen zu sehen sind. Ob solche Tiere als Weibchen anzusprechen sind oder ob vielleicht auch beim Weibchen ursprünglich ein zweiter Gang angelegt und dann rückgebildet wird, vermag ich jetzt noch nicht zu entscheiden. Ich führe deshalb spermatogoniale Zahlen erst von späteren Stadien an.

In einer spermatogonialen Äquatorialplatte eines Männchens mit allen 5 Beinpaaren, aber nicht fertigem Vas deferens, lassen sich

28 Chromosomen zählen. Das betreffende Spermatogonium ist aber klein und das Bild bei weitem nicht so klar wie das der oogonialen Platten, doch kann darüber kein Zweifel sein, daß es sich um die volle, nicht die reduzierte Zahl handelt.

Ferner konnte ich bei mehreren erwachsenen Männchen die hantelförmigen Chromosomen in der Deutodiakinese zählen, bei einem Objekt in 3 Zellgenerationen des Hodens. Jedesmal waren es ganz oder annähernd 28 Chromosomen.

Zusammenfassung.

Alles in allem habe ich, soweit sichere Zählungen in den Zellen der rein generativen Keimbahnstrecke möglich waren, bei *Diaptomus coeruleus* stets die volle, nicht reduzierte Chromosomenzahl 28 gefunden. Speziell gilt dies auch für die Oogonien der erwachsenen Tiere, und meine Befunde decken sich also danach mit den Angaben von Lérat¹² (1902) für *Cyclops strenuus*, sowie mit den Befunden an demjenigen Objekt, welches hinsichtlich der Klarheit der oogonialen und spermatogonialen Bilder bisher als das beste gelten durfte, nämlich an den Hemipteren. Auch die neueren Angaben von Oettinger¹³ (1910) über die Spermatogenese der Myriopoden stehen damit im Einklang. Daß aber auch in den oogonialen und spermatogonialen Teilungen der Copepoden unter Umständen nicht die volle, sondern die »reduzierte« Zahl der Chromosomen auftreten kann, darauf weisen vielleicht außer älteren Angaben von vom Rath über einen Meerescopopoden einige Beobachtungen von Matscheck (1910, S. 59) hin. Matscheck glaubte in einem Fall in einer Ovarialzelle von *Cyclops phaleratus* mit »ziemlicher Sicherheit« sechs große Chromatinportionen und eine kleinere, also die »reduzierte« Zahl, feststellen zu können. In einem andern Falle fand er bei *Cyclops fuscus* in einer oogonialen Teilung die Zahl 7, also die »reduzierte« Zahl. Allerdings handelte es sich um eine für Chromosomenzählungen nicht ganz günstige Teilungsphase, nämlich um einen Dyaster in Seitenansicht. Indessen kann bei der geringen Zahl der Chromosomen (jederseits 7) eine Zählung wohl möglich sein (S. 61 Textfigur 15). Was die Beobachtungen von Schiller anbetrifft, der in den Urgeschlechtszellen von *Cyclops strenuus* nach Ätherisierung die halbe Zahl (11) gezählt hat, so liegt, worauf schon Amma aufmerksam gemacht hat, unter Umständen eine Verwechslung mit einer die Normalzahl 11 aufweisenden Species vor.

¹² Lérat, P., Les phénomènes de maturation dans l'ovogénèse et la spermatogénèse du *Cyclops strenuus*. La Cellule. Vol. 22. p. 160—199.

¹³ Oettinger, R., Zur Kenntnis der Spermatogenese bei den Myriopoden. Samenreifung und Samenbildung bei *Pachyiulus varius* Fabre. Arch. f. Zellforsch. 3. Bd. 4. H. 1909.

Bemerkenswert dürfte schließlich sein, daß die »deutodiakinetischen« Chromosomen vielfach hantelförmig oder sogar deutlich zweiteilig (scheinbar quergekerbt) sind. Die in den Reifungsteilungen bei den Copepoden so deutlich auftretende Querkerbe kann also auch hier noch in Spuren vorhanden sein.

5) Kernverhältnisse in somatischen Zellen. Bei frisch gefangenen Tieren sowohl der jüngeren, aber auch noch der älteren Stadien finden sich in sämtlichen Geweben sehr zahlreiche Mitosen. Allerdings sind die Kerne mancher Gewebe so klein, daß unter Tausenden von Teilungsbildern nur eine verschwindend kleine Zahl eine einigermaßen genaue Zählung zuläßt. Indessen haben mich die wenigen ganz klaren Bilder zu der Überzeugung geführt, daß hier Abweichungen von der Normalzahl vorkommen können.

Die deutlichsten Bilder geben Darmzellen, weil sie den Geschlechtszellen an Größe oft nur wenig nachstehen. Auch zeigen die Darmzellen in allen Phasen der Chromosomenentwicklung Übereinstimmung oder wenigstens große Ähnlichkeit mit den Geschlechtszellen. Namentlich auffallend ist, daß auch eine Art von Synapsisstadium vorkommt. Neben »ruhenden« Kernen mit einem oder 2 Nucleolen und besonders schönen Spiremstadien findet man nämlich Bilder, welche wie in der Synapsis der Reifungsperiode eine einseitige Zusammendrängung der Fadensegmente in dem sonst vollkommen ungefärbten Kernraum erkennen lassen (Fig. 8). Zwar ist bei diesen »Deutosynapsen¹⁴«, wie man solche Stadien in Soma- zellen vielleicht nennen könnte, der Knäuel nicht so dicht, wie er in den echten Synapsen der Gonade zu sein pflegt; aber eine Zusammen- drängung der Chromatinfäden nach einem Pol des Kernes hin ist doch unverkennbar.

Zählungen sind in den Darmzellen am ehesten möglich, wenn die Chromosomen in der »Deutodiakinese« an der Kernoberfläche verteilt sind (Fig. 9), obwohl sie dann meist nicht alle in einen Schnitt fallen. Sie sind, wie in den generativen Diakinesen, hantelförmig, manchmal sogar scheinbar zweiteilig mit einer Einknickung oder gar mit einer Kerbe in ihrer Mitte (Fig. 9 links unten), und die beiden Hälften sind oft einander zugebogen. Diese Zweiteiligkeit tritt auch dann hervor, wie gleich bemerkt werden soll, wenn die volle Zahl (28) erreicht wird (Fig. 9).

Ich kann in einigen Darmmitosen mit ziemlicher Sicherheit die Zahl 28 feststellen. Häufiger noch sind die Fälle, wo ich mit Sicherheit nur sagen kann, daß mehr als 20 Chromosomen zu zählen sind, sei es,

¹⁴ s. oben Anm.

daß die Chromosomen zu dicht liegen und sich so decken, daß einige von ihnen nicht zur Anschauung kommen können, sei es, daß es sich um ein tatsächliches Schwanken der Chromosomenzahl handelt. Neben den Mitosen mit mehr als 20 Chromosomen kommen nun aber auch viele vor mit einer Chromosomenzahl, welche der reduzierten (14) nahe steht oder ihr genau entspricht. Oft sind es 15, 16 oder 17 Chromosomen, aber in einzelnen Fällen konnte ich in der Äquatorialplatte mit voller Sicherheit 14, in diesem Falle mehr oder weniger sphärische oder blockförmige Chromosomen feststellen (Fig. 10). Auch in Nervenzellen konnte ich Mitosen beobachten. Soweit Zählungen möglich waren, fand ich entweder mehr als 20 lange, in der Mitte etwas eingeknickte oder schwach gekerbte Chromosomen oder aber, wie z. B. in der Äquatorialplatte einer Ganglienzelle (Fig. 11), 14 sphärische Chromosomen. In letzterem Falle war die Zählung vollständig sicher.

In Muskelzellen habe ich ebenfalls bald 28, bald 14 Chromosomen gefunden, aber auch dazwischen liegende Zahlen, z. B. 20 aus-



Fig. 11. Ganglienzelle mit 14 kugeligen Chromosomen.

Fig. 12. Muskelzelle mit 20 meist hantelförmigen Chromosomen.

Fig. 13. Kern aus der Hypodermis eines kranken Weibchens mit 14 Chromosomen, worunter Vierergruppen.

gesprochen hantelförmige (Fig. 12) oder gedrungenere, zum Teil auch zweiteilige Chromosomen.

Während der Bildung der Ausführungsgänge sind auch dort viele Teilungsbilder zu sehen. In den langgestreckten Kernen sind die Chromosomenzahlen nicht sicher festzustellen; sie nähern sich bald mehr der »reduzierten«, bald mehr der vollen Zahl. Häufig ist auch das Spiremstadium zu sehen.

Besonders zahlreich sind die Mitosen natürlich in den wachsenden Extremitäten und in der Furca, und, besonders unmittelbar vor einer Häutung, auch in der Hypodermis. Die Zellen liegen sehr dicht und ihre Kerne sind klein, deshalb kann ich für dieses Gewebe am wenigsten sichere Zahlenangaben machen, sondern nur so viel sagen, daß auch hier neben Kernen mit höherer Chromosomenzahl, 20 und mehr, solche mit etwa 14 Chromosomen vorkommen. In den meisten Fällen ist aber die

Zahl überhaupt nicht zu ermitteln, weil die Chromosomen so dicht liegen, daß sie sich gegenseitig berühren. So kann ich auch über die Form der Chromosomen keine bestimmten Angaben machen. Sie scheinen mir in einer größeren Zahl von Fällen mehr rund bzw. sphärisch zu sein, indessen kommen aber auch hier zweiteilige Chromosomen vor.

Ich erwähne noch ein pathologisches Vorkommnis. Daß das betreffende Tier, ein erwachsenes Weibchen, krank war, schließe ich aus dem abnormen Aussehen seiner Zellelemente, insbesondere aus dem Auftreten abnorm gestalteter Kerne im Darmepithel, das von zahlreichen Parasiten durchsetzt ist. Ferner fand ich an vielen Stellen des Körpers krankhafte Zellwucherungen. Die zahlreich vorkommenden Mitosen sind besonders wegen des Auftretens von ausgesprochenen Vierergruppen (Viererkuugeln) bemerkenswert. So zeigt die in Fig. 13 abgebildete Phase (Übergang aus der Diakinese zur Äquatorialplatte) 14 Chromosomen, von denen besonders zwei links unten deutlich die Form von Vierergruppen aufweisen. In Fig. 14 ist neben einem deutodiakinetischen Kern mit normalen 28 zweiteiligen Chromosomen und einem Spiremstadium ein Kern mit 15 Chromosomen, darunter mehrere sehr deutliche Tetraden zu sehen.

Die Befunde entsprechen vollkommen dem von Schiller (1909) beobachteten Auftreten von Vierergruppen unter der Wirkung abnormer Reize, sowie den Befunden von Popoff¹⁵ (1908) an erkrankten Leberzellen von *Paludina vivipara* und denen von Della Valle¹⁶ (1907) in somatischen Zellen von Amphibien.

Zusammenfassung. Meine Untersuchungen haben zu dem sicheren Resultat geführt, daß in den somatischen Zellen des heranwachsenden und des erwachsenen *Diaptomus* die Zahl der Chromosomen eine wechselnde ist und zwischen der »reduzierten« und der vollen Zahl schwanken kann. Relativ häufig fand sich die reduzierte Zahl in Darmzellen, Nervenzellen, Muskelzellen, im Epithel der Ausführungsgänge und in der Hypodermis. Es scheint also in den somatischen Zellen unter gewissen Umständen der aus dem Beginn der Reifungsperiode bekannte Prozeß der Scheinreduktion erfolgen zu können. In diesem Falle pflegt die Gestalt der Chromosomen eine mehr oder weniger sphärische oder blockähnliche zu sein.

Bemerkenswert scheint mir ferner das Resultat, daß in den Fällen, in welchen die Chromosomenzahl größer war als die reduzierte Zahl,

¹⁵ Popoff, M., Über das Vorhandensein von Tetradenchromosomen in den Leberzellen von *Paludina vivipara*. Biol. Centralbl. Bd. 28. 1908.

¹⁶ Della Valle, Osservazioni di Tetradi in cellule somatiche. Atti della R. Accademia delle scienze fis. emat. di Napoli. Vol. 13. Serie 2a. 1907.

also etwa 20 oder die volle Zahl (28) betrug, die Chromosomen häufig deutlich zweiteilig erschienen. Man wird hier wie bei den generativen Zellen daran denken dürfen, daß in diesen Fällen die Einknickung oder scheinbare Querkerbe der in der Reifungsperiode auftretenden



Fig. 14 *a* und *b*. Zwei aufeinander folgende Schnitte aus dem Darmepithel desselben Tieres. In einem Kerne 28 normale hantelförmige Chromosomen, im andern 15, meist Viergruppen.

Querkerbe entspricht, daß also das Zeichen der synthetischen Aneinanderfügung zweier Chromosomen noch nicht verschwunden wäre.

Auf die Ähnlichkeit, welche speziell die Darmzellen der jungen Tiere in bezug auf manche Phasen (Deutosynapsis, Deutodiakinese) mit generativen Zellen zeigen, sei noch besonders hingewiesen.

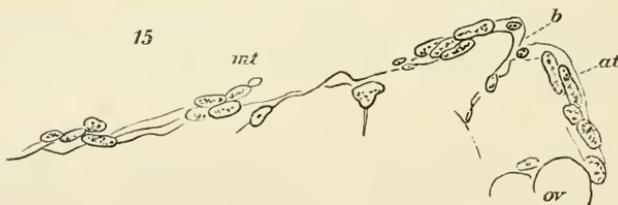


Fig. 15. Oviduct eines jungen Weibchens, noch eine lockere Kette von Zellen. *ov*, Ovarium; *at*, Anfangsteil des Oviductes; *b*, Biegung; *mt*, mittlerer Teil. Gruppen von 3–5 Kernen.

6) Die Untersuchung der Gonadenentwicklung, wie sie im Hinblick auf die Hauptaufgabe notwendig war, führte natürlich auch zu der Frage nach der Entwicklung der Geschlechtswege. Wie schon erwähnt, zeigt sich der erste Anfang der Gänge als eine Zellanhäufung am vorderen Ende der Gonade, welche bald darauf im männlichen Geschlecht zu einem, im weiblichen zu zwei aus dicht gedrängten Zellen bestehenden Strängen auswächst, welche oberhalb des Anfangsabschnittes des Mitteldarmes zunächst senkrecht zur Längsachse des Tieres

nach außen und etwas nach unten und dann, im stumpfen Winkel ziemlich stark abgeknickt, eine kurze Strecke nach unten und hinten laufen. Dieses Stadium hat offenbar auch Grobden gesehen, wenn er sagt: »In einem späteren Stadium sieht man die Ausführgänge als lange, jedoch noch solide Zellstränge entwickelt, welche sich bis zum Ende des 1. Thoracalsegmentes erstrecken, in welchem die Gonade liegt.« In bezug auf die weitere Entwicklung läßt sich von vornherein so viel mit Sicherheit sagen, daß die Anlage der Geschlechtswege nach Vollendung dieses Stadiums nicht einfach als kompakter, dicht mit Kernen besetzter Zellstrang weiter nach hinten wächst, und ebenso ist es nach meinen Bildern ausgeschlossen, daß etwa von der Gegend der zukünftigen Geschlechtsöffnung her diesem Anfangsabschnitt ein ähnlicher kompakter Strang in umgekehrter Richtung entgegenwächst, oder daß sich etwa die mittleren und hinteren Abschnitte der Geschlechts-

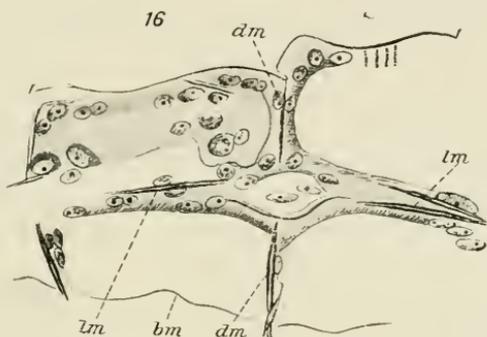


Fig. 16. Mittlerer Teil des Oviductes eines etwas älteren Weibchens. Segmentale Anordnung der Muskelfibrillen. *lm*, Längsmuskeln; *dm*, Dissepimentmuskeln; *bm*, Bauchmuskel.

wege in Form eines soliden kernreichen Stranges von einem der Keimblätter abspalten. Vielmehr findet sich bereits in den frühesten Stadien, in welchen die geschlechtliche Differenzierung der Gonade durch die Zahl der von ihr ausgehenden Stränge hervortritt, also vom Stadium mit drei fertigen Beinpaaren an, etwa 0,48 mm lang, beim Weibchen jederseits ein bandartiger Zellstreifen, welcher in den bindegewebigen, zwischen Körperwandung und Darmrohr sich erstreckenden Transversal- und Longitudinalsepten nach hinten verläuft und, im Gegensatz zu der dichten Kernanhäufung des Anfangsteiles, eine lockere Reihe länglicher Kerne enthält, welche vielfach, schon in frühen Stadien, in Gruppen von dreien oder vierten geordnet sind. Eine metamere Anordnung dieser Gruppen konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, wenn mir auch verschiedene Bilder sehr für eine solche zu sprechen scheinen (Fig. 15).

In bezug auf die Entstehung dieses Abschnittes kommen offenbar nur noch zwei Möglichkeiten in Betracht: entweder kommt er durch modifiziertes Weiterwachsen des vorhin beschriebenen dichtkernigen Anfangsteiles zustande, indem dieser beim Weiterwachsen zunächst nicht mehr das anfänglich dichte Gefüge aufweist, sondern in der Form einer lockeren Zellkette sich nach hinten schiebt; oder aber es ordnen sich mesenchymale, im Fachwerk der Septen gelegene Zellen unter allmählicher Vermehrung zu einem anfangs lockeren, später dichter werdenden Zellstrang an. Welche dieser beiden Möglichkeiten zutrifft, konnte ich mittels der von mir angewandten Untersuchungsmethoden nicht mit Sicherheit entscheiden.

In späteren Stadien entsteht aus dem Zellstrang ein Rohr, indem seine Zellen sich vermehren. Die Teilung der langgestreckten Kerne erfolgt auf Grund von Mitosen, deren Achse in der Richtung des Rohres gelegen ist. In oder auf der Wandung des Rohres treten in segmentaler Anordnung Muskelfibrillen auf, und im Zusammenhang damit macht sich eine Schichtung der Wand in mindestens 2 Zelllagen (Epithel und Muscularis) bemerkbar. Das Lumen des Rohres tritt, wenigstens im ♀ Geschlecht, zuerst auf der Höhe der Septen (Segmentgrenzen) deutlich hervor, und gleichzeitig sieht man innerhalb der letzteren weitere Muskelfibrillen auftreten, welche von den Geschlechtswegen gegen die dorsale Körperwandung und gegen den Bauchmuskel zu verlaufen (? Dissepimentmuskel) (Fig. 16).

Vielleicht liefern diese Stadien einen Anhaltspunkt für die Lösung der vorhin angeregten Frage nach der Entstehung der mittleren und hinteren Abschnitte der Geschlechtswege, indem sie die Annahme nahelegen, daß das Epithel selbst durch Weiterwachsen des Anfangsabschnittes entsteht, während die Muscularis durch metamere Anlagerung von Mesenchymzellen zustande kommt.

Die Schilderung der weiteren Ausgestaltung und der Differenzierung der Oviducte und des Vas deferens möchte ich einer ausführlicheren Arbeit vorbehalten. Ebenso hoffe ich, in absehbarer Zeit auch meine Beobachtungen über die Entwicklung anderer Organe, des Darmes, des Nervensystems, der Augen, des Herzens und vor allem der Muskeln mitteilen zu können. In bezug auf die letzteren möchte ich nur so viel sagen, daß meine Bilder keine Stütze zu liefern scheinen für die Anschauung, welche Moroff¹⁷ (1908) ausgesprochen hat. Nach Moroff sollen die quergestreiften Muskeln der Copepoden dadurch entstehen, daß Muskelkerne sich in die Länge strecken und ihre Chromatinkörnchen

¹⁷ Moroff, Th., Oogenetische Studien. I. Copepoden. Arch. f. Zellforsch. 2. Bd. 3. H. 1908.

sich in Reihen ordnen und zu färbbaren Streifen zusammenschließen. Ebenso wenig habe ich Anhaltspunkte gewonnen für die Annahme einer Kernvermehrung auf amitotischem Wege, wie schon aus meinen vorherigen Angaben über Mitosen in Muskelementen hervorgehen dürfte. Vielmehr tritt die Bildung der Muskelfibrillen als inneres Plasmaproduct der Muskelzellen gerade bei den Copepoden sehr schön zutage. Besonders ist es die Ringmuskulatur des Darmes, welche mir in dieser Hinsicht klare und instruktive Bilder geliefert hat. Ich werde speziell auf diese später zurückkommen.

7. *Brachynus sclopeta* F. und seine »Gäste«.

Von A. H. Krausse-Heldrungen, Dr. phil., Asuni, Sardinien.

eingeg. 20. April 1910.

Es ist ein seltener Fall, wenn man hier auf Sardinien einem vereinzelt *Brachynus sclopeta* F. begegnet, gewöhnlich findet er sich in kleineren oder größeren, oft relativ großen Kolonien (so bei Oristano), wie seine Verwandten.

Es ist diese Art die gewöhnlichste auf Sardinien, auch sonst in Italien weit verbreitet; wie alle Vertreter dieser Gruppe hauptsächlich die sumpfigen Ebenen bewohnend. Große Kolonien fand ich bei Oristano im Tirsoufer, sonst unter faulenden Opuntienstämmen; hier in der gebirgigen Gegend von Asuni ist er ziemlich selten; in den engen Tälern, die im Winter von reißenden Bächen durchströmt werden, finden sich nur in geringer Ausdehnung geeignete Wohnplätze für ihn.

Die Art ist charakteristisch dadurch, daß sie nur sehr wenig variiert, nur die Ausdehnung des rotgelben Fleckens auf den Elytren schwankt, auch soll dieser Fleck in seltenen Fällen ganz verschwinden (= ab. *pseudoexplodens* Porta 1909); unter einigen tausend Exemplaren von Sardinien habe ich diese Aberration nicht gefunden.

In den Kolonien dieses *Brachynus sclopeta* F. nun befinden sich außer zahlreichen andern Tieren, speziell Arthropoden, ganz regelmäßig als »Gäste« eine Reihe Coleopteren. Ich ging fast niemals fehl, benötigte ich einen dieser gleich zu erwähnenden Käfer, wenn ich eine *Sclopeta*-Kolonie aufsuchte. Es sind die folgenden, die man nur sehr selten vereinzelt sieht, aber in den größeren *Sclopeta*-Kolonien wenigstens in einigen Exemplaren anzutreffen immer die größte Aussicht hat: zunächst *Idiochroma dorsale* Pntpp., *Drypta dentata* Rossi, *Chlaenius chrysocephalus* Rossi und sehr oft der große *Brachynus immaculaticornis* Dej. Sie sind fast immer zusammen mit dem *B. sclopeta* F. anzutreffen, wenigstens hier auf Sardinien.

Eine zweite Serie von Coleopteren findet sich ebenfalls sehr häufig

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): Krimmel Otto

Artikel/Article: [Chromosomenverhältnisse in generativen und somatischen Mitosen bei Diaptomus coeruleus nebst Bemerkungen über die Entwicklung der Geschlechtsorgane. 778-793](#)