© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zur Bildung und Entwicklung des Ostrakoden-Eies.

Kerngeschichtliche und biologische Studien an parthenogenetischen Cypriden.

Von

Dr. **Richard Woltereck.**

(Aus dem Zool. Institut der Universität Freiburg i. B.)

Mit Tafel XIX und XX.

Einleitung.

Nicht mit Unrecht hat man die Ostrakoden Stiefkinder der zoologischen Forschung genannt (Lampert, 17). Denn die Muschelkrebse und auch gerade die Cypris-Formen des Süßwassers sind im Verhältnis zu den übrigen Entomostraken, besonders den Phyllopoden und Copepoden, in vieler Beziehung relativ wenig erforscht. Was von dieser Ordnung bekannt ist, verdanken wir systematischen und morphologischen Arbeiten[1], und auch auf diesem Gebiet giebt es noch viele offene Fragen.

Biologisch ist über die Ostrakoden im Allgemeinen und die Cypriden im Besonderen sehr wenig bekannt geworden, nur die interessante Parthenogenese einiger Arten wurde 1880 durch Weismann (27) und G. W. Müller (22) durch sichere Versuche festgestellt.

Ontogenetisch beschrieb Claus (6, 7) die Metamorphose des Nauplius in einer Reihe grundlegender Arbeiten. Bezüglich der Eibildung ist eine wichtige Thatsache durch Weismann und Ishikawa (28) festgestellt worden, dass nämlich bei den Eiern parthenogenetischer Cypriden nur ein Richtungskörper abgeschnürt wird. Auch der Habitus der ersten Furchungstheilungen, die zuerst total, sodann superficiell verlaufen, wurde in den Abbildungen dieser Arbeit

[1] Es seien nur die Arbeiten von O. F. Müller (21), Jurine (15), Baird (1), Zenker (31), Liljeborg (18), und aus neuerer Zeit die von G. W. Müller (22, 23), Claus (6, 7, 8, 9) und Vávra (25) genannt. Ein genaues Verzeichnis der systematisch-morphologischen Litteratur findet sich z. B. in den Arbeiten (23) und (25).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wiedergegeben. Im Übrigen ist die Eigeschichte (Bildung und Entwicklung des Eies bis zum Nauplius) völlig unbekannt geblieben, so dass Lehrbücher, wie Korschelt und Heider's »Vergleichende Entwicklungsgeschichte« (16) genöthigt sind, hier eine Lücke zu lassen. Diese Lücke ist um so fühlbarer, als auf der anderen Seite die Eigeschichte der übrigen Entomostraken, speciell der Daphniden und Copepoden, recht gut bekannt ist.

Nicht nur dieser Umstand hat den Anlass zu der vorliegenden Untersuchung gegeben, sondern vor Allem die Thatsache, dass die Eigeschichte und Biologie der Cypriden durch die eigenthümlichen Geschlechtsverhältnisse der Thiere ein specielles Interesse erhält. Mein Hauptaugenmerk war daher zunächst auf die Eigeschichte des parthenogenetischen Cypris-Eies gerichtet, dessen Bildungs-, Reifungs- und Furchungsvorgänge ich unter besonderer Berücksichtigung der kerngeschichtlichen Verhältnisse zu verfolgen suchte.

An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Weismann, der mir die Anregung zu dieser Arbeit gab und sie stets mit freundlichem Interesse verfolgte, meinen herzlichen Dank sagen, auch dafür, dass er mir gütigst seine Kolonien von Cypris reptans zur Verfügung stellte.

Ferner bin ich Herrn Prof. Dr. Häcker, der mir eben so unermüdlich wie liebenswürdig mit seinem werthvollen Rath zur Seite stand, zu großer Dankbarkeit verpflichtet, eben so Herrn Dr. vom Rath für seine werthvollen Rathschläge besonders auf technischem Gebiet.

Beschreibender Theil.

I. Biologisches.

Wie gesagt, ist auch die allgemeine Biologie dieser seltsamen Krebsformen bisher wenig beachtet worden, und doch bietet sie, zumal in Bezug auf die Fortpflanzung, ein sehr erhebliches Interesse. Charakteristisch ist dabei für die verschiedenen Lebenserscheinungen die überraschende Mannigfaltigkeit, welche auch bei der Untersuchung von nur wenigen Arten hervortritt. Die von mir beobachteten Arten sind sämmtlich Angehörige der Familie Cyprididae (Brady and Norman, 2), die sonst gewöhnlich als Cypriden zusammengefasst werden. Außer dem eigentlichen Arbeitsmaterial Cypris reptans (Baird, 1) und Cypris incongruens (Ramdohr) gelangten zur Untersuchung Cypris (»Cypridopsis«) vidua (O. F. Müller, 21), Cypris punctata

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(»Cypris ophthalmica[1] Jurine« [15]), Cypris ovum (»Cyclocypris laevis O. F. M.« [21]), ferner Candona (Cypris) candida (O. F. M.) und Notodromas (Cyproïs) monacha (O. F. M.).

a. **Lebensweise** (Aufenthalt, Bewegung, Ernährung).

Das biologische Charakteristikum der Cypriden ist, wie schon oben angedeutet wurde: die tiefgreifende biologische Verschiedenheit morphologisch relativ nahstehender Formen. Schon bei Betrachtung des Aufenthaltes und der Bewegung können wir vier Typen unterscheiden, von denen zwei die schwimmenden, zwei die kriechenden Cypriden umfassen:

1) Pelagische Lebensweise (N. monacha);
2) freies Schwimmen ohne besondere Bevorzugung der Oberfläche (C. ovum, C. punctata, C. incongruens, C. vidua);
3) Kriechen an Wasserpflanzen und auf dem Schlamm (C. reptans);
4) Kriechen auf dem Grunde, unter der Schlammdecke (Cand. candida).

Die pelagische N. monacha schwimmt oder gleitet an der Unterseite des Wasserspiegels, indem sie wie die Turbellarien und Wasserschnecken die Oberflächenspannung benutzt. Daneben schwimmt sie auch ziemlich gewandt durch das freie Wasser. Die eigenthümlich unsichere »purzelnde« Bewegungsart der Muschelkrebse des Typus 2 ist bekannt. Die nun folgenden Formen (Typus 3 und 4) sind so schwerfällig, dass ein Schwimmen unmöglich geworden ist, C. reptans vermag aber noch leidlich geschickt an Wasserpflanzen und dergl. emporzukriechen. C. candida endlich, schon durch ihre durchsichtig weiße Schale charakterisirt, lebt geschützt unter der Decke des Tümpelgrundes. Ihre zarten Schalen entbehren dementsprechend der Festigkeit sonstiger Ostrakodenschalen[2].

Die Nahrung der meisten Cypriden besteht aus faulender thierischer Substanz und Vegetabilien. Die kriechenden Arten scheinen

[1] Die in (»«) gesetzten Namen sind Brady and Norman (2) nach Vávra (25) entnommen, da sie jedoch noch nicht vollständig eingebürgert sind, möchte ich mich vorläufig noch der älteren Nomenklatur bedienen, eben so wie ich für »Cyprididae« Cypriden sage.

[2] Wie gut die Cyprisschalen im Allgemeinen die Thiere schützen, zeigte folgender Versuch: Einige Exemplare von C. reptans und C. incongruens wurden einem Pärchen von Bitterlingen (Rhodeus amarus) vorgesetzt. Sobald die Fische ihre Bewegung sahen, wurden die Krebse verschluckt, jedoch jedes Mal und mehrmals nach einander unversehrt wieder ausgespieen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auch einfach den Grundschlamm aufzunehmen. Bei ihrer enormen Verdauungskraft sind die Cypriden wichtig im Haushalt unseres Süßwassers als Reiniger des Wassers von allerlei Abfall. Mit merkwürdiger Schnelligkeit finden sie einen Kadaver und dergl., und wissen denselben, zu vielen vereint, eben so rasch zu verzehren. Auch todte Artgenossen werden bis auf die Schalen in dieser Weise aus dem Wege geschafft. In Gefangenschaft sind die Cypriden durch eingelegte Kartoffelschnitte leicht zu ernähren. Von den beobachteten Arten machte eine Ausnahme nur N. monacha, die pelagische Form, welche sich von kleinen Organismen, besonders der Oberfläche, zu nähren scheint. Sie ist wegen dieses Mangels an Anspruchslosigkeit verhältnismäßig schwer gefangen zu halten. Die anderen Cypriden halten sich dagegen sehr leicht im Aquarium, auch Sauerstoffmangel vermögen sie recht gut zu ertragen, in gewissen Abstufungen herab bis zu C. incongruens und C. reptans, welch letztere in scheinbar völlig verdorbenem Wasser sich jahrelang hält und fortpflanzt. C. reptans scheint noch mehr als C. incongruens und andere Species, von denen dasselbe angegeben wird (Vávra), an stagnirendes, trübes Wasser angepasst zu sein.

b. Fortpflanzung.

Amphigonie und Parthenogenese. Auch hier herrschen dieselben und noch tiefgreifendere Verschiedenheiten zwischen nachstehenden Arten. Im Anschluss besonders an die Ausführungen Weismann's (26) unterscheide ich vier Typen:

1) Stete Amphigonie (N. monacha, C. ovum, C. punctata);
2) Temporäre Parthenogenese (Cand. candida, C. vidua);
3) Lokale Parthenogenese (C. incongruens);
4) Stete Parthenogenese (C. reptans).

In allen Kolonien der unter 1 genannten Arten wurden Männchen bezw. Weibchen mit Sperma-erfüllten Receptaculis gefunden.

Unter »temporärer Parthenogenese« (2) möge das Fehlen der ♂ zu bestimmter Jahreszeit, wie es Weismann (26) zuerst bei Cand. candida und C. vidua beobachtete, verstanden werden. Die Erscheinung gleicht dem bekannten Generationswechsel der Daphniden.

Zum Typus 3 gehört C. incongruens, welche in einigen Gegenden (von Weismann, G. W. Müller, und mir) rein parthenogenetisch gefunden, in Böhmen jedoch von Vávra (25) in beiden Geschlechtern beobachtet wurde; die Species kann daher als »lokal parthenogenetisch« bezeichnet werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

C. reptans endlich und eine Reihe anderer Cypris-Arten wurden rein parthenogenetisch beobachtet, und zwar wurde die genannte Art nunmehr durch 18 Jahre im hiesigen Institut gezüchtet, ohne dass sich bei den regelmäßig durchgeführten Revisionen jemals ein Männchen gezeigt hätte.

Ei und Eiablage. Die Cypriden-Eier sind durchweg mit einer festen Schale umgeben, welche Kalk enthält und aus zwei Schichten mit dazwischen liegenden Hohlräumen besteht. Diese Maschen oder Lamellen sind bei verschiedenen Arten verschieden entwickelt (s. Fig. 22—54 C. reptans und C. incongruens). Erst wenn das Ei abgelegt ist, treten die beiden Schichten aus einander, indem die Schale gleichsam »aufquillt«, und die Hohlräume sich mit Wasser füllen.

Die Schalen sind sehr widerstandskräftig und stehen denjenigen der Daphniden-Dauereier darin nicht nach. Auch gegen völlige Austrocknung bieten sie genügenden Schutz, wie durch einen Versuch bewiesen wurde[1].

In Form und Färbung der Eier, sowie bezüglich der Art der Ablage bestehen zwischen den einzelnen Arten natürlich ebenfalls Unterschiede. Die Eier von Cand. candida sind weißlich und werden einzeln, ohne Befestigung, abgelegt.

Die Eier von C. incongruens[2] sind orangeroth, sie werden, eben so wie die dunkelgrünen von C. vidua in unregelmäßigen Packeten an Wasserpflanzen und dergl. angeklebt. Die Eihaufen von C. incongruens im Speciellen werden mit Vorliebe an der Unterseite von Lemna-Blättern festgeklebt. Ein wichtiges Charakteristikum der Eischalen dieser Art ist, dass sie sich im Wasser sehr ungleichmäßig ausdehnen und in ihrer Form der Umgebung anpassen (Fig. 22, 23, 30, 33 etc.).

Auch von der pelagischen Notodromas monacha wird die Wasserlinse als Eiunterlage bevorzugt. Die Eier sind zuerst weiß, später gelblich, sie haben länglich ovale Gestalt und werden in Reihen, Pol an Pol, besonders gern an die Wurzeln von Lemna festgeheftet.

---

[1] Dagegen sind die Eier nicht gegen Infektion durch Parasiten (Coccidien und dergl.) geschützt. Doch ist anzunehmen, dass diese Infektion innerhalb des Ovariums, vom Blut aus geschieht (s. Fig. 54).

[2] Die Eifärbung rührt größtentheils von der Färbung des Dotters her, sie theilt sich auch noch dem ausschlüpfenden Nauplius mit, welcher z. B. bei C. incongruens im schönsten Rosenroth prangt, während das erwachsene Thier gelbroth aussieht (daher »Cypris aurantia« Zaddach).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Eier von C. reptans sind rund und von gelber Färbung, welche ebenfalls einige Zeit nach der Ablage intensiver wird. Frisch abgelegt, sehen die Eier fast weiß aus; wodurch die Nachdunklung geschieht, blieb unerfindlich. Merkwürdiger Weise legt auch diese grundbewohnende und kriechende Form ihre Eier, wenn irgend möglich, an der Wasseroberfläche oder wenigstens dieser so nahe, als irgend möglich, ab. Ja, sie geht weiter als die schwimmenden und pelagischen Arten und legt ihre Eier an die Oberseite der Lemnablätter, Papierstückchen und dergl., welche ihr an der Wasserfläche erreichbar sind. Man kann den Vorgang der Eiablage mit der Lupe verfolgen. Nach einigen vergeblichen Kletterversuchen gelangt das plumpe Thier an der Lemna-Wurzel endlich an die Oberfläche, bestreicht eine Stelle der oberen Blattseite mit den Antennen, befördert mit diesen und den Beinpaaren ein Ei aus der Geschlechtsöffnung auf die präparirte Stelle und spinnt es hier mit rasch erstarrenden Sekretfäden[1] fest. Wenn dieses wirklich schwierige Werk — das unbeholfene Thier muss sich dabei am Blattrande balanciren — endlich vollbracht ist, lässt sich die Cypris zu Boden fallen.

Es ist bemerkenswerth, dass alle diese Unterschiede, die sich auf die wichtigsten biologischen Verhältnisse: Aufenthalt, Bewegung, Ernährung, Fortpflanzung und Eiablage beziehen, einerseits in dem engen Rahmen der einen Familie der Cypriden auftreten, andererseits in kleinen Lebensgemeinschaften, meist im engen Raum eines Tümpels zur Geltung kommen, wo nun alle Existenzmöglichkeiten von der Oberfläche bis zum Grunde des Schlammes durch die Arten dieser Familie ausgenutzt erscheinen.

II. Technisches.

Die Gewinnung des Materials ergiebt sich aus dem vorigen Kapitel.

Konservirt wurde mit heißem Sublimat-Alkohol, oder Eisessig-Sublimat-Alkohol, mit vom Rath'scher Flüssigkeit (Osmium-Platinchlorid-Pikrin-Essigsäure) endlich, und zwar meistens und mit bestem Erfolge mit Sublimat-Pikrinessigsäure, ebenfalls nach vom Rath'scher Angabe[2].

---

[1] Die Fäden und ihre ursprüngliche Dehnbarkeit beobachtet man unter dem Mikroskop. — Das Spinnsekret wird, nach einer schriftlichen Mittheilung, die ich der Güte des Herrn Hofrath Claus verdanke, wahrscheinlich von einer Drüse am Ausgang des Oviducts geliefert.

[2] 2,5 oder 5 ccm Eisessig auf 100 ccm koncentrirte wässerige Pikrinsäurelösung und 50 ccm koncentrirte Sublimatlösung.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In den meisten Fällen wurde sodann auch mit Pikrinsäure entkalkt.

Gefärbt wurden ganze Thiere (für Übersichtsbilder und dergl.) mit Pikrokarmin, Ovarial- und Eischnitte meist mit Hämatoxylin oder Hämatoxylin-Safranin; ferner mit Pikrokarmin, Boraxkarmin und Alaunkochenille. Für besondere Zwecke wurde Färbung mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain) und Dreifachfärbung mit Hämatoxylin-Safranin-Orange angewandt.

Die Untersuchung ungeschnittener Eier erwies sich als nicht angängig, überhaupt hatte die technische Behandlung, hauptsächlich in Folge der Schalenstruktur der abgelegten Eier, mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen.

III. Kerngeschichtliche Befunde.

Hinsichtlich der Eibildung und Eientwicklung sind im Folgenden nur die Resultate niedergelegt, welche an den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von C. reptans und C. incongruens gewonnen wurden. Die beiden Arten zeigen in ihrer Eigeschichte eine solche Übereinstimmung, dass sie gemeinsam behandelt werden können. Nur liegen, hinsichtlich der höheren Furchungsstadien besonders, die Verhältnisse bei den etwas größeren Eiern von C. reptans günstiger, als bei C. incongruens, bei welcher die bei den Cypriden ohnehin kleinen Chromatinelemente noch schwerer zu sondern sind.

a. Das Ei im Ovarium.

Das Cypris-Ovarium (Fig. 1 *ovr*) liegt beiderseits in der Duplikatur der Schale und zieht hier vom unteren hinteren Rande nach vorn und oben, wo es die Schale verlässt und sich zum Oviduct (*ovd*) erweitert. Der erste kurze Abschnitt des Ovars, welcher das Keimpolster und die jüngsten Eizellen enthält, bildet mit dem längeren, parallel zum Leberschlauch (*l*) verlaufenden Schenkel der Eiröhre, einen sehr variablen Winkel. Die Oviducte (*ovd*) sind sehr dehnbare Schläuche zu beiden Seiten des Magendarmes (*md*). Sie vermögen einer enormen Eiansammlung Platz zu geben. Die Mehrzahl der zur Ablage reifen Eier liegt für gewöhnlich zwischen den Spangen und Reifen des Abdominalskeletts (*abd*), wie Früchte in einem Korbe. Hier liegen auch die — im vorliegenden Fall stets leeren — Receptacula mit ihren aufgerollten Zuführungsgängen. Die Geschlechtsöffnung liegt unterhalb der Furca (*fu*).

Die Eizellen machen auf der Wanderung durch Ovarium und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Oviduct eine Reihe von Phasen durch, welche dazu nöthigen, mehrere Zonen zu unterscheiden. Zunächst trenne ich, dem allgemeinen Brauche folgend, Keimzone, Wachsthumszone und Reifungszone.

1) Die Keimzone (Fig. 2 *kz*) beginnt mit dem Keimpolster, dessen sehr kleine Kerne einen feingeschlängelten Chromatinfaden und sehr früh einen blassen, centralen Nucleolus zeigen. Die Bildung der Eier oder eigentlich Eimutterzellen aus den Ureiern findet hier offenbar in weit aus einander gelegenen Perioden schubweise statt und spielt sich dann sehr schnell ab. Ich schließe dies daraus, dass deutliche Mitosen in der Keimzone in den vielen untersuchten Ovarien nur äußerst selten beobachtet wurden (Fig. 3 *mi*).

Die Wachsthumszone (Fig. 2 *Wz*) umfasst alle Eier von der Keimzone bis zur Reifungstheilung. Da im vorliegenden Falle die Keimzone nur einen ganz geringen Bruchtheil des Ovars einnimmt, andererseits die Reifungstheilung sich erst im abgelegten Ei vollzieht, so umfasst die Wachsthumszone fast die ganze Länge von Ovarium und Oviduct.

Da in ihr scharf differenzirte Phasen zu unterscheiden sind, so möchte ich sie in drei Unterabtheilungen oder »Unterzonen« eintheilen, in die Synapsiszone, die Differenzirungszone und in die Wachsthumszone im engeren und eigentlichen Sinne.

Synapsiszone (Fig. 3). Das Auftreten der Synapsis[1] als einer regelmäßigen, räumlich als Zone fixirten Phase der Eibildung bietet besonderes Interesse. Der Chromatinfaden des jungen Eikerns wird — bei Hämatoxylinfärbung — dunkler, kräftiger und unregelmäßiger, als er in der Keimzone erschien. Er zieht sich, bei zunehmender Tingirbarkeit, mehr und mehr nach einem Kernpol hin zusammen, wo er zuletzt als homogene sehr dunkle Masse liegt. Während früher ein Nucleolus im Centrum des Kerns zu finden war, ist jetzt ein unverändert blasser Nucleolus an dem dem Synapsisknoten gegenüberliegenden Kernpol sichtbar.

Dieses eigentliche Synapsisstadium nimmt eine Zone von ca. 1—4 Zellschichten des Ovarialschlauches ein (Fig. 3). Schneller oder langsamer, wohl je nach der Intensität der Eibildung und -Ablage, löst sich der Chromatinfaden wieder aus dem Synapsisknoten.

---

[1] Der Name »Synapsis« rührt von Moore (20) her und ist von ihm und anderen Forschern für jene eigenthümliche Zusammenballung des Chromatins an einem Kernpol, wie sie bei der Samen- und Eibildung verschiedener Formen beobachtet wurde, in neuester Zeit häufiger angewandt worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dieser wird lockerer und lockerer, im Kerncentrum tritt wieder ein Nucleolus hervor und fast gleichzeitig mit dieser Entfaltung des Synapsisknotens segmentirt sich der Chromatinfaden in zwölf Chromosomen.

Differenzirungszone. Das führt uns zum zweiten Unterabschnitt der Wachsthumszone (Fig. 2, 3 *dz*), in welchem die Differenzirung von Eizellen und Nährzellen hervortritt. Aus der Synapsiszone gehen zweierlei Zellen hervor, die eine Hälfte wird zu Eizellen, die andere zu Nährzellen. Diese Zone umfasst die nächsten, wenigen Zellfolgen nach der Synapsis: wir finden hier in einigen Zellen zunächst kugelförmige (Fig. 3 *Nz*), in anderen stabförmige Chromosomen (Fig. 3 *Ez*); in den ersteren, den Nährzellen, verschwindet der Nucleolus und zertheilen sich die dunklen Chromatinkugeln, in den letzteren, den Eizellen, vergrößert sich der Nucleolus und verlängern sich die blasseren Chromatinfäden.

Wachsthumszone. Ist diese Differenzirung in allen Zellen vollzogen, so sind wir zu der eigentlichen Wachsthumszone gelangt. In dieser sind die weiteren Veränderungen der Nährzellen und Eizellen gesondert zu betrachten.

Die Nährzelle wächst während der ganzen Zone nicht wesentlich, sondern der Kern und besonders der ganz geringe Zellleib behalten ihren Umfang bei, bis die Zelle am Ende des Ovariums, zur Zeit, wenn die Eizelle sich mit einer Schale umgiebt, zerfällt. Im Oviduct treten daher keine Nährzellen mehr auf.

Ihr Chromatin erscheint von Anfang bis zu Ende tief dunkel tingirt. Die Zahl der Chromosomen scheint die Normalzahl 12 überschreiten zu können, — eine »Hyperchromatose«, wie sie von degenerirenden Zellen (in Carcinomen etc.) des öftern beschrieben worden ist. Sogleich nachdem die kugeligen Chromosomen gebildet sind, erleiden sie eine interessante Veränderung, indem sie zunächst zu Doppelkugeln oder kurzen Doppelstäbchen (Dyaden), sodann zu deutlichen Vierergruppen (Tetraden) (Fig. 3 *d*, *t*) werden. Auch die Tetradenformation, welche mit derjenigen der Dyaden häufig in demselben Kern zugleich auftritt, geht sehr bald, meist schon in der nächsten Zellfolge des Ovariums, in weiteren Zerfall. Dabei sieht man ähnliche Sternfiguren (Fig. 3 *st*) entstehen, wie sie vom Rath (24) in Drüsenzellen von Anilocra beschrieben hat. Endlich sind statt der zwölf Chromatin-Kugeln, -Dyaden, -Tetraden, eben so viel Chromatin-Komplexe vorhanden. Diese körnigen Komplexe werden dunkler, dichter und größer und schließen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich mehr und mehr zusammen. Schließlich kann das Chromatin eine amorphe, tiefdunkle Masse bilden, die den Kern völlig ausfüllt (Fig. 7, 8 *nz*), ohne dass damit jedoch die Veränderungen der Kernsubstanzen stets abgeschlossen wären [1]. Wenigstens zeigt das Chromatin der Nährzellen im weiteren Verlaufe des Eiwachsthums ein eigenthümliches Schwanken im Aussehen, indem es bald mehr bald weniger dicht und dunkel erscheint. Dabei fällt eine Parallele zu dem Verhalten der Eikern-Nucleolen auf. Sind diese in Form eines tiefgefärbten, massiven Kernkörpers vorhanden, so erscheint das Chromatin der zugehörigen Nährzelle stark reducirt (Fig. 6). Ist dagegen die nucleoläre Substanz in Form von feinsten Bläschen oder Körnchen vorhanden oder gar nicht nachweisbar, so ist der Kern der Nährzelle von der tiefdunklen Masse des amorphen Chromatins ganz ausgefüllt (Fig. 7, 8 *nz*).

Eizellen. Die andere Hälfte der Synapsiszellen bildet sich zu den eigentlichen Eizellen um, schon dadurch von den Nährzellen leicht unterscheidbar, dass alsbald in allen ihren Bestandtheilen (Kern, Chromosomen, Nucleolus, Eiplasma) eine wesentliche Vergrößerung eintritt, während gleichzeitig Nucleolus und Chromosomen rasch abblassen. Das Keimbläschen ist in dieser Phase in den meisten Fällen der Zellperipherie angelagert.

Was zunächst das Chromatin der Eizellen anbelangt, so stellen sich die entstandenen Stäbchen oder Fäden an der Kernwandung derart ein, dass sehr oft ein Theil radspeichenartig nach dem Nucleolus hin zu konvergiren scheint (im optischen Querschnitt, Fig. 3). Zugleich werden sie länger, dünner und immer blasser, dabei zuletzt ein wenig geschlängelt (Fig. 3 unten rechts), bis sie nach etwa zehn Zellfolgen dem Auge entschwinden.

Während der ganzen folgenden Wachsthumsperiode sind die Chromosomen unsichtbar, das Chromatin erscheint in Form kleinster Körnchen (Mikrosomen) im Kern und besonders in der Kernperipherie vertheilt. Erst in der Reifungszone, wenn der Zerfall der Kernmembran beginnt, treten wieder distinkte Chromatin-

[1] Claus (8) beschreibt die Nährzellen als »Abortiveier« und erwähnt für dieselben das Vorkommen amitotischer Theilungserscheinungen. Möglicherweise liegen aber auch hier nur die oben beschriebenen Chromatinveränderungen vor, wenigstens erscheint bei meinem Objekt eine wirkliche Theilung der Nährzellenkerne ausgeschlossen. — G. W. Müller (23) beschreibt an marinen Formen Nährzellen, welche aus dem Ovarium austreten und außerhalb derselben sich als »Nährballen« vereinigen. Kerngeschichtliche Details werden nicht angegeben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

elemente in der Form von Schleifen bezw. Doppelschleifen hervor. Diese sind aber relativ viel kleiner, als die während der Differenzirungszone beobachteten Stäbchen und Fäden.

Die übrigen Differenzirungen innerhalb des wachsenden Eies, die Nucleolarsubstanz, der Dotterkern und ein später zu beschreibendes glashelles Bläschen, erfordern gesonderte Betrachtung.

Während der geschilderte blasse, kugelige Nucleolus der Keimzone, Synapsiszone und Differenzirungszone sich stets als einigermaßen gleichförmiges Gebilde darstellt, tritt von nun an eine Mannigfaltigkeit und ein Formenreichthum in der Bildung der Nucleolarsubstanz auf, welcher keiner Regel des Auftretens zu gehorchen scheint. Immerhin können drei Haupttypen unterschieden werden, welche aber natürlich durch Übergänge mit einander verbunden sind:

1) Kugel- oder Brocken-Nucleolen (in der Ein- oder Mehrzahl) (Fig. 5, 6, 9, 11 *a*, *c*, 12, 16, 18, 20).

2) Wurstförmige Nucleolen (in der Ein- oder Mehrzahl) (Fig. 4, 11 *b*, 12—15).

3) Zahllose kleinste Körnchen oder Bläschen (Fig. 2, 7, 8, 16*a*, 17).

Alle drei Typen erscheinen in zwei Modifikationen, nämlich a) massiv, b) vacuolenhaltig bis blasig (z. B. Fig. 9—11).

Eine bestimmte Reihenfolge im Ovar ist nicht festzustellen, nur löst sich meistens, nicht immer, der primäre Nucleolus der Differenzirungszone in Gebilde des Typus 3 auf (Fig. 2); aus diesen Gebilden kann dann eine andere Formation, scheinbar durch Koncentration der feinen Körnchen oder Bläschen, entstehen. Übergänge zwischen den verschiedenen Typen sind stellenweise in neben einander liegenden Eiern zu verfolgen (z. B. Fig. 11), jedoch ist im Allgemeinen in den beiden Ovarien eines Individuums eine gewisse Gleichmäßigkeit im Aussehen der Nucleolen zu beobachten. Diese tritt schon am Toto-Präparat im langen Schenkel des Ovariums hervor. Hier liegen die Eier eines hinter dem anderen (Fig. 1), und es ist oft zu erkennen, dass sie entweder alle einen Kugelnucleolus oder die Würstchen- oder endlich die Körnchenformation zeigen. Typus 3 tritt in dieser Region häufiger nur bei C. reptans auf, während C. incongruens meist konsistentere Gebilde aufweist. Im Übrigen kommen die vorhin erwähnten zwei Modifikationen der drei Typen bei beiden Species in jedem Abschnitt des Ovariums vor, und zwar scheint eine gewisse Periodicität zu herrschen, die wohl mit dem Ernährungszustande des ganzen Ovariums und Thieres zusammenhängt[1] (vgl. Allgem. Theil).

[1] Als Kunstprodukt kann diese Mannigfaltigkeit desshalb nicht gedeutet

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Eben so wie die Nährzellen und Nucleolen in ihrem Aussehen Wechselbeziehungen zeigen, besteht eine gewisse Übereinstimmung im Auftreten der nucleolären Substanz und des sogen. »Dotterkerns« des Cypris-Eies. Hier passt der einheitliche Name »Dotterkern« noch weniger, als für jene Substanz die Bezeichnung »Nucleolus«. Auch hier die Vielheit, Formverschiedenheit und Regellosigkeit des Auftretens. In manchen Eiern sieht man diese dunklen Körper im Zellleib, in anderen, gleichalterigen ist keine Spur zu sehen. Hier erscheint ein Dotterkern in Gestalt einer Kappe, die dem Kern dicht anliegt (Fig. 5, 7, 10), dort in Form von zahlreichen, im Cytoplasma vertheilten Brocken (Fig. 2, 6), meistens sieht er massiv und amorph aus (Fig. 5—7, 9), oft jedoch auch blasig, hohl, wie mit Flüssigkeit gefüllt (Fig. 10). Häufig gleicht der Dotterkern in Aussehen und Färbung vollkommen der Nucleolarsubstanz des betreffenden Eikerns (Fig. 5, 10), dann wieder sieht er nur wie eine Verdichtung des Cytoplasmas aus (Fig. 9).

Ein »Dotterkern« tritt auf von Beginn des Wachsthums der Eizelle, wenn Chromatin und Nucleolus sich aufzulösen scheinen (Fig. 2, 3), bis zum Verschwinden der Kernmembran des reifen Eies, wenn man wenigstens die zahlreichen dunklen Flecke, die oft im Dotter desselben erscheinen, als »Dotterkern«-Substanz auffassen will. Zwischendurch scheinen diese tingirbaren Differenzirungen im Cytoplasma oftmals zu verschwinden und wieder aufzutauchen.

Gegenüber dieser Labilität im Auftreten sowohl des Chromatins, als auch der Nucleolus- und Dotterkern-Substanz besitzt das wachsende Cypris-Ei nun auch ein konstantes Gebilde in Gestalt eines im Kern auftretenden glashellen Bläschens, das ich, um Verwechslungen mit allerlei anderen »Bläschen« des Eikerns zu vermeiden, als »Vesicula (vitrea)« vorläufig bezeichnen will. Es tritt zugleich mit dem ersten Dotterkern auf und verschwindet in demselben Augenblick, in dem die Kernmembran sich auflöst (Fig. 3 *, 4—18 *v*). Die Vesicula ist außer durch ihre Konstanz, gegenüber den Nucleolen und Chromosomen, noch dadurch charakterisirt, dass sie keinerlei Färbung[1] annimmt, sondern stets als glasheller, scharf

werden, weil sie bei verschiedenen Reagentien und Färbungen (z. B. Pikrokarmin, Hämatoxylin-Safranin und Eisenhämatoxylin) in derselben Weise auftritt und auf einem Präparat oft sämmtliche Typen neben einander vertreten sind.

[1] Nur wenn mit Eisenhämatoxylin so stark überfärbt wurde, dass z. B. der Dotter reifer Eier total schwarz wird, nimmt die Vesicula einen schwarzen Wandbelag an (Fig. 12 *b*). Sonst wurde die Erscheinung weder durch die Heidenhain'sche Methode, noch durch lange Einwirkung von Hämatoxylin noch auch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kontourirter Körper, in der Einzahl, der Kernwand anliegt. Sie zeigt gewisse Größenunterschiede auch in gleichalterigen Eiern, wobei sich Maximum und Minimum der Ausdehnung etwa wie 2 : 1 verhalten (Fig. 5 etc.). Zur Zeit, wenn die Kernmembran zu schrumpfen beginnt (Fig. 15—18), zeigt auch die Membran der Vesicula ein weniger pralles und scharf kontourirtes Aussehen. Alle diese Beobachtungen lassen vielleicht auf eine endonucleäre Vacuole schließen, die mit Flüssigkeit gefüllt und möglicherweise kontraktil ist. Gegen die zunächst nahe liegende Vermuthung, dass es sich um ein Centrosoma handele, spricht sowohl Habitus und Verhalten, als auch besonders die Nichtfärbbarkeit. Die Möglichkeit, dass die Vesicula lediglich ein Fetttropfen sei, wurde dadurch ausgeschlossen, dass auf Osmium-Behandlung keine Schwärzung erfolgte.

b. Das abgelegte Ei.

Das Ei wird abgelegt, wenn die Kernmembran sich aufgelöst und der bis zu diesem Augenblick helle Kerninhalt sich zu einem dunkel tingirbaren, amöboiden Körper kontrahirt hat. Nur unter pathologischen Verhältnissen, wenn die Eiablage verhindert wurde, findet die Reifungstheilung im Oviduct statt (Fig. 21 *a*, *b*).

Anlage der Richtungsspindel. Der amöboide Kern des abgelegten Eies rückt an die Peripherie und nimmt hier die Gestalt einer vielpoligen Spindel[1] an (Fig. 22, 23, 24). Jetzt werden die Chromosomen wieder distinkter, während sie zur Zeit der Wanderung des Kerns an die Peripherie schwer von einander zu trennen waren. Auch eine Längsspaltung der kurzen Stäbchen kann man, wenigstens bei C. reptans, in günstigen Fällen erkennen. Die größte Achse der vielpoligen Spindel steht tangential zum Ei, eben so die daraus hervorgehende fertige Richtungsspindel (Fig. 25). Diese hat eine sehr regelmäßige elliptische Form, Sphären sind gar nicht, oder nur in Spuren (Fig. 25) nachzuweisen. Ein Centrosoma wurde niemals beobachtet. Die kugligen Chromosomen sind in einem Kreise angeordnet (Fig. 26) und lassen, namentlich bei Polansicht, die Zwölfzahl häufig erkennen. Sie haben Körnchen- oder Stäbchenform, dagegen ist von einer Bildung von Vierergruppen nichts zu erkennen.

durch Anwendung von Häm.-Safranin oder Häm.-Safr.-Orange-Färbung abgeändert.

[1] Diese Figuration erinnert sehr an die pluripolaren Richtungsspindeln, wie sie theils als Übergangsformen, theils als definitive Spindelfiguren u. a. für Ascaris, Cyclops, Heterocope, ferner auch z. B. für Equisetum (Osterhout) beschrieben und von Häcker (14) zusammengestellt sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Spindel führt nun eine Drehung um 90° aus, so zwar, dass sie in eine genau radiäre Stellung zu liegen kommt (Fig. 27). Jetzt treten in der Aquatorialplatte Schleifenchromosomen auf und die Metakinese beginnt (Fig. 28). Sie führt sehr rasch zu einem Dyaster (Fig. 29). Die Schleifen scheinen sich jetzt wieder stark zu verkürzen, sie bilden zwei Polplatten, deren sehr charakteristische Form in Fig. 30 wiedergegeben ist. In der Polansicht kann man in diesem Stadium bei verschiedener Einstellung die zwölf Chromatinelemente jeder Platte unterscheiden (Fig. 30). Diese Polplatten-Figuration findet man sehr häufig, sie dauert demnach sehr lange an, während Metakinese und die Vorphasen der Aquatorialplatte sehr schnell zu verlaufen scheinen. Letztere selbst erfordert ebenfalls eine ziemlich lange Zeit. Bemerkenswerth bei dem Verlauf der Reifungstheilung ist außer dem Formwechsel der Chromosomen besonders der Umstand, dass die »achromatische« Substanz stets dieselbe tiefblaue Färbung zeigt, wie der amöboide Kern, aus dem sie hervorgeht. Spindelfasern treten deutlich nur während der Metakinese (Fig. 27—29) hervor.

Bildung des Richtungskörpers. Die innere Polplatte tritt nun als Furchungskern in die Mitte des Eies, während die äußere Chromatinplatte an der Eiperipherie mitsammt der Hauptmasse des »Achromatins« liegen bleibt (Fig. 32).

Dieser periphere Rest der Richtungsspindel geht in die Bildung der Richtungszelle ein, welche sich nachträglich vom Eiplasma abgrenzt.

Das weitere Schicksal der Richtungszelle ist in mehrfacher Hinsicht interessant. Zunächst bleibt sie entweder der Schale angedrückt (Fig. 33, 34, 35), oder erscheint vom Dotter des Eies rings umschlossen (Fig. 39 *a*) — Zelle in Zelle! Stets macht sie einen sehr lebenskräftigen Eindruck; sie theilt sich auch meistens alsbald in zwei Zellen, jedoch ist der Zeitpunkt dieser Theilung ziemlich verschieden. Dieselbe kann sich während der ersten Furchung vollziehen, andererseits findet man aber auch noch später ungetheilte Richtungskörper, ja sogar im XVI-Zellenstadium noch (Fig. 46). Ob die Theilung ganz ausbleiben kann, ließ sich nicht entscheiden. Sie verläuft nicht mitotisch, ist aber auch von der eigentlichen Amitose dadurch unterschieden, dass das Chromatin sich vor der Durchschnürung des Kerns an den beiden Polen koncentrirt. Das Verhältnis zwischen Kerntheilung und Zelltheilung erscheint etwas ungeordnet: meist findet man zwei scharf getrennte Zellen, deren jede einen Kern enthält

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(Fig. 45, 47, 50), in anderen Fällen sind die beiden Kerne in einer einzigen Zelle eingeschlossen (Fig. 44 z. B.). Ganz merkwürdig ist aber das Bild Fig. 36, das einem späteren Furchungsstadium entnommen ist. Eine größere und eine kleinere Zelle liegen neben einander, in der größeren liegen zwei verschieden große Kerne.

Es hat den Anschein, als ob der Reiz zur Theilung der Richtungszelle durch Druckverhältnisse ausgelöst würde, dadurch würde sich die zeitliche Verschiedenheit vielleicht erklären.

Während der Umwälzungen, welche die Furchung mit sich bringt, wird der Richtungskörper bald hier-, bald dorthin gedrückt, wo gerade am meisten Platz ist. Wir finden die Richtungszellen daher in den Furchen eingekeilt, entweder an der Peripherie (Fig. 40, 41, 45) oder im Inneren des Eies (Fig. 43, 44, 46). Es kann dabei zu einer Trennung der beiden Tochterzellen des Richtungskörpers kommen, indem z. B. die eine an der Peripherie liegen bleibt, die andere in die sich bildende Blastodermhöhle rückt (Fig. 47). Später sieht man den Richtungskörper, nun oftmals schon schrumpfend, an der inneren Seite der Blastodermzellen liegen (Fig. 48). Noch später findet man ihn oft im centralen Theil des Dotters liegen (in Fig. 50 noch frisch, in Fig. 52*a* in Auflösung begriffen). Wenn das Entoderm eingewandert ist, sieht man nichts mehr von diesem Gebilde.

Furchung. Die Bildung eines zweiten Richtungskörpers oder auch nur die Anlage zu einem solchen (vgl. die Befunde Brauer's [3] bei Artemia) wurde bei C. reptans und C. incongruens nie bemerkt.

Vielmehr bildet sich die centrale Polplatte der (ersten) Richtungsspindel unmittelbar zum Furchungskern um, indem sie zugleich in das Eicentrum rückt.

Es entsteht sehr schnell ein großes Kernbläschen, das alsbald an zwei gegenüberliegenden Polen Strahlungen zeigt (Fig. 37). Die zwölf Chromosomen der Polplatte haben sich in einen sehr feinen, der Peripherie des Kerns in zahlreichen Windungen anliegenden Faden umgebildet. Daneben sind blasse Nucleolen stellenweise sichtbar.

Aus diesem primären Furchungskern geht nun also ohne Weiteres die erste Furchungsspindel des parthenogenetischen Cypris-Eies hervor (Fig. 38, 39). Bei der Polansicht der Aquatorialplatte unterscheidet man zwölf kurze Chromatinschleifen (Fig. 39*a*); die Spindel zeigt sternförmige Sphären mit einem blassen, kugligen Körper im Centrum (Fig. 39*b*), welchen man vielleicht als »Centrosoma« ansprechen könnte. Vermuthlich schließt dieses große Gebilde noch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein — winziges — »Centralkorn« ein, das sich jedoch bei den angewandten Reagentien und Färbmitteln nicht sicher nachweisen ließ.

Die Kerne des Zweizellenstadiums (Fig. 40) zeigen genau den Habitus des primären Eikerns: Nucleolen und Rhizopoden- ähnliche Strahlungen treten auch hier, wie bei dem letzteren, auf. Bei der zweiten Furchungstheilung (Fig. 41, 42) tritt eine zeitliche Differenz zwischen beiden Blastomeren auf (Fig. 42). Während die eine Zelle (α) schon die Metakinese aufweist, verharrt die Spindel der anderen Blastomere (β) noch im Stadium der Aquatorialplatte. Die Kerne des IV-Zellen-, VIII-Zellen- und XVI-Zellenstadiums (Fig. 43—46) weichen in ihrem Habitus während der Ruhephase von den Kernen des I- und II-Zellenstadiums ab, indem keine Nucleolen mehr auftreten und die Sphären feinstrahliger und regelmäßiger erscheinen.

In den weiteren Ruhestadien werden die ruhenden Kerne immer kleiner und dunkler, die Chromatinstruktur tritt weniger deutlich hervor und bei der Theilung erscheinen die Sphären verwaschener. Erst bei der Einwanderung der Entodermanlage tritt wieder ein Kern, der der »zurückbleibenden Zelle« (Fig. 52 *zz*) durch seine Größe und sein deutliches, parallelfädiges Spirem hervor.

Sehr auffällig tritt in diesem Verhalten die Ähnlichkeit der Eientwicklung von Cypris mit der von Copepoden, besonders von Cyclops (Häcker 13) hervor. Wenn es aber bei Cyclops möglich ist, eine kontinuirliche Verbindung, eine »Keimbahn« von der ersten Phasendifferenz bis zum Auftreten der Urgenitalzellen festzustellen, so ist dafür das vorliegende Objekt, besonders wegen der Kleinheit der meist wenig distinkten Chromatinelemente, ungeeignet. Auch sind die Keimbahnzellen von Cypris nicht durch besondere Merkmale, etwa durch »Außenkörnchen«, wie sie bei Cyclops vorkommen, oder dergleichen, charakterisirt.

Die Eientwicklung bei Cypris, deren erste Furchungsstadien oben beschrieben wurden, kann durch folgende Punkte gekennzeichnet werden:

1) Die Furchung ist zuerst, etwa bis zum XXII-Zellstadium, total, später mehr und mehr superficiell, indem sich zunächst die Blastodermzellen gegen die centrale, passive Dottermasse abgrenzen (Fig. 48), sodann ihre Kerne sich unter Verwischung der Zellkontouren der Oberfläche anlagern (Fig. 50 etc.).

2) Vom Furchungsstadium II—IV an tritt Phasendifferenz auf; schon bei diesem Theilungsschritt bleibt stellenweise die eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Blastomere deutlich hinter der andern zurück (Fig. 42 α, β), wie dies bei Cyclops die Regel ist. Weiterhin im Verlauf des XVI-, XXXII-, LXIV-Zellenstadiums, sieht man die Kerne der einen Eihälfte im Ruhestadium, während diejenigen der anderen Mitosen zeigen (Fig. 46—48). In einem etwas älteren Ei sieht man sodann diese Mitosen auf wenige Zellen des einen — vegetativen und ventralen — Eipols beschränkt. Diese Zellen stellen nunmehr die Entodermanlage dar: sie sind größer als die übrigen Blastodermzellen und zeigen allein noch scharfe Zellgrenzen (Fig. 49—51). Daneben fällt die symmetrische Gruppirung dieser Anlage auf, Fig. 50 z. B. zeigt eine Zelle in beginnender Einschnürung, die von zwei Dyasteren flankirt wird, deren Theilungsachsen auf der ihrigen senkrecht stehen.

3) Von diesem Eipol aus geschieht die Einwanderung der Entodermelemente unter fortwährender Mitosenbildung, ohne eigentliche Gastrulation. Dabei fällt eine Zelle auf, deren Kern ein außerordentlich großes, parallelfädiges Spirem zeigt (Fig. 52*a*, *b* »*zz*«). Dieses Spirem zeigt genau den Habitus der Spireme der früheren Furchungsstadien (Fig. 43, 45, 46).

4) Wenn die Einwanderung der Entodermelemente vollzogen ist, erhalten wir das »Dauerstadium« des Cypris-Eies. In Fig. 53 ist dasselbe noch nicht ganz erreicht. Man sieht noch Zellgrenzen zwischen den großen Kernen der eingewanderten Zellen, und es sind noch einige Mitosen im Gange. Wenn diese vollendet sind, so schwinden die Zellabgrenzungen und es sind nur kleinere periphere Ektoderm-Kerne und größere centrale Entoderm-Kerne zu unterscheiden. Eine Differenzirung von Mesodermalelementen oder Urgeschlechtszellen wurde hier nicht mit Sicherheit beobachtet. In diesem Stadium verharrt das Ei einige Zeit: es ist das Ruhestadium, in dem, wie es scheint, regelmäßig Austrocknung und Winterkälte überstanden werden, ganz ähnlich, wie es bei den Dauereiern der Daphniden beobachtet worden ist (Häcker, 11). Aber auch wenn die Entwicklung ohne eigentliche Ruhepause fortgesetzt wird, dauert dieses Stadium länger, als die Gesammtheit der vorhergegangenen Furchungstheilungen erfordert.

5) Als weiterer Punkt ist der Charakteristik der Cypris-Eientwicklung hinzuzufügen, dass die Mitosen der Furchungsschritte bis zum XXXII-Zellen-Stadium deutliche Heterotypie (eben so wie bei Cyclops) zeigen. Dieser Theilungsmodus ist charakterisirt durch die Art der Spireme, welche aus lockeren, parallel verlaufenden, keine Spur von Längsspaltung zeigenden Schleifen bestehen, ferner durch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den lange währenden Zusammenhang aller oder einiger Kernschleifen in der Metakinese, endlich durch das häufige Auftreten der Klammer- ({-) und Ringfiguren.

Die Heterotypie nimmt mit dem Fortschreiten der Furchung ab, dann jedoch deutet wieder das Spirem der »*zz*« (Fig. 52) auf Heterotypie hin, ein Verhalten, das ganz überraschend an die Befunde bei Cyclops erinnert, wo bei dem Auftreten der »Stammzelle« der Urgenitalzellen ebenfalls wiederum die Heterotypie deutlich hervortritt.

Bei einem Rückblick auf die Furchung des Cypris-Eies fallen, wie wir nun zusammenfassen und ergänzen können, folgende Parallelen zu der Furchung bei Cyclops[1] auf:

1) Der Modus der Furchung ist bei Cypris und Cyclops zuerst total, sodann superficiell.

2) Die Sphären zeigen auffallende Ähnlichkeit, das Centrosoma ist in beiden Fällen nicht in typischer Form nachweisbar.

3) Die Zahl der Chromosomen ist in beiden Fällen während der ersten Furchungsstadien dieselbe, nämlich 12, wobei allerdings zu bemerken ist, dass die Zahl 12 (bezw. 24 in somatischen Zellen) im Thierreich bei Weitem die verbreitetste ist.

4) Das Aussehen der Kerne und Spindeln stimmt vielfach überein, insbesondere zeichnen sich die frühen Spiremstadien in beiden Fällen durch ihre Größe und Parallelfädigkeit aus (z. B. Fig. 43, 45 verglichen mit [13], Taf. IV, Fig. 8, 9). Natürlich fällt bei Cypris die »Doppelkernigkeit« des geschlechtlichen Cyclops-Eies fort.

5) Es tritt vom II—IV-Zellenstadium an in beiden Fällen Phasendifferenz auf und zwar annähernd im nämlichen Grade (Fig. 42, 46, 47, 48, verglichen mit [13], Fig. 6, 17—20). Die Zellen der Entodermanlage zeichnen sich durch ihre Größe, Symmetrie und dadurch aus, dass ihre Kerne während der Ruhe der übrigen Kerne in Mitose sind (Fig. 49, 50, verglichen mit [13], Fig. 23—27).

6) Eben so wie bei Cyclops sich späterhin gewisse Zellen (die »Stammzelle« und Urgenitalzellen) durch die Größe ihres Kerns und die Heterotypie ihres Theilungsverlaufs in auffallender Weise gegenüber den anderen hervorheben, so tritt auch bei Cypris die »zurückbleibende Zelle«, wie oben angegeben wurde, in charakteristischer

---

[1] Man vergleiche die verschiedenen Stadien bei Häcker (13) Taf. IV u. V.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Weise hervor (Fig. 52*a*, *b*, verglichen mit [13] Fig. 26—31). Eine genaue Homologisirung der beiden Erscheinungen ist jedoch nicht ohne Weiteres möglich, schon desshalb, weil der Verlauf der Entodermbildung in beiden Fällen nicht der gleiche ist.

Überhaupt würde ich auf diese Parallelen, denen natürlich auch Verschiedenheiten gegenüber stehen, nicht so genau eingegangen sein, wenn nicht neben der Eientwicklung auch die Eibildung im Ovarium der Copepoden auffällig an diejenige bei Cypris erinnerte. Diese Ähnlichkeit tritt besonders bei Canthocamptus (Häcker, 12) hervor. Wenn man die betreffenden Bilder (Fig. 2, 3, verglichen mit [12] Taf. XVI, Fig. 1, 1′, 3*d*, 3*e*) vergleicht, so fällt neben der allgemeinen Ähnlichkeit im Habitus vor Allem auf, dass auch bei Canthocamptus an der gleichen Stelle wie bei Cypris eine Synapsiszone aufzutreten scheint. Das Zusammenballen des Chromatins ist hier zwar nicht ganz so weitgehend, der Synapsisknoten erscheint lockerer als im vorliegenden Falle.

Auch die Vertheilung der kleineren Nährzellen zwischen den Eiern ist ähnlich, was im Hinblick auf die ganz andere Anordnung der Nährzellen z. B. bei Daphniden (Weismann, 26) von besonderem Interesse ist.

Endlich ist die Zahl der Chromosomen (12) wie oben für die Eientwicklung von Cypris und Cyclops hervorgehoben wurde, auch in der Eibildung von Cypris und Canthocamptus die nämliche[1].

Theoretischer Theil.

Die im Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen über Eigeschichte der Cypriden dürften in einigen Punkten geeignet sein, bei der Erörterung gewisser kerngeschichtlicher Fragen herangezogen zu werden. Ich möchte zu diesem Zwecke, und um zugleich eine Deutung der betreffenden Erscheinungen anzubahnen, vier Punkte herausgreifen, nämlich 1) die Synapsis, 2) die Vierergruppen der Nährzellenkerne, 3) die Nucleolarsubstanz und 4) den Dotterkern.

[1] Diese Parallelen in der Eigeschichte der Copepoden und Ostrakoden stehen in eigenthümlichem Widerspruch zu den Vorstellungen, welche man sich auf Grund der Morphologie und Entwicklungsgeschichte von den Verwandtschaftsbeziehungen resp. dem Stammbaum der Entomostraken macht. Nach diesen würden die Ostrakoden den Copepoden sehr fern, den Phyllopoden, deren Eigeschichte von der ihrigen erheblich abweicht, verhältnismäßig sehr nahe stehen (vgl. Korschelt und Heider, 16 und die neuere Arbeit von Grobben, 10).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1. Was bedeutet die Synapsiszone?

Die von Moore als Synapsis bezeichnete Erscheinung (Fig. 2, 3 *sz*), also das excentrische Zusammenballen des Chromatins, ist von den verschiedenen Autoren in verschiedener Weise ausgelegt worden.

Moore (20) selbst hat auf Grund von Befunden an pflanzlichen und thierischen Objekten (Lilium, Salamandra u. a.) die Synapsis mit Reduktionsvorgängen in Beziehung gebracht, Brauer (4) betrachtet die Synapsis in den Spermatocyten von Ascaris als ein eigentliches Vorstadium der Reifungstheilung, Häcker (12) endlich, welcher sie im Ovarium von Canthocamptus in Verbindung mit Mitosen (Äquatorialplatten) beobachtet hat, hielt die Bilder für die Dispireme der letzten Ureiertheilung.

Weder die vorigen noch auch die letztgenannte Auffassung scheint mir unmittelbar auf die Synapsis-Zone des Cypris-Eies zu passen. Von »Reduktion« ist nicht die geringste Andeutung vorhanden, von der Reifungstheilung sind die Eier noch durch eine lange Phase getrennt, in der das Chromatin kaum sichtbar ist und gegen die Auffassung als Dispireme spricht dies excentrische Zusammenballen zu einem massiven Ballen bei deutlich vorhandenem Nucleolus, sowie das Vorhandensein aller Übergänge aus einem lockeren, hellen Fadenknäuel in die Synapsis und aus ihr in die segmentirten Chromosome.

Gleichwohl scheint auch die Synapsis des Cypris-Ovars mit einer Theilung in Verbindung zu stehen, welche jedoch nicht mehr, wie dies Häcker für Canthocamptus annimmt, zur Durchführung kommt, sondern vielleicht eine unterdrückte mitotische Theilung darstellt.

Ganz abgesehen von dem Vergleich mit Canthocamptus spricht für eine Auffassung der Cypris-Synapsis als degenerirter Mitose, dass die Eier sogleich nach dieser Zone vorübergehend — zum ersten Male —, die Segmentirung des Chromatinfadens in Chromosomen zeigen (Fig. 2, 3). Zum zweiten Male treten die Chromosomen vor der Bildung der Richtungsspindel, in offenbarem Zusammenhang mit der folgenden mitotischen Theilung, auf. Da nun überhaupt die Segmentirung des Kernfadens, die Bildung von Chromosomen wohl den Zweck hat, eine mitotische Theilung zu ermöglichen, so glaube ich vermuthen zu dürfen, dass, wie das zweite, auch das erste In-Erscheinung-Treten der Chromosomen nach der Synapsis auf eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Theilung hindeutet. Diese Mitose wird aber nicht durchgeführt, die Synapsis ist nur ein Anlauf zu einer solchen.

Dafür, dass aber diesem rudimentären Theilungsvorgang doch noch eine gewisse Bedeutung zukommt, spricht außer dem Auftreten der Chromatinsegmente vor Allem das regelmäßige Erscheinen der Synapsis in Form einer markirten Zone und die unmittelbar folgenden Veränderungen im Ovarium: 1) Die Eizellen differenziren sich von den Nährzellen (wie 1 : 1). 2) Die Eizellen beginnen zu wachsen und Cytoplasma »anzusetzen«. Ob nun dieses post hoc in Bezug auf die Synapsis-Phase auch ein propter hoc darstellt, muss natürlich vorläufig dahingestellt bleiben.

2. Das Auftreten von Vierergruppen in den Nährzellen.

Diese Erscheinungsform der Chromosomen ist bekanntlich sonst bei den Reifungstheilungen der Spermatogenese und Ovogenese beobachtet worden. Nur ein Fall ist mir bekannt, der an den vorliegenden erinnert. Mewes (19) beobachtete junge Ovocyten von Salamandra maculosa, welche der Degeneration anheimfielen. Diese wurde dadurch eingeleitet, dass das Chromatin ganz ähnliche Tetraden, wie sie bei der Reifungstheilung von Gryllotalpa und Copepoden auftreten, zeigt, die der Autor als »Pseudovierer« bezeichnet und für den verfrühten Anlauf zu einer Richtungskörperbildung hält. Die einzelnen Tetraden zerfallen späterhin ähnlich, wie es oben auch für die vorliegenden Nährzellenkerne beschrieben ist. Ein wesentlicher Unterschied scheint jedoch darin zu bestehen, dass die letzteren nicht einfach zerfallen, sondern sich noch in der ganzen Wachsthumszone an der Ernährung der Eier zu betheiligen scheinen, indem sie die Stoffe der umgebenden Flüssigkeit aufnehmen, assimiliren und an die Eier abgeben.

3. Was bedeutet die Nucleolarsubstanz?

Gegenüber den Auffassungen, welche der Nucleolarsubstanz bei der Bildung der Chromosomen, der achromatischen Substanz oder der Centrosomen eine specielle Rolle zuweisen, scheinen meine Befunde bei Cypris mit großer Deutlichkeit zu Gunsten einer anderen und allgemeineren Anschauung zu sprechen. Nach dieser handelt es sich um Produkte des Stoffwechsels, um Substanzen, welche während der aktiven Thätigkeit des Kerns (Chromatins) in Erscheinung treten und, ohne bei der Bildung obengenannter Zellorgane eine specielle Rolle zu spielen, in gelöster oder ungelöster Form in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das Zellplasma übergehen. Ähnliche Auffassungen wurden in letzter Zeit von einer Reihe von Autoren vertreten.

Häcker (12, 14) erblickt in den Nucleolen ein »Abspaltungsprodukt oder Nebenprodukt« des Stoffwechsels, das »in oder an den Chromatinelementen« zur Abscheidung kommt und als »Kernsekret« dem zufolge bezeichnet wird. Wie die meisten Autoren, unterscheidet er »Hauptnucleolen« und »Nebennucleolen«. Auch Wilson (30) trennt scharf »principal nucleolus« und »accessory nucleoli«, die er als »a passive material«, »directly or indirectly derived from the chromatin« bezeichnet. Ferner schließt sich neuerdings auch Wheeler (29) nach seinen Befunden an Myzostoma im Wesentlichen an Häcker und Wilson an.

Wenn man sich an die oben gegebene Beschreibung der Nucleolen des Cypris-Eies erinnert, so wird wohl zuzugeben sein, dass auch hier die Auffassung, es handle sich lediglich um amorphe, nicht strukturirte »Stoffwechselprodukte«, die nächstliegende ist. Die proteusartige Mannigfaltigkeit und Regellosigkeit in Qualität und Quantität dieser Körnchen, Bläschen, Würstchen, Brocken und Kugeln, ihr Auftreten und Wiederverschwinden würden durch die chemische und psysikalische Labilität der Stoffe zu erklären sein, welche aufgenommen, verändert, abgeschieden und ausgeschieden werden. Die specielle Bedeutung jedoch der einzelnen Nucleolentypen von diesem Standpunkt aus zu erklären, ist einstweilen unmöglich; man kann nur sagen, dass die blasigen und vacuolenhaltigen Nucleolen gegenüber den massiven Gebilden eine weitere Stufe der Umbildung, im Sinne eines Auflösungsprocesses, darzustellen scheinen, wie ja eine ähnliche Ansicht auch schon von Häcker u. A. vertreten wurde.

Im Hinblick auf diese Auffassung der Nucleolarsubstanz als Stoffwechselprodukt sei weiterhin daran erinnert, dass häufig die Eier eines und desselben Ovars, trotz ihres verschiedenen Alters und Volumens, in der ganzen Wachsthumszone eine weitgehende Ähnlichkeit der Nucleolenformen zeigen, indem entweder der Charakter der Kugelnucleolen oder der Würstchenformation oder endlich der feinen Körnchen oder Bläschen vorherrscht, während die Ovarien eines gleichzeitig konservirten und gleich großen Thieres einen anderen Typus zeigen. Man kann daraus wohl den Schluss ziehen, dass der Gesammternährungszustand des Thieres und der Gesammtreifezustand des Ovariums den Stoffwechselprocess im Ei und die Form seiner sichtbaren Niederschläge — vielleicht periodisch — beeinflusst.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vergleichen wir nun die Cypris-Befunde mit den Anschauungen der oben citirten Autoren, so muss neben der allgemeinen Übereinstimmung doch noch Folgendes betont werden: Erstens sprechen die erhaltenen Bilder bei Cypris in keiner Weise für einen direkten Zusammenhang zwischen Chromatin und Nucleolarsubstanz (Wilson [30]: »directly derived«, »a portion of unused chr.«). Zweitens ist es schlechterdings unmöglich, die fast durchweg gemachte Unterscheidung von Haupt- und Nebennucleolen, Makro- und Mikronucleolen, principal und accessory nucleoli u. dergl. aufrecht zu erhalten. Es treten zwar die schönsten »Hauptnucleolen« allein (Fig. 6, 9, 11), oder mit »Nebennucleolen« (Fig. 10), mit Vacuolen (Fig. 11 *a*, *e*; Fig. 9) oder ohne Vacuolen (Fig. 6) auf, aber andererseits finden wir entweder fast gar keine »nucleoläre« Substanz (Fig. 2), oder zahlreiche, gleichartige Würstchen (Fig. 4), oder zahllose Körnchen (Fig. 8) resp. Bläschen (Fig. 7). Von einem principiellen Unterschied von Haupt- und Nebennucleolen nach Gestalt oder gar nach Bedeutung, ist da natürlich keine Rede.

4. Was bedeutet der „Dotterkern"?

Als »Dotterkerne«, »yolk nucleus«, »corps vitellin« etc. scheinen im Allgemeinen zwei ganz verschiedene Erscheinungen beschrieben worden zu sein, nämlich einerseits Gebilde, von denen sich die Centrosomen herleiten sollen, und andererseits »echte Dotterkerne«, welche zu den Ernährungs- und Wachsthumsvorgängen der Zelle in Beziehung gebracht werden.

Um einen solchen eigentlichen Dotterkern handelt es sich offenbar bei Cypris. Eben so wie bei den Nucleolen weist auch hier der große Formwechsel darauf hin, dass es sich um ein nicht strukturirtes Stoffwechselprodukt handelt, während nichts für eine Beziehung zu den Centralkörpern spricht.

Von den vorliegenden Beobachtungen erinnern am meisten die Bilder, die Calkins (5) vom Lumbricus-Ei gegeben hat, an die bei Cypris erhaltenen. Auch bei diesem Objekt liegt ein Dotterkern dem Kern wie eine Kappe an, rückt dann in das Cytoplasma ein und zerfällt hier in Brocken (Fig. 5—11, Fig. 2; cf. Calkins nach Wilson Fig. 61 *A.B.C.* p. 120).

Auch Calkins und Wilson (30) nehmen einen Zusammenhang des Dotterkerns mit dem Stoffwechsel an: »The yolk nucleus supplies certain materials necessary to construktive metabolism« (Wilson p. 121), denken jedoch über die Herkunft dieses Gebildes anders

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

als es mir der Fall zu sein scheint. Während nämlich bei Cypris der Dotterkern offenbar auf das Nächste der Nucleolarsubstanz verwandt[1] ist, kommt Wilson — ähnlich wie in der Nucleolenfrage — zu dem Schluss, dass der »yolk-nucleus is nearly related with chromatin, if not directly derived from it« (p. 121).

Eine andere Frage ist die, wie die Nucleolarsubstanz etwa aus dem Kern in das Cytoplasma gelangt; dass dabei ein eigentlicher Austritt unter Durchbrechung oder vorübergehende Auflösung der Kernmembran stattfände, erscheint zweifelhaft. Wir können vielmehr etwa annehmen, dass die Nucleolarsubstanz in derselben Art durch die Kernmembran hindurchtritt und sich draußen wieder verdichtet, wie die Stärkekörner durch Pflanzenzellen wandern, nämlich durch Umsetzung in eine lösliche Verbindung, die sich nach der diosmotischen Durchwanderung der Membran wieder rekonstruirt.

Freiburg i. B., 14. März 1898.

Litteratur.

1. W. Baird, The Natural History of the British Entomostraca. London 1850.
2. Brady and Norman, A Monograph of the Marine and Freshwater Ostracoda etc. Transact. R. Dublin Society. 1889.
3. A. Brauer, Zur Kenntnis der Reifung des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von Artemia salina. Arch. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.
4. —— Zur Kenntnis der Spermatogenese von Ascaris megalocephala. Arch. mikr. Anat. Bd. XLII. 1893.
5. G. N. Calkins, Observations on the Yolk-nucleus in the Eggs of Lumbricus. Transact. N. Y. Acad. 1895. June.
6. C. Claus, Zur näheren Kenntnis der Jugendformen von Cypris ovum. Diese Zeitschr. Bd. XV. 1865.
7. —— Beiträge zur Kenntnis der Ostrakoden. I. Entwicklungsgeschichte von Cypris. Marburg, Schriften der Ges. zur Bef. der ges. Naturwissensch. Bd. IX. 1868.
8. —— Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Süßwasser-Ostrakoden. I. Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. X. 1893.

---

[1] Außer der hier dargelegten Meinung, dass der Dotterkern der Nucleolarsubstanz verwandt ist (1), kann man nach Wilson's Ausführungen noch mindestens drei verschiedene Anschauungen über seinen Ursprung unterscheiden. Er entsteht nämlich 2) als autochthones Produkt des Cytoplasmas (Jordan), 3) aus einer Abschnürung des Kerns (Balbiani), 4) aus Chromatin resp. Chromosomen (van Bambeke, Wilson, Calkins u. A.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

9. C. Claus, Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Süßwasser-Ostrakoden. II. Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. XI. 1895.
10. K. Grobben, Zur Kenntnis des Stammbaumes und des Systems der Crustaceen. Sitz.-Ber. Akad. Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. CI. 1892.
11. V. Häcker, Die Entwicklung der Wintereier der Daphniden. Ber. Nat. Ges. Freiburg. Bd. VIII. 1894.
12. —— Die Vorstadien der Eireifung. Arch. mikr. Anat. Bd. XLV. 1895.
13. —— Die Keimbahn von Cyclops. Arch. mikr. Anat. Bd. XLIX. 1897.
14. —— Über weitere Übereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Thiere und Pflanzen. Die Keimmutterzellen. Biol. Centralbl. Bd. XVII. 1897.
15. L. Jurine, Histoire des Monocles etc. Genève 1820.
16. E. Korschelt u. K. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Jena 1890.
17. K. Lampert, Das Leben der Binnengewässer. Heft 5. Leipzig 1897.
18. W. Liljeborg, On de enom Shåne förekommande Crustaceer etc. Lund 1853.
19. Fr. Mewes, Über eigenthümliche mitotische Processe in jungen Ovocyten von Salamandra maculosa. Anat. Anz. Bd. X. 1895.
20. J. E. S. Moore, On the Structural Changes in the Reproductive Cells during the Spermatogenesis of Elasmobranchs. Journ. Micr. Sc. Vol. XXXVIII. 1895.
21. O. F. Müller, Entomostraca, seu Insecta testacea etc. Lipsiae et Havniae 1785.
22. G. W. Müller, Beitrag zur Kenntnis der Fortpflanzung und der Geschlechtsverhältnisse der Ostrakoden etc. Zeitschr. für die ges. Naturwissensch. Halle. Bd. LIII. 1880.
23. —— Die Ostrakoden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora. Bd. XXI. 1894.
24. O. vom Rath, Über den feineren Bau der Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra etc. Diese Zeitschr. Bd. LX. 1895.
25. Vávra, Monographie der Ostrakoden Böhmens. Arch. nat. Landesdurchforschung Böhmens. Bd. VIII. 1891.
26. A. Weismann, Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden. Leipzig 1876—1879.
27. —— Parthenogenese bei den Ostrakoden. Zool. Anz. Bd. III. 1880.
28. —— und C. Ishikawa, Über die Bildung der Richtungskörper bei thierischen Eiern. Ber. Nat. Ges. Freiburg. Bd. III. 1888.
29. W. M. Wheeler, The Maturation, Fecundation and Early Cleavage of Myzostoma glabrum, Leuckart. Arch. de Biol. Vol. XV. 1897.
30. Edm. B. Wilson, The Cell in Development and Inheritance. New York 1896.
31. W. Zenker, Monographie der Ostrakoden. Wiegmann's Arch. f. Naturgesch. Bd. XX. 1854.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX und XX.

Fig. 1. Ovarium und Oviduct in situ gezeichnet. Organisation von Cypris reptans, etwas schematisirt. Extremitäten und Organe der linken Körperhälfte scheinen durch die durchsichtig gedachte Schale hindurch. Linke Schale mit vorderen kurzen und hinteren langen Borsten und Muskeleindrücken (*mu*). In der Schalenduplikatur der Leberschlauch (*l*) und das Ovarium (*ovr*) mit Eiern und Nährzellen, mit Keimzone (*kz*) und Synapsiszone (*sz*). Vor dem Magendarm (*md*) der Oviduct (*ovd*); Eiansammlung im Abdominalskelett (*abd*). Ferner *oe*, Ösophagus; *R*, Reiborgan am Übergang des Ösophagus in den Magendarm; *nb*, Nahrungsballen; *a*, After; *o*, Auge; ad_1 erste, ad_2 zweite Antenne mit Spürborste (*sp.b*); *ol*, Oberlippe mit einem starken Muskel zum Reiborgan; *ul*, Unterlippe, beide mit Chitinzähnen; *md*, Mandibel mit Taster; mx_1, erste Maxille mit gefiederter Athemplatte; mx_2, zweite Maxille; p_1, erster Fuß; p_2, zweiter, nach oben geschlagener (Putz-)Fuß; *Fu*, Furca. Vergrößerung 50 : 1.

Fig. 2. Der kurze Schenkel des Ovariums stärker vergrößert. Zeiss' Hom. Imm. 3,0 mm, Oc. 4. Camerazeichnung 333 : 1. *kz*, Keimzone; *sz*, Synapsiszone; *dz*, Differenzirungszone; *wz*, Wachsthumszone; *D.K*, »Dotterkern«; *, erstes Auftreten der »Vesicula«. Zwischen den Eiern kleinere Nährzellen (*N.Z*).

Die Färbung ist, wie in allen folgenden Figuren (außer Fig. 12 und 13) Hämatoxylin bezw. Hämatoxylin-Safranin.

Fig. 3. Camerazeichnung 667 : 1. Zeiss' Hom. Imm. 3,0 mm, Oc. 8. *kz*, *sz*, *dz*, *wz*, * wie in Fig. 2. *mi*, Mitose in der Keimzone; *Ez*, Eizelle mit Stäbchenchromosomen; *Nz*, Nährzelle mit Kugelchromosomen; *d*, Dyaden; *t*, Tetraden; *st*, Sternformation des Nährzellen-Chromatins; *nu*, Nucleolus. Unten rechts sieht man die Fadenchromosomen des Eies kurz vor dem Verschwinden.

Fig. 4—11. Eier des Ovariums (Wachsthumszone). Zeiss' Hom. Imm. 3,0 mm, Oc. 4. Camerazeichnung 333 : 1.

Fig. 4. Ei mit würstchenförmigen Nucleolen *Nu* und Vesicula *V*.

Fig. 5. Eier mit Nucleolenbrocken, Dotterkern (*D.K*) und Vesicula. Fig. 5*a* zwei zusammenhängende Nucleolen, Vesicula klein, Fig. 5*b* Maximalgröße der Vesicula.

Fig. 6. Zwei Eier mit je einem dunklen Kugelnucleolus, die zugehörigen Nährzellen (*N.Z*) mit blassem Kern.

Fig. 7. Nucleolarsubstanz in Form von blassen, winzigen Bläschen, welche zum Theil zusammenhängen. Die zugehörigen Nährzellen mit sehr dunklem, massigen Chromatin.

Fig. 8. Nucleolarsubstanz in Form blasser Körnchen, Nährzellen wie in Fig. 7. *Deg.Nz*, Nährzelle im Zerfall.

Fig. 9. Blasige Kugelnucleolen.

Fig. 10. Nucleolen und Dotterkern erscheinen gleichartig; letzterer liegt in *b* als blasige Kappe dem Kern an.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 11. Nucleolen blasig, in *b* dabei wurstförmig, in *a* und *c* vacuolenhaltig.

Fig. 12—21. Eier des Oviducts (Reifungszone), von Dotterhaut bezw. Schale umgeben. ZEISS' Hom. Imm. 3,0 mm, Oc. 2. Camerazeichnung 167 : 1.

Fig. 12. Dasselbe Ei. *a* mit Hämatoxylin behandelt, *b* mit Eisenhämatoxylin (nach HEIDENHAIN) nachbehandelt. Nucleolen zum Theil wurst-, zum Theil kugelförmig. Die Vesicula zeigt in *b* schwarzen Wandbelag. *D*, Dotterschollen.

Fig. 13. Ei bei schwächerer Eisenhämatoxylin-Färbung (nach HEIDENHAIN). Vesicula ungefärbt. Wurstförmige Nucleolen kreuzweise gelagert.

Fig. 14. Gewöhnliche Hämatoxylinfärbung. Um den Kern blaugefärbtes Cytoplasma, von den Dotterschollen gesondert.

Fig. 15—21. Eier aus dem letzten Abschnitt des Oviducts, mit ausgebildeter Schale. Die Chromosomen (*Chr*) treten wieder deutlich auf, daneben Nucleolen in verschiedenen Formationen.

Fig. 17. Chromosomen längsgespalten, im Dotter dunkle Flecke (Dotterkernrest?).

Fig. 18. Kernmembran erscheint schlaff, die Vesicula scheint ebenfalls zu schrumpfen.

Fig. 19, 20. Kernmembran und Vesicula geschwunden, der Kerninhalt tingirt und von amöboider Form.

Fig. 21. Pathologisches Auftreten von Richtungsspindelanlage (*a*) und Richtungsspindel (*b*) in überreifen, d. h. abnormerweise im Oviduct zurückgehaltenen Eiern.

Fig. 22—54. Abgelegte Eier. ZEISS' Hom. Imm. 3,0 mm, Oc. 2. Camerazeichnung 167 : 1, in Figg. 24—31, 34—36, 39 Oc. 4, 333 : 1.

Fig. 22. Frisch abgelegtes Ei, amöboider Kern im Centrum.

Fig. 23. Kern rückt an die Peripherie.

Fig. 24. Vorbereitung zur Richtungsspindel (vielpolige Spindel).

Fig. 25. Tangential gestellte Richtungsspindel mit Äquatorialplatte in Seitenansicht. Andeutung von Sphären.

Fig. 26. Polansicht einer solchen (zwölf Chromosomen).

Fig. 27. Radiärstellung der Richtungsspindel.

Fig. 28. Beginn der Metakinese, Chromosomen schleifenförmig.

Fig. 29. Dyaster mit deutlichen Schleifen-Chromosomen.

Fig. 30. Zwei Eier mit typischer Polplatten-Formation der Richtungsspindel.

Fig. 31. Eine Richtungsspindel in dieser Stellung in der Polansicht; bei *a* hohe Einstellung, bei *b* tiefe Einstellung des Objektivs. Man erkennt die Einzelchromosomen.

Fig. 32. Eine Polplatte ist als Furchungskern in das Eicentrum zurückgetreten, der Rest der Richtungsspindel bleibt an der Eiperipherie zurück.

Fig. 33. Dieser Rest der Richtungsspindel hat sich zur Richtungszelle (*R.Z*) umgeformt.

Fig. 34—36. Richtungszelle bei stärkerer Vergrößerung (333 : 1).

Fig. 35. Kern einer solchen in Theilung.

Fig. 36. Abnorm getheilte Richtungszelle aus einem älteren Ei.

Fig. 37. Erster Furchungskern.

Fig. 38. Erste Furchungsspindel.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 39*a*. Dieselbe in Polansicht, Äquatorialplatte *ae*. Richtungszelle (aus einem anderen Schnitt desselben Eies) vom Eidotter umschlossen. Fig. 39*b*, Sphäre aus einem anderen Schnitt desselben Eies.

Fig. 40. II-Zellenstadium.

Fig. 41. II—IV-Zellenstadium.

Fig. 42. Dasselbe in Seitenansicht. Phasendifferenz zwischen Blastomere α und β.

Fig. 43. IV-Zellenstadium.

Fig. 44. IV—VIII-Zellenstadium, die Theilungsachse der oberen Blastomere steht senkrecht auf den Theilungsachsen der unten getroffenen Zellen.

Fig. 45. VIII-Zellenstadium in Oberflächenansicht, Richtungskörper getheilt an der Peripherie.

Fig. 46. XVI-Zellenstadium. Der Richtungskörper liegt ungetheilt im Centrum. Phasendifferenz.

Fig. 47. Weitere Phasendifferenz. Die beiden Richtungszellen getrennt.

Fig. 48. Weitere Phasendifferenz. Blastodermhöhle (*Bl.H*) mit Dotter gefüllt, an ihrer Wandung der Richtungskörper.

Fig. 49. Oberflächenbild desselben Stadiums. Die mit * bezeichnete Zelle bleibt am meisten zurück.

Fig. 50—51. Entodermanlage.

Fig. 52. *a*, das Entoderm rückt unter Mitosenbildung ins Eicentrum ein, dabei tritt die »zurückbleibende Zelle« (*z.z*) auf. *b*, die *z.z* eines anderen Eies stärker vergrößert, von Mitosen flankirt.

Fig. 53. *Ek*, kleine Ektodermkerne; *Ent*, größere Entodermkerne des Ruhestadiums, darin noch einige Mitosen.

Fig. 54. Inficirtes Ei, von Parasiten (Coccidien) ausgefressen. In den Waben eines Gerüstwerkes (*g*) liegen stark tingirbare Zellen (*z*) mit blasigen Kernen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1.

o, R, md, nb, ovd, at1, at2, abd, a, kz, p2, sz, sp.b, mu, ol, oe, ul, md, mx1, mx2, p1, fu, l, ovr

8.

Nu, a, Deg.Nz, NZ, V, b

9.

a, Nu, DK, b

10.

Nu, V, Nu, D.K

11.

V, Nu, a, b, Nu, V, c, Nu

D.K, NZ

Chr, N

15.

V, Nu, a

12.

D, V, b

Chr, Nu, a

16.

Nu, b, V, Chr

20.

13.

D

14.

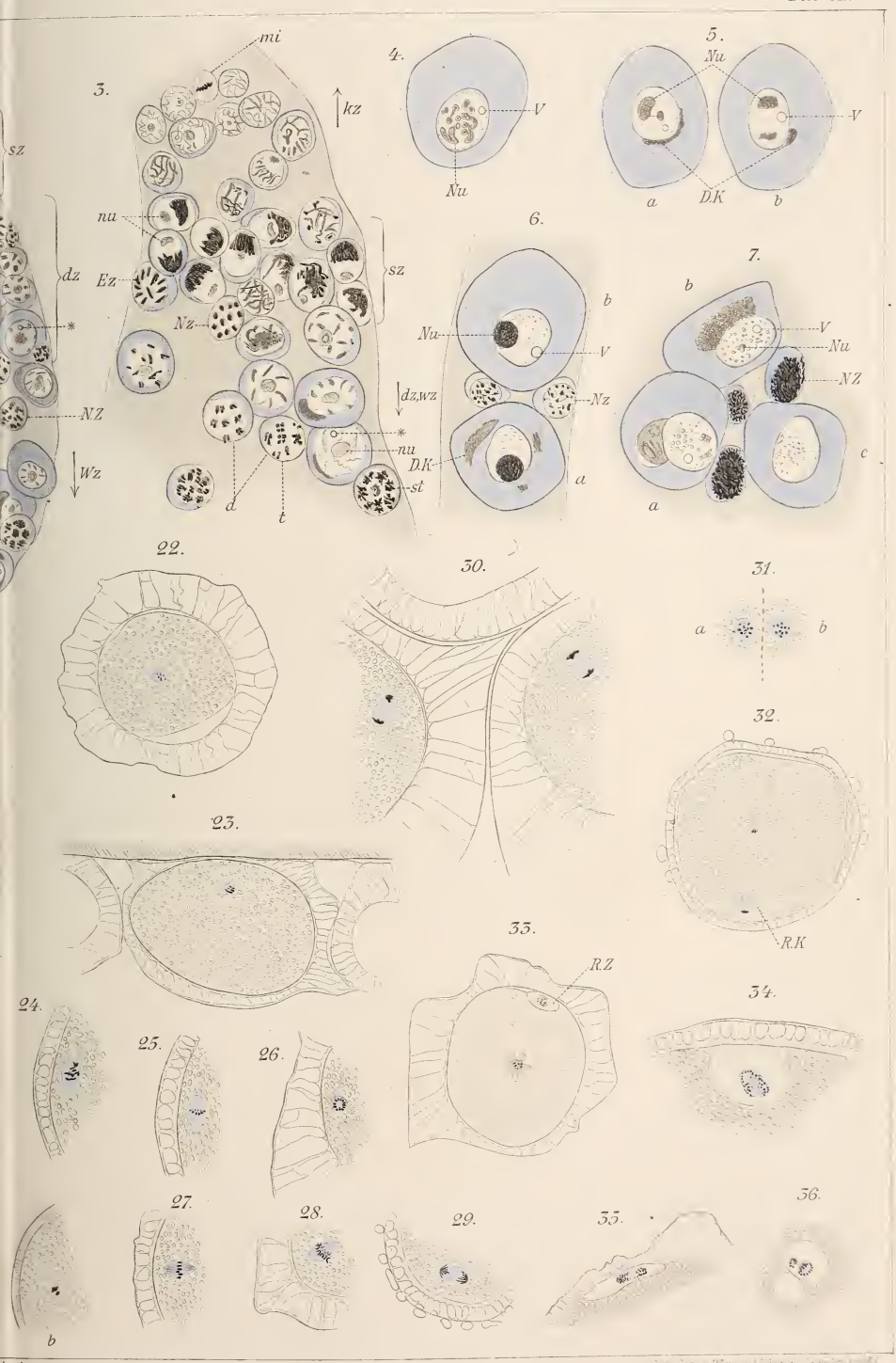
17.

V

18.

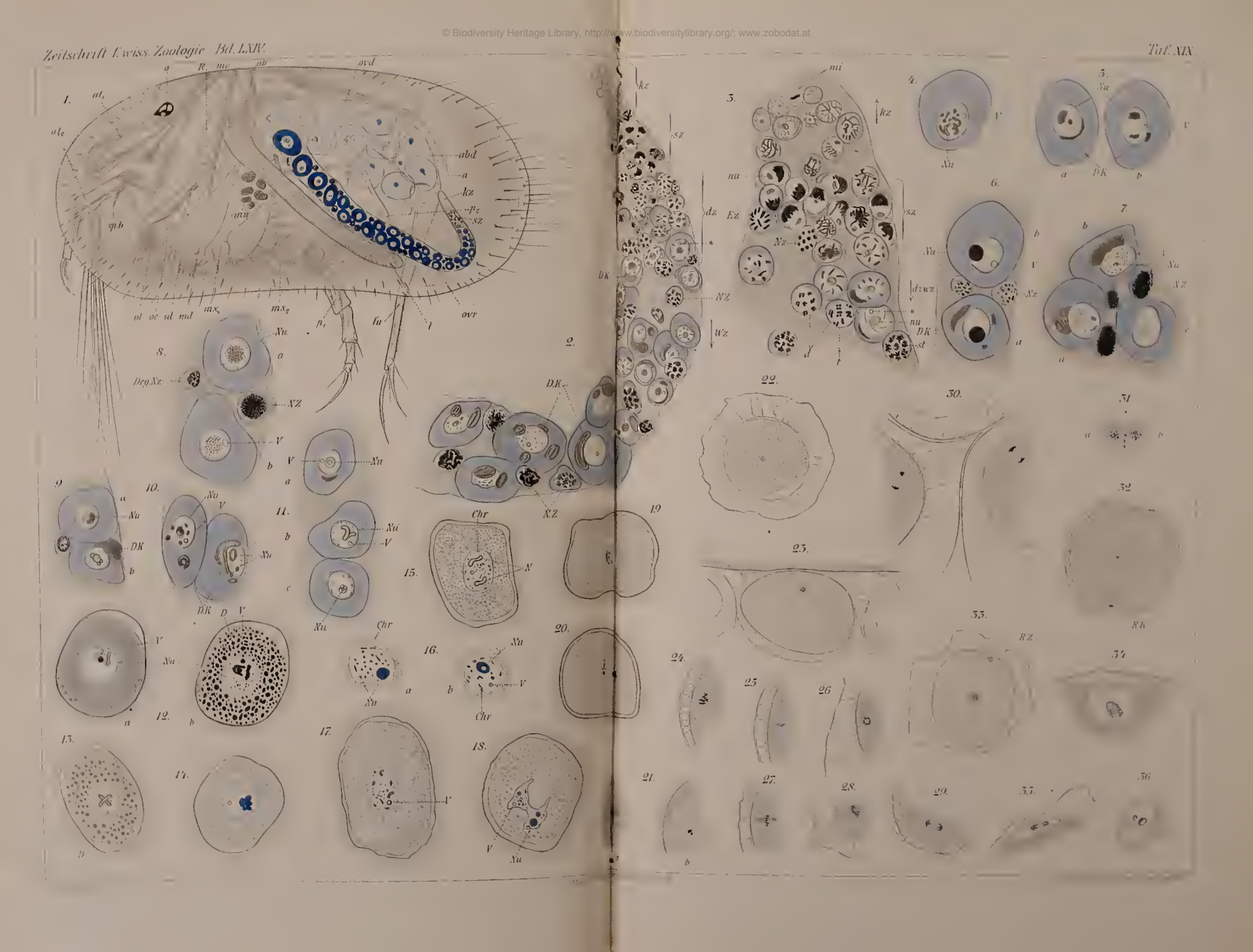
V, Nu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

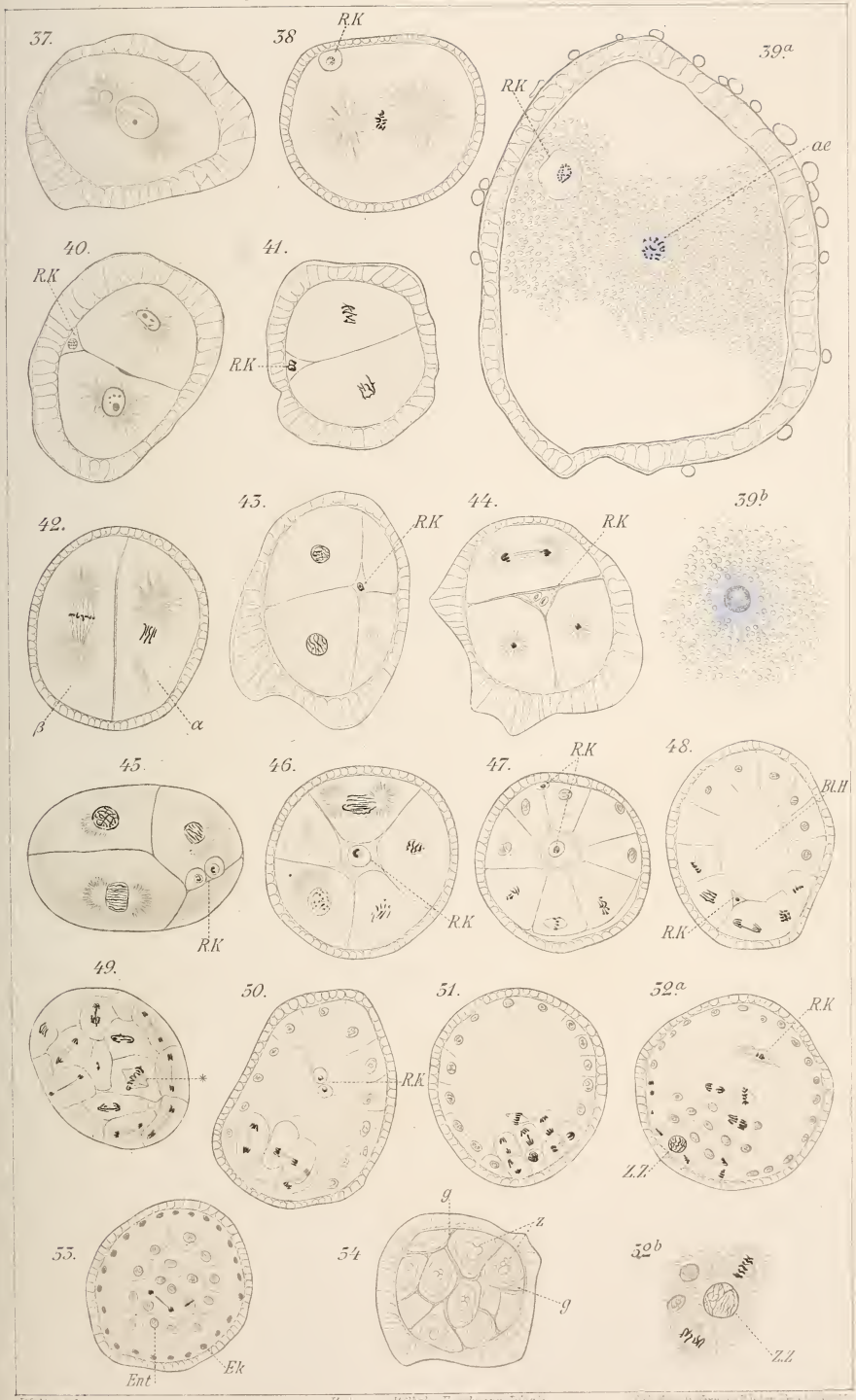


Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Wolterstorff gez. Verlag von Wilh. Engelmann, Leipzig. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 64

Autor(en)/Author(s): Woltereck Richard

Artikel/Article: Zur Bildung und Entwicklung des Ostrakoden-Eies. Kerngeschichtliche und biologische Studien an parthenogenetischen. Cypriden. 596-623