

Untersuchungen über das Verhalten der Nucleolen bei der Eibildung einiger Mollusken und Arachnoïden.

Von

can. rer. nat. **Paul Obst**

aus Berlin.

Mit Tafel XII—XIII und 5 Figuren im Text.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Einleitung.

Mit Untersuchungen über die Ei- und Samenbildung der Pulmonaten beschäftigt, erhielt ich bei Anwendung verschiedener Doppelfärbungen besonders klare Bilder von den eigenthümlichen, aus zweierlei Substanzen zusammengesetzten Nucleolen älterer und jüngerer Eier. Dieselben gaben die Veranlassung, der Entstehung dieser oft sonderbar gestalteten, zweitheiligen Nucleolen nachzuforschen und ihre Umbildung in den einzelnen Stadien der Eibildung zu verfolgen. Im Laufe der Untersuchung wurden dann noch andere Thierformen, vor Allem die Lamellibranchiaten, herangezogen, bei denen bekanntermaßen diese Zweitheiligkeit besonders stark ausgeprägt und schon von einer Reihe von Forschern genau beschrieben worden ist (BISCHOFF, v. HESSLING, LEYDIG, FLEMMING, STAUFFACHER, LIST u. a.). Weiterhin erschien es dann wünschenswerth, auch die Eier verschiedener Araneënen in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen, da sie in mancher Hinsicht ebenfalls ähnliche Verhältnisse aufweisen, nach anderer Richtung allerdings von den genannten Formen auch wieder abweichen. Es ist von entschiedenem Interesse, in zwei so weit von einander entfernten Thiergruppen diese in mancher Beziehung sehr stark übereinstimmenden Vorgänge sich abspielen zu sehen.

Es lag in meiner Absicht, nicht nur die im Folgenden geschilderten Vorgänge der Entstehung und Umbildung der Nucleolen in

den Ovarialeiern zu verfolgen, sondern auch vor Allem die Umwandlungen zu studiren, welche die Nucleolen beim Übergang des Keimbläschens in die erste Richtungsspindel erfahren, um nachzuweisen, welches Schicksal die Nucleolen beim Eintritt in die Eireifung haben, bezw. welche Bedeutung ihnen zukommt. Leider waren meine Bemühungen nach dieser Richtung bisher nicht von großem Erfolg gekrönt. Es gelang mir nicht, die letzten Umbildungen bezw. die Auflösung der Nucleolen zu verfolgen, und nach meinen Erfahrungen muss ich annehmen, dass dieser Vorgang sich außerordentlich rasch vollzieht. Es ist auch bei den von mir untersuchten Formen nicht ganz leicht, sich gerade Eier in den betreffenden Stadien in genügender Menge zu verschaffen. Immerhin vermochte ich in einer Anzahl von Eiern auch nach ihrem Austritt aus der Zwitterdrüse (bei *Limax*) die Nucleolen neben der ersten Richtungsspindel noch nachzuweisen, wovon später die Rede sein wird.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Professor KORSCHOLT für die liebenswürdige Anleitung bei diesen Untersuchungen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Material und Methoden.

Die Untersuchungen wurden zunächst an zwei Pulmonaten, *Helix pomatia* und *Limax maximus*, sowie an einem Lamellibranchiaten, *Unio batavus*, angestellt und später durch Heranziehen einiger Araneinen erweitert. Von Spinnen wurden untersucht: *Epeira diademata*, *Dolomedes fimbriatus*, *Tegenaria domestica* und *Drassus quadripunctatus*. Als Konservierungsmittel benutzte ich bei allen Objekten Sublimat, welches sich für meine Zwecke am brauchbarsten erwies. Andere Konservierungsmittel wie z. B. Chromosmiumessigsäure und Pikrinessigsäure hatten den Nachtheil, dass sie den gewünschten Kontrast der Farben im Präparat weniger stark hervortreten ließen, als dies bei Anwendung der Sublimatlösung der Fall war. Bevor ich die Tinktionsmethoden, welche von mir in Anwendung gebracht wurden, angebe, möchte ich bemerken, dass außer bei *Dol. fimbriatus* sämtliche Schnitte mit Wasser auf die Objektträger geklebt wurden, um irgend welche Beeinflussung durch die Klebsubstanzen bei den Färbungen zu vermeiden. Die Anwendung von Säuren, wie sie bei bestimmten Färbungen zum Ausziehen des überschüssigen Farbstoffes stattfindet, wurde mit Absicht völlig vermieden, um die Beurtheilung der Wirkung der Farbstoffe auf die verschiedenen Substanzen der Nucleolen dadurch nicht zu erschweren. Hauptsächlich ging mein

Bestreben dahin, nur mit je einer Farbe der rothen und blauen Reihe möglichst bei allen vorgenannten Objekten differente Tinktionen zu erreichen; dies ist mir denn auch gelungen.

Die Kombination von Boraxkarmin-Hämatoxylin ergab zwar für die Nucleolen der älteren unreifen Eier von *Helix pomatia* eine differente, aber, wie es sich bald herausstellte, völlig unzuverlässige Färbung, während sie die Kernkörper der jüngsten und jüngeren Eier überhaupt nicht merklich vom Chromatin unterscheiden ließ. Aus diesen Gründen machte ich von der erwähnten Doppeltinktion bei den übrigen Objekten keinen Gebrauch.

Mit dem FLEMMING'schen Orangeverfahren konnte ich bei *Helix pomatia* keine brauchbaren Präparate erzielen, trotzdem die Dauer der Einwirkung von Safranin bezw. Gentianaviolett und Orange G bei den einzelnen Versuchen eine sehr verschiedene war.

Die BIONDI'sche Lösung, von welcher ich von vorn herein aus verschiedenen Gründen gute Resultate erwartete, lieferte mir solche doch nicht, weshalb ich auf ihre Verwendung bald verzichtete. Eben so ungünstige Resultate für die jüngsten und jüngeren Eizellen lieferten Kombinationen der verschiedensten in geringerer oder stärkerer Konzentration angewandten Anilinfarbstoffe.

Weiter ist noch zu erwähnen, dass die HEIDENHAIN'sche Hämatoxylin-Eisenlackfärbung ohne Erfolg von mir versucht wurde. Allerdings habe ich mit derselben keine sehr weitgehenden Versuche unternommen, da mir eine andere, gleichzeitig mit dieser vorgenommene Doppeltinktion die gewünschten Resultate brachte.

Ich färbte nämlich mit Boraxkarmin vor, und zwar in toto 16—17 Stunden lang; auf die Schnitte ließ ich dann Solidgrün einwirken. Hierdurch erhielt ich bei den älteren Eiern ausgezeichnete Differenzirungen. Besonders bewährte sich sodann das Methylgrün, namentlich auch bei den jungen Eiern, an welchen die Färbung mit Solidgrün weniger günstige Resultate ergab. Man hat es bei dieser Färbemethode bequem in der Hand, durch Alkohol den einen Farbstoff bis zu einem gewissen Grade auszuziehen, während dem unbeschadet der andere im Präparate verbleibt. Die Differenzirungen waren bei allen Stadien am deutlichsten, wenn das Methylgrün, welches in stark verdünnter, wässriger Lösung zur Verwendung gelangte, etwa nur drei Stunden einwirkte. Wurden die Schnitte in diesem Farbstoff länger belassen, so erhielt ich keinen so schönen Kontrast zwischen dem leuchtenden Roth und dem tiefen Blau.

Bemerken möchte ich noch, dass die Farben in den Abbildungen zumeist in den Nuancen der Präparate möglichst getreu dargestellt sind.

Litteraturübersicht.

Bekanntlich können in einem und demselben Kern neben einander Nucleolen von zweierlei verschiedener Substanz vorkommen. FLEMMING (16) unterscheidet z. B. verschiedenartige Nucleolensubstanzen in dem von ihm als Haupt- und Nebennucleolen bezeichneten Gebilden. Nach O. HERTWIG (31) giebt es Nuclein- oder Chromatinnucleolen und Paranuclein- oder Pyreninnucleolen. Beide Autoren heben jedoch hervor, dass in unreifen Eiern vielfach noch Kernkörper anzutreffen wären, welche deutlich eine Zusammensetzung aus Haupt- und Nebennucleolarsubstanz (FLEMMING), bezw. aus Nuclein und Paranuclein (O. HERTWIG) erkennen ließen. FROMMAN (22) führt drei Arten von Kernkörpern an, welche in ihrem Verhalten zu Farbstoffen und Reagentien different sind:

1) Nucleinnucleolen. Dieselben sind in den Eiern; zum großen Theil gehen sie aus Theilungen des Kernbandes hervor und verhalten sich Reagentien gegenüber, wie die Nucleingerüste des Kernes.

2) Plastinnucleolen. Diese sollen durch Methylgrün nicht gefärbt werden.

3) Gemischte Kernkörper. In ihnen sind die konstituierenden Bestandtheile zu einem einzigen Körper verschmolzen oder Nuclein und Platin zu unterscheidbaren Portionen gesondert.

Es liegt hier nicht in meiner Absicht, auf die Angaben über das Vorkommen verschiedenartiger Nucleolen einzugehen, welche getrennt in den Kernen liegen, sondern ich möchte nur auf eine Reihe solcher Beobachtungen hinweisen, die mit den von mir im Folgenden zu behandelnden Erscheinungen eine gewisse Übereinstimmung zeigen und im Allgemeinen eine Zusammensetzung eines und desselben Nucleolus aus verschiedenen Substanzen erkennen lassen.

Eine derartige Zweitheiligkeit des Kernkörpers beobachtete WAGNER (67) an *Unio* und *Anodonta*. LACAZE-DUTHIERS (39), und BISCHOFF (8) bestätigten diese Angaben; letzterer behauptete, der Keimfleck bei den Najaden wäre Anfangs einfach und werde erst später zweifach. Nach v. HESSLING (32 u. 33) geht der doppelte Nucleolus durch Theilung aus dem einfachen hervor. LEYDIG (41) bemerkte an *Cyclus cornea* ebenfalls eine doppelte Zusammensetzung des Keimfleckes. CLAPARÈDE (13) erwähnte ebenfalls eine Duplicität des Nucleolus bei Regenwürmern, eine Erscheinung, die VEJDOVSKÝ und BERGH (7) später nicht auffanden. Ferner fand VEJDOVSKÝ (65), dass der Keimfleck besonders in jüngeren Eiern von *Sternaspis* wie mit einer dickeren, lichtbrechenden, homogenen Membran umgeben ist (cf. l. c. Taf. VII, Fig. 11 *b*, *c*). Diese Membran verdickt sich späterhin einseitig (l. c. Taf. VIII, Fig. 11 *d*) und erscheint schließlich als ein glänzendes Buckelchen (cf. l. c. Taf. VII, Fig. 11 *w*). Letzteres nahm bei Konservirung mit Chromsäure und Nachfärbung mit Pikrokarmarin letzteren Farbstoff nicht auf und hob sich somit von der anderen Substanz des Nucleolus durch seine gelbe Färbung ab (l. c. Taf. VIII, Fig. 2, 3, 4, 11, 12 und 13).

HEUSCHER (34) berichtete über das Keimbläschen von *Proneomenia Sluiteri* Hubrecht, es enthielte einen großen, nach Behandlung mit Lithionkarmin wenig tingirten Nucleolus und zwei sehr intensiv gefärbte Nucleoli, von denen der eine den anderen an Größe meist vielfach überträfe.

Von FLEMMING wurden nachher darüber genauere Untersuchungen an *Anodonta* und *Unio* (15), sowie *Dreissensia polymorpha* (16) angestellt, deren Resultate

mit den früheren Beobachtungen übereinstimmen; auch er bemerkte, dass am jungen Eierstocksei der Lamellibranchiaten die spätere Zweitheiligkeit des großen Keimflecks noch nicht vorhanden sei. Auf seine Befunde werde ich später noch genauer einzugehen haben. FLEMMING fand auch im Ei eines Säugethieres (Kaninchen; 17) eine an obige Verhältnisse erinnernde »Zweibuckeligkeit« des Hauptnucleolus, nur in viel kleinerem Maßstabe.

O. HERTWIG (28 u. 29) beobachtete dann bei vielen anderen Thieren dasselbe Verhalten des Keimflecks, so bei Medusen, Siphonophoren, Gastropoden (*Helix*), Lamellibranchiaten (*Anodonta* und *Tellina*), Asteroiden (*Asteracanthion*), Echinoiden (*Sphaerechinus*) und Ascidien (*Ascidia intestinalis*). Meistens liegen beide Substanzen neben einander und sind mit einander verbunden. Dies ist jedoch bei den Siphonophoren nicht der Fall. Dort umgiebt nämlich die eine Substanz die andere, hellere, wie eine centrale Partie vollständig. Bei *Ascidia intestinalis* ist auch die sich stärker färbende Substanz ring- oder halbmondförmig von der anderen eingeschlossen.

Der größere, blässere Abschnitt des Keimflecks entspricht nun nach HERTWIG dem »Nuclein« (oder »Chromatin«), der kleinere, stärker tingirbare dem »Paranuclein« (oder »Pyrenin«). OGATA's (50) Abbildungen Taf. VI, Fig. 3a und 3b, sodann RÜCKERT's (57) Fig. 2 und 3 auf Taf. XXI zeigen auch eine Zusammensetzung der Kernkörper aus zwei verschiedenen Substanzen.

STOLNIKOW (62) sah an einem oder beiden Polen der einen Substanz die andere kappenförmig aufsitzen, so Taf. I, Fig. 3 und 8, ferner Taf. II, Fig. 22. Verschiedene Nucleolen in den epithelialen Gebilden der Magenschleimhaut von Salamandern etc., *Triton*, Frosch, Kröte (auch Hund), stellte sodann LUCK-JANOW (46) fest. Auf Taf. V, Fig. 2, Taf. VII, Fig. 32 und Taf. VIII, Fig. 41 und 44 sind die entsprechenden Kerne wiedergegeben.

LEYDIG (43, p. 379 ff.) hatte schon längst »gelegentlich der Beschreibung des Eies von diesem und jenem Thier angemerkt, dass der Keimfleck eine gewisse Zusammensetzung aus optisch verschiedenen Substanzen habe«. Er erwähnt bei dieser Gelegenheit einer Beobachtung an *Synapta* (42). Bei den Myriopoden begegnete LEYDIG (43) einer großen Mannigfaltigkeit der Keimflecke. Wenn das Keimbläschen nur einen einzigen, aber großen Keimfleck birgt, so sondert sich derselbe schon am lebenden Ei, besser noch bei Einwirkung von Reagentien, ganz unverkennbar in zweierlei Substanzen: in eine blasse Mittelpartie, welche dicht vacuolär werden kann, und dadurch für die oberflächliche Besichtigung ein körniges Aussehen erhält, und in eine äußere Partie von homogenem und geschichtetem Wesen. Fast noch klarer, wenn auch in etwas anderer Art, zeigt sich die Scheidung des Keimflecks in eine Doppelsubstanz bei *Geophilus electricus* (cf. LEYDIG, l. c. Taf. XIII, Fig. 61 und 62). Hier besteht in jüngeren Eiern neben den blassen, kleinen Keimflecken eine große »Macula germinativa, die wie eine Kapsel von scharfem, zweiflinigem Rand sich ausnimmt, wobei sich das blasse Innere in eine helle, homogene Randschicht und in eine äußerst feinkörnige Mitte scheidet.« Von Insekten untersuchte LEYDIG zunächst *Stenobothrus (pratorum und variabilis)* und fand, dass auch hier wieder die Substanz des Keimflecks doppelter Art sei. »Die größere Anzahl der zu Klumpen oder walzig bogiger Masse verbundenen Keimflecke ist von blasserem Wesen; daneben aber fallen auf — nicht in allen Eiern, aber doch häufig genug — Klumpen und Theile der wurstförmigen Masse, welche von dunklerem Aussehen sind und schärferer Berandung, dabei auch gewöhnlich mit Hohlräumen versehen.« HERMANN (27) konstatarirte bei den Spermatoblasten der

Maus zweierlei Kernkörpersubstanzen, die verschieden zu einander gelagert sein können. Häufig scheint die eine Substanz in Form von zwei kleineren Kugeln, der anderen umfangreicheren an beiden Polen aufzusitzen, Verhältnisse, die ich bei meinen eigenen Untersuchungen noch zu erwähnen habe. Ähnliches zeigten auch die Kerne des Bindegewebes und Muskelzellen der Salamanderlarve, sowie Kerne von peripheren Glossopharyngeusganglienzellen des Kaninchens (cf. l. c. Taf. III, Fig. 45, 54 und 24). Während HERMANN mit diesen Untersuchungen beschäftigt war, erschien eine Arbeit von SANFELICE (58), in welcher dieser in einer Zellform, die er als »Cellule germinale« bezeichnet, die nämlichen Elemente antraf, wie sie oben von den Spermatoblastenkernen beschrieben wurden. HERMANN sieht in denselben eine Bestätigung seiner Beobachtungen, und zwar nicht nur für die Maus, sondern eine ganze Reihe von Vertebraten (Maulwurf, Katze, Hund, Kaninchen, Igel, Hahn, Eidechse, Frosch und *Raja asterias*), wengleich SANFELICE den beschriebenen Gebilden eine andere Deutung zukommen lässt.

LÖNNBERG (45) fügte nach eigenen Beobachtungen bei *Tellina* denen O. HERTWIG's hinzu, dass zwei Arten von Nucleolen vorhanden sind: »bald neben einander und mit einander vereinigt oder sogar die eine die andere ringförmig umgebend, bald völlig von einander getrennt«. Bei *Doris proxima* fand Verf. auch zwei Nucleolsubstanzen im Eikern, und zwar so, dass eine sich stärker färbende Kugel in eine größere, etwas hellere hineingesenkt war, und so den Nucleolus darstellten, obschon dies nicht immer deutlich war.

In den Einucleolen von *Mytilus* liegt oft eine (oder bisweilen zwei) große, hellere Kugeln in der Mitte oder ein wenig excentrisch, aber von der sich stärker tingirenden Substanz vollständig umschlossen; LÖNNBERG lässt in diesem Falle die Möglichkeit offen, dass es sich um eine Vacuole handeln könne.

Bei *Aeolidia papillosa* erhielt LÖNNBERG ähnliche Bilder, wie sie FLEMMING von *Unio* abgebildet hat, nur mit dem Unterschiede, dass beide Kugeln hier beinahe gleich groß sind, und die blasse in der gefärbten eingesenkt liegt, bei *Unio* umgekehrt. Diese Schilderung betrifft nur die größeren Eizellen; die jungen besaßen nur einen einfachen, stark tingirbaren Nucleolus. Von ganz außerordentlicher Deutlichkeit treten nach LÖNNBERG in einer Art von Leberzellen bei *Doris proxima* beide Substanzen in Nucleolenform hervor, ferner in der Leber von *Polycera ocellata*. Bei der *Aeolidia papillosa* ist dieser Doppelbau der Nucleolen freilich auch vorhanden, aber bei Weitem nicht so deutlich und nicht so konstant, wie bei *Doris proxima*. Bei diesem Objekt enthielt der Kern immer zwei verschiedene Kernkörper. Der eine von diesen ist ganz kugelförmig, stark lichtbrechend und glänzend; er muss als eigentlicher Nucleolus aufgefasst werden. Der andere ist blasser und größer, seine Gestalt ist bald rundlich, bald länglich, bohnenförmig, also mehr unregelmäßig; diesen möchte Verf. als Nebennucleolus bezeichnen. Die Lage beider ist auch wechselnd, indem sie bald ganz neben einander liegen (oder sogar der Nucleolus in den Nebennucleolus hineingesenkt), bald völlig getrennt sind. Aus der von LÖNNBERG in Fig. 5 a gegebenen Abbildung geht hervor, dass die eine Substanz der anderen nicht immer an ihrem Pole, sondern auch an ihrer Mitte angeschmiegt sein kann.

FRENZEL (21), der über Amitose in der Mitteldarmdrüse von *Astacus fluviatilis* Untersuchungen anstellte, giebt mehrere Abbildungen, an denen ebenfalls

eine gewisse Zweitheiligkeit des Kernkörpers durch Aneinanderlagerung zweier verschiedener Nucleolensubstanzen zu bemerken ist, wenngleich er sich darüber nicht äußert, da ihn diese Verhältnisse nicht interessiren. Ich möchte nur (l. c.) auf Taf. XXV, Fig. 3, 4, 13, 21 und 22, ferner auf Taf. XXVI, Fig. 10 verweisen.

Hierher gehört auch eine Beobachtung von WAGNER (68), der im Keimbläschen von *Melolontha vulgaris* in der Regel einen größeren, feinkörnigen, mit kleinen runden, glänzenden, zerstreuten Körnchen versehenen Kernkörper, und neben diesem einen um Vieles kleineren Nucleolus (cf. l. c. Taf. II, Fig. A und C) auffand.

Einige von VAN BEMMELLEN (4, Taf. VI, Fig. 1) abgebildete Nucleolen der Eier von Brachiopoden zeigen offenbar eine Zusammensetzung aus zwei Nucleolsubstanzen.

HAECKER (23) erhielt interessante Befunde, als er die verschiedenen Stadien des Eierstockeies bei *Cyclops brevicornis* untersuchte. Er erinnert daran, dass in morphologischer Hinsicht die Keimbläschen der Eier gewissermaßen in drei Typen auftreten:

Im Lamellibranchiatentypus setzt sich der Hauptnucleolus vielfach aus zwei Substanzen zusammen, nämlich aus Haupt- und Nebennucleolarsubstanz. Bei dem Echinodermentypus ist nur ein einziger großer, indifferenten Keimfleck vorhanden. »Allerdings können sich neben demselben namentlich gegen Schluss des Keimbläschenstadiums, noch einzelne kleinere nucleoläre Bläschen einstellen, aber der in der Einzahl vorhandene Hauptnucleolus tritt stets in unzweideutig typischer Weise in den Vordergrund.« Bei dem Vertebratentypus endlich herrschen multinucleoläre Zustände vor.

Verfasser fand nun, dass während der Entwicklung der unreifen Eier von *Cyclops brevicornis* alle drei Typen vorkämen. So enthielten die jüngsten Keimbläschen (cf. l. c. Taf. XXVII, Fig. 3 *WphI*) nur einen einfachen Keimfleck, der im Sinne HERTWIG's als Hauptnucleolus aufzufassen wäre; in einem nur wenig späteren Stadium zeigten sich sodann Nebennucleolen. Dabei könnte man häufig bemerken, wie der Hauptnucleolus einem Nebennucleolus kappenförmig aufsitze (l. c. Taf. XXVII, Fig. 4). Auch bei *Canthocamptus* (25) treten gegen Ende der Eireifung, wenn die Verdichtung des Chromatins ihren Höhepunkt zu erreichen beginnt, neben dem verkleinerten Hauptnucleolus mehrere, sich meist weniger intensiv färbende Nebennucleolen auf. Diese Substanzverschiedenheiten vergleicht HAECKER vom rein morphologischen Standpunkte aus mit den von FLEMMING im Ei der Lamellibranchiaten konstatierten differenten Keimflecks-substanzen. STAUFFACHER (60) bemerkte an *Cyclos cornea* eine Zusammensetzung des Kernkörpers aus zwei Substanzen. Es war ihm unmöglich über die Bildung des doppelten Nucleolus aus dem einfachen (l. c. cf. Fig. 2) Aufschluss zu erlangen. Später lösen sich die beiden Theile gelegentlich ab und liegen dann getrennt (Fig. 8). Mit Hämalaun färbten sich beide Partien gleich tiefblau. Mit Boraxkarmin war der kleinere Theil bedeutend stärker tingirt (Fig. 4, 6 b, 7 und 8). In einigen Fällen war der Hauptnucleolus sogar dreitheilig (cf. Fig. 7).

Mit obigen Befunden STAUFFACHER's vergleicht WILSON (71) die Zweitheiligkeit des Keimflecks bei *Nereis*. FOL (20, Pl. VIII, Fig. 20 und 21) und LACAZEDUTHIERS (40) erwähnen ebenfalls zwei verschiedene Substanzen am Keimfleck von *Dentalium*. FLODERUS (18) hat in neuerer Zeit bei Ascidieneiern den Sub-

stanzverschiedenheiten der Nucleolen seine Aufmerksamkeit zugewandt. Nach ihm ist der große Kernkörper bei *Ciona intestinalis* nur selten homogen und dann zumeist nur in den jüngsten Eiern. Gewöhnlich weist er zwei verschiedene Bestandtheile auf. Am umfangreichsten ist eine stärker lichtbrechende Substanz, von welcher die andere blässere, vacuolenähnliche entweder vollständig eingeschlossen oder wenigstens zum größten Theil begrenzt wird (cf. l. c. Taf. X, Fig. 13). Bei Doppelfärbung mit Safranin-Gentianaviolett wird die Hauptmasse des Nucleolus von Safranin stark gefärbt. Was die Beschaffenheit der anderen Partie betrifft, so möchte Verfasser der Ansicht sein, es handle sich hier um eine Vacuole. Auch STEPANOFF (61, p. 212) ist geneigt, diese Bildungen bei *Ciona intestinalis* für Vacuolen anzusprechen. Die in konservirtem Material befindlichen zahlreichen vacuolenähnlichen Gebilde (l. c. Taf. X, Fig. 14) hält FLÖDERUS für Kunstprodukte, die besonders durch die Wasser entziehende Wirkung des Alkohols hervorgerufen wurden. Er theilt in dieser Hinsicht die Meinung FOL's (49, p. 93). v. BENEDEN (5) fand in Eiern von *Ascaris megalocephala* außer einem großen Nucleolus einen, zwei, manchmal auch drei Nucleolen, welche von geringerer Größe und weniger lichtbrechend waren als jener.

WOLTERECK (72) beobachtete in den Keimbläschen von Ostracoden-Eiern Nucleolen, welche hauptsächlich in drei verschiedenen Arten auftraten, nämlich:

- 1) Kugel- (Brocken) Nucleolen,
- 2) wurstförmige Nucleolen, und
- 3) Nucleolen in Form von zahllosen kleinsten Körnchen oder Bläschen.

Diese drei Arten Kernkörper waren in zwei Modifikationen vertreten:

- a) massiv, und
- b) vacuolenhaltig bis blasig.

Ich erwähne die verschiedenen Formen der Kernkörper mit ihren Modifikationen desswegen ausführlicher, weil WOLTERECK außer diesen Nucleolen in Keimbläschen noch ein Gebilde in Gestalt eines stets glashellen, scharf kontourirten Bläschens (= *Vesicula vitrea*) antraf, welches, abgesehen von seiner Konstanz, bezüglich seiner Gegenwart noch dadurch charakterisirt ist, dass es der Kernwand anliegend in der Einzahl auftrat (cf. l. c. Fig. 5, 7, 10, 14—17). Ob dieses »Bläschen« einen Nucleolus vorstellt oder nicht, entzieht sich meiner Beurtheilung. v. LA VALETTE ST. GEORGE (64) bildete auf Taf. IV in Fig. 1 ein Keimbläschen einer Libellenlarve ab, welches deutlich zwei Nucleolen von verschiedener Natur erkennen lässt.

Sodann hat LIST (44) an den Eiern verschiedener Objekte diesbezügliche eingehende Untersuchungen angestellt. Er bediente sich im Gegensatz zu den bis jetzt erwähnten Autoren nicht der gewöhnlich zu Doppelfärbungen gebräuchlichen Tinktionsmittel, sondern gelangte durch chemische Reaktionen, die ich hier nicht anführen möchte, zu seinen Resultaten. LIST kam an der Hand seiner Beobachtungen zu dem Ergebnis, die Nucleolarsubstanzen stellten ganz im Allgemeinen nach ihrem chemischen Verhalten »drei verschiedene Gebilde dar, von denen jedes wahrscheinlich wieder eine eigene complicirte chemische Zusammensetzung besitze«. Auf seine Befunde an den Ovarialeiern verschiedenen Alters von *Mytilus gallo-provincialis*, sowie *Pholas dactylus* und *Sphaerechinus granularis* werde ich ebenfalls erst an anderer Stelle zurückkommen. In allen diesen Eiern fand er Haupt- und Nebennucleolarsubstanz vor. Vorwegnehmen möchte ich jedoch seine an unreifen Eiern von *Pristiurus melanostomus* gemachten Beobachtungen, da bei den Wirbelthieren die Verhält-

nisse wesentlich anders liegen, und ich selbst an Vertretern dieses Typus keine Untersuchungen angestellt habe. Es ergab sich für *Pristiurus* die interessante Thatsache, dass das Keimbläschen keine Haupt-, sondern nur Nebennucleolarsubstanz enthält (cf. l. c. Taf. XXII, Fig. 21—24). Auch seine Befunde von den Echinodermen möchte ich noch gleich hier erledigen (cf. l. c. Fig. 27 bis 29). Dort tritt die nach seinen Ergebnissen als Nebennucleolarsubstanz geltende Masse ganz in den Vordergrund. Hierin befindet er sich mit HAECKER (24) im Widerspruch; leider habe ich Echinodermen noch nicht nach dieser Richtung hin studirt.

BRAEM (11) studirte bei *Plumatella fungosa* Umbildungen des Keimfleckes. Er beobachtete, dass der Kernkörper des älteren Eies bis zu einem gewissen Stadium in Kugelform auftrat. Diese Gestaltung konnte als Regel gelten. BRAEM sah jedoch, dass dieser Kernkörper sich später ausnahmslos »hühnerförmig« verlängerte, womit gleichzeitig eine Differenzirung seiner Substanz Hand in Hand ging. Weiter sagt BRAEM darüber: »Zuweilen ist der Gegensatz der beiden Nucleolhälften lediglich in der verschiedenen Färbbarkeit derselben ausgesprochen. In anderen Fällen wird er durch eine Einschnürung bezeichnet, die den Nucleolus in einen größeren, dunkelen und einen kleineren, hellen Abschnitt zerlegt« (cf. l. c. Fig. 61 α und β). Eine Dreitheiligkeit des Nucleolus hat er nur selten aufgefunden. Verfasser weist auf v. SIEBOLD (59), DAVENPORT (14), und REINHARD (54) hin, die bereits Ähnliches konstatariten. Der Keimfleck von *Fredericiella* ist nach BRAEM eben so gebildet, wie bei *Plumatella*.

Bei *Eusyllis* beobachtete MALAQUIN (47, p. 381) zwei substantiell verschiedene Kernkörper, die in der heranreifenden Eizelle bald vereinigt, bald von einander getrennt vorkamen. In den älteren Stadien zog sich die »Hauptpartie« des Nucleolus »zackenförmig« aus.

Endlich ist eine Zusammensetzung des Kernkörpers aus zwei verschiedenen Substanzen noch von MICHEL (49) bei *Nephtys* gesehen worden, welche in der mannigfaltigsten Weise variirt und den Befunden von LIST (l. c.) ähneln soll. In der Note MICHEL's sind noch einige Autoren erwähnt, so GIARD und ROUZAUD, welche ebenfalls die oben geschilderten Verhältnisse an ihren Objekten beobachteten.

Helix pomatia.

Ehe ich die weitere Ausbildung derjenigen Zellen bei *Helix pomatia* beschreibe, welche ohne Zweifel als die jüngsten Eier anzusprechen sind, muss ich mit einigen Worten auf die Spermatogenese eingehen, um die einzelnen Zellenarten, welche sich in den Follikeln neben einander vorfinden, zu charakterisiren, da bekanntlich die Pulmonaten in ihrer Keimdrüse beiderlei Geschlechtsprodukte ohne bestimmte Anordnung neben einander hervorbringen. Im Übrigen möchte ich auf die Arbeiten von PLATNER (52), v. LA VALETTE ST. GEORGE (63), ZIMMERMANN (73) und Anderen, die sich ausführlich hiermit beschäftigten, verweisen. Die Nomenklatur, deren ich mich hierbei bediene, ist dieselbe, wie sie PLATNER (52) nach v. LA VALETTE ST. GEORGE (63) und VOIGT (66) angewandt haben.

- 1) Sexualzellen — Geschlechtszellen,
- 2) Spermatogonien — Stammsamenzellen,
- 3) Spermatocyten — Samenvermehrungszellen,

- 4) Spermatiden — Samenausbildungszellen, und
 5) Spermatozomen — Samenkörper.

Die Sexualzellen, die nach PLATNER einen stark tingirbaren, homogenen Kern von unregelmäßiger Gestalt besitzen, habe ich nicht vorgefunden, ein Umstand, der leicht erklärlich ist, da mir nur Schnitte durch Drüsen auf der Höhe der Entwicklung vorlagen. Dagegen bemerkte ich zahlreiche kleine Zellen, deren Kern eine körnige Chromatinstruktur aufwies; sie entsprachen offenbar den Sexualzellen, die sich nach PLATNER durch die körnige Struktur des Kernes schon etwas in der Entwicklung vorgeschritten zeigten. Aus diesen Zellen können nun verschiedene Elemente hervorgehen, von denen uns nur die Spermatogonien und die Oogonien interessiren. Letztere bezeichnet PLATNER als Primitiveeier, im Gegensatz zu den älteren definitiven Eiern. Ich möchte sie jedoch Oogonien nennen und die Bezeichnung »Eier« vermeiden, denn diese Zellen sind eben noch keine eigentlichen Eier; sie theilen sich nämlich in diesem Stadium noch, was jene nicht thun, abgesehen von den sich bei den Reifungs- und Befruchtungsvorgängen abspielenden Theilungen. Erst aus den Theilprodukten dieser Oogonien gehen Eier im wirklichen Sinne hervor. In welcher Weise nun die Umbildung der erwähnten Sexualzellen in Spermatogonien und Oogonien stattfindet, habe ich nicht weiter verfolgt.

Die Spermatogonien zeigen einen großen, fein gekörneltten Kern, seltener mit einem, meistens mit zwei bis drei Kernkörpern. Diese Zellen liegen gewöhnlich im Centrum des Follikels und machen eine oder mehrere Theilungen durch, wie dies viele Knäuelstadien und mitotische Figuren anzeigen; sodann werden sie zu Spermatoeyten.

Als Spermatoeyten spreche ich Zellen an, die in Folge der stattgehabten Theilungen kleiner sind als die Spermatogonien. Wie PLATNER bereits hervorhebt, trifft man sie gewöhnlich nur im Knäuelstadium an, nicht im Ruhezustande, ein Umstand, der durch die jetzt zahlreichen, rasch auf einander folgenden Theilungen zu erklären ist. Aus den Spermatoeyten gehen nach der letzten Theilung die Spermatiden hervor. Letztere haben einen kleinen, gekörneltten Kern, welcher von einem verhältnismäßig breiten Saum von Protoplasma umgeben ist. Die Weiterentwicklung der Spermatiden verläuft nun folgendermaßen.

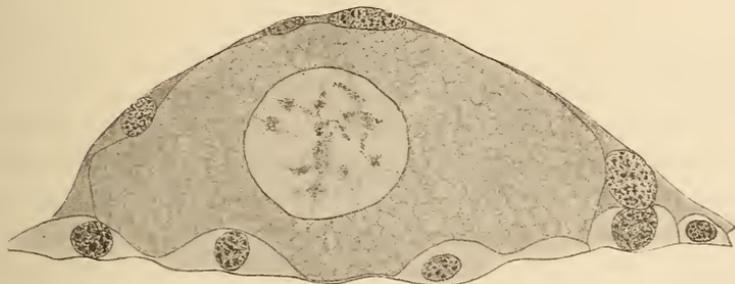
Der Kern, der bisher central im Plasma ruhte, nimmt allmählich eine periphere Lage ein, und man bemerkt, dass sich plötzlich an einer Stelle des Kernes eine homogene, sich stark färbende Partie bildet, welche immer größer wird und schließlich eine etwa bohnenförmige Gestalt annimmt. Inzwischen schwindet die gekörneltte Partie immer mehr, und der homogene Theil im Kerne, welcher unterdessen bedeutend größer geworden ist, bleibt zuletzt allein übrig: Er bedeutet die Anlage des Spermatozomenkopfes. Es hat sich, wie schon PLATNER beschrieb, aus dem gekörneltten Kern ein neuer, intensiv färbbarer gebildet; letzterer ist dabei aus dem Centrum der Zelle an eine Seite derselben gerückt, und zwar in der Weise, dass der Zelleib dabei eine Längsstreckung erfahren hat.

Die besprochenen männlichen Zellen weisen starke Differenzen ihrer Färbung auf. Diejenigen Kerne, welche in ihrer Ausbildung zu Spermatozomenköpfen am weitesten fortgeschritten sind, zeigen die stärkste Verwandtschaft zu den blauen Farbstoffen. Je mehr sie jedoch in ihrer Ausbildung zurück sind, desto deutlicher ist eine Neigung zur Erythrophilie zu bemerken. Die

Farbentöne der in Betracht kommenden Kerne sind im Laufe der fortschreitenden Entwicklung zuerst roth, sodann schwach violett, schließlich blau und am Ende grünblau, ja fast rein grün. Diese Angaben beziehen sich auf die Färbung mit Boraxkarmin und Methylgrün, welche Farbstoffe man in der rothen und blauen Reihe untergebracht hat. Ohne auf diese Verhältnisse großen Werth zu legen, möchte ich doch auf sie hinweisen, weil diese bei meinen Untersuchungen nebenbei erzielten Färbungen eine prachtvolle und höchst typische Differenzirung der heranreifenden Spermatozoenköpfe aufwiesen.

Die Eibildung geht in der Weise vor sich, dass die Oogonien zu beträchtlicher Größe heranwachsen. Sehr bald, vermuthlich schon nach einmaliger Theilung, da man sie zumeist im Knäuelstadium findet, werden sie zu den eigentlichen Eiern, nach PLATNER definitiven Eiern.

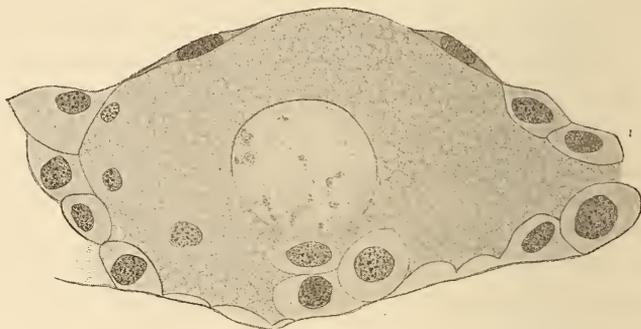
Ehe ich auf die Verhältnisse des Kernes eingehe, möchte ich auf ein Verhalten der sich bildenden Eier zu sprechen kommen, welches auch schon von PLATNER (53) beobachtet wurde. Die wandständigen Eier von mittlerer Größe zeigen sich nach dem Inneren der Zwitterdrüse zu von flachen Zellen umgeben, so dass ein Follikel zu Stande kommt (Fig. I und II). Die Zellen dieses Follikels, welche die Wand der Zwitterdrüse begrenzen, erscheinen größer als die anderen und sind mit einem umfangreichen, hellen Protoplasmakörper versehen (Fig. I). Man findet diese wandständigen Zellen häufig unregel-



Textfig. I.

mäßig gelagert und im Begriff, in den Eikörper hineinzurücken. Hier scheinen sie einem Auflösungsprocess zu verfallen, denn alsbald wird ihre Begrenzung undeutlich (Fig. II). Wohl sieht man noch den Umfang ihres Zellkörpers, aber allmählich schwindet dieser, und nun bemerkt man nur den Kern im Protoplasma der Eizelle (Fig. II). Es sind dies jedenfalls dieselben Zellen, welche PLATNER bereits als Nährzellen angesprochen hat, und die er im Eikörper aufgehen ließ. Ich konnte beobachten, dass die Membran des Keim-

bläschens nach der Seite, wo die Nährzellen lagen, undeutlich erschien und gegen das Protoplasma verschwand (Fig. II). Man muss dieses Verhalten wohl dadurch erklären, dass es sich um eine an dieser Stelle stattfindende Wechselwirkung zwischen Kern und Zellplasma und vielleicht also um eine Beteiligung des Kernes an der aufnehmenden Thätigkeit der Zelle handelt, wie sie von KORSCHOLT (36) in einer größeren Anzahl von Fällen beschrieben worden und seitdem von verschiedenen Autoren bestätigt worden ist. Zur Erläuterung der beiden beistehenden Textfiguren (I und II) füge ich hinzu, dass die nach unten gerichtete Seite der Außenwand der Zwitterdrüse entspricht. Den Epithelzellen liegen nach außen flachere, an



Textfig. II.

der gezeichneten Partie nicht vorhandene Zellen an, welche eine äußere, zellige Hülle der Zwitterdrüse bilden.

Die jungen Eizellen unterscheiden sich von den Oogonien zunächst durch ihre periphere Lage, sowie durch ihren ganzen Habitus, der sich etwa folgendermaßen darstellen lässt. Der Kern stellt sich als ein deutliches, großes Keimbläschen dar, welches von einer scharf kontourirten Membran umgeben ist. Im Keimbläschen befinden sich gewöhnlich ein, selten mehrere kleine Keimflecke. Ein Hauptkriterium jedoch für die Erkenntnis der allerjüngsten Eier scheint mir das im Keimbläschen stets wandständig gelagerte und zu Klumpen geballte Chromatin zu sein; diese Chromatinpartikel stehen an Größe den Keimflecken wenig oder gar nicht nach. Aus Fig. 1 sind diese Verhältnisse deutlich zu erkennen. Das Keimbläschen füllt fast die ganze Zelle aus; es erscheint ein wenig heller, als das umgebende Plasma und zeigt in seinem Inneren eine Menge unregelmäßiger, sich intensiv roth tingirender Chromatinbröckchen, die in der Hauptsache wandständig sind, wie oben erwähnt, d. h. an der Membran des

Keimbläschens liegen. Zwischen diesen fallen oft etwas größere, manches Mal nur eben so große Körnchen, wie die rothen Chromatinklumpchen, durch ihre Blaufärbung auf. Richtiger gesagt haben sie die blaue Farbe beibehalten, da mit letzterer die Nachfärbung erfolgte. Dies sind die Keimflecke. Ihre Anzahl ist, wie schon oben bemerkt wurde, unbestimmt. Die beiden verschieden tingirten Substanzen unterscheiden sich außerdem noch durch die äußere Form, in der sie auftreten. Die blaugefärbten Partikel sind stets mehr oder weniger deutlich scharf abgerundet, während die anderen unregelmäßig geformte Klumpchen darstellen.

Zunächst glaubte ich, dass beide Substanzen sich nur zufällig tinctionell nicht gleich verhielten; hierin wurde ich noch bestärkt, da die Anzahl der blaugefärbten Körper äußerst schwankend ist. Bald konnte ich mich jedoch davon überzeugen, dass beide Klumpchen ihrem Färbungsvermögen nach, also auch wohl substantiell von einander verschieden sein mussten, da alle derartigen Eistadien stets diese beiden Körner im Keimbläschen aufwiesen.

Woher diese blau reagirenden Bröckchen, die Keimflecke, wie wir sie bezeichnen müssen, kommen, habe ich am konservirten Material mit Sicherheit nicht ermitteln können. Sie sind bereits in den Spiremstadien der Oogonien aufzufinden, wo sie ebenfalls durch ihre schöne, lichtblaue Farbe im Gegensatz zu dem rothen Fadenwerk auffallen. Einige Male schien es mir, als ob die kleinen, cyanophilen Keimflecke aus allerkleinsten, eben solchen Körnchen zusammengesetzt waren. Die Vermuthung liegt nahe, dass in irgend einer Weise die kleinen, erythrophilen Chromatinklumpchen chemisch zu einer anderen Substanz umgewandelt werden, ein Vorgang, der höchst wahrscheinlich äußerst rasch von statten geht und deshalb auf tinctionellem Wege nicht nachgewiesen werden kann. Es kommt hinzu, dass die differente Färbung der kleinsten chromatischen Partikelchen bei sehr starker Vergrößerung (ZEISS, Oc. 4. Homog. Imm. 1,30, Ap. 2 mm) äußerst schwer für das Auge zu erkennen ist. So ist es z. B. bei den in Fig. 2 und 3 abgebildeten jüngsten Eiern sehr schwer zu entscheiden, ob letztere bloß einen Keimfleck oder deren mehrere besitzen. Wenn hier wirklich noch einige Kernkörper vorhanden waren, so hatten sie denselben Umfang, wie die rothen Chromatinbrocken. Ein derartiges Größenverhältnis des Keimfleckes zum Chromatin liegt auch in der Fig. 1 (im oberen Ei) vor.

Bei einem in der Entwicklung um ein Weniges vorgeschrittenen Ei hat sich das rothe Chromatin seiner Hauptmasse nach noch mehr

peripher gelagert. Der Keimfleck ist, wie wir in Fig. 4 sehen, bereits etwas größer geworden; ein zweiter liegt ihm an, um mit jenem später zu verschmelzen. Dasselbe ist bei einem Ei der Fall, welches in Fig. 5 abgebildet ist. Hier hat sich jedoch das periphere Chromatin bereits fein vertheilt; dies zeigt auch Fig. 6, nur noch in viel ausgesprochenem Maße; man findet es hier und in den darauf folgenden Stadien nicht mehr in solchen Klumpen, wie die vorigen Figuren erkennen ließen. An Masse hat die cyanophile Substanz hier bereits zugenommen; außerdem sehen wir noch einen sehr kleinen Keimfleck in Bildung begriffen. Selbstverständlich wird bei der weiteren Ausbildung des Eies das umgebende Plasma immer mächtiger an Ausdehnung. Was sein tinktionelles Verhalten betrifft, so möchte ich noch erwähnen, dass das Plasma der Stadien von Fig. 1—7 sich außerordentlich intensiv roth färbt, während es später allmählich weniger Farbstoff in sich aufnimmt.

Fig. 7 zeigt nun thatsächlich eine Verschmelzung zweier Keimflecke, welche noch nicht ganz beendet ist. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass der neue Keimfleck eine längliche Gestalt hat. Bemerkenswerth ist dabei die Anwesenheit von Vacuolen, die auf eine vielleicht zähflüssige oder plastische Beschaffenheit beider Kernkörper schließen lässt, ohne welche eine Vereinigung beider überhaupt nicht möglich wäre. Die Membran des Keimbläschens ist sehr ausgeprägt. Da die Masse der Nucleolensubstanz für ein Ei eines so jungen Stadiums verhältnismäßig sehr bedeutend ist, kann es nicht Wunder nehmen, dass man nicht noch ein oder zwei kleinere Keimflecke antrifft.

Anders verhält sich dies dagegen bei einem Stadium, welches etwas an Größe zugenommen hat (Fig. 8). Dort sieht man fünf Kernkörper, von denen der kleinere, rechts oben, vom benachbarten Schnitt mit in die Figur aufgenommen wurde. Denkt man sich alle fünf Keimflecke zu einem einzigen verschmolzen, so steht diese Masse wieder im Einklange mit der Größe des Eies. Die Membran des Keimbläschens wird von jetzt ab immer weniger deutlich. Bemerkenswerth ist, dass die Größe der Keimflecke sich ganz nach der Anzahl, in der sie auftreten, richtet.

Das in Fig. 9 abgebildete Stadium schließt sich eng an das vorige an, jedoch trifft man hier nur zwei Keimflecke an, was aus der Größe des einen leicht erklärlich ist; höchstwahrscheinlich waren hier vorher deren mehrere vorhanden, welche aber bereits zu dem größeren verschmolzen sind. Eine Vacuole findet sich auch hier in

dem größeren Keimfleck vor. Jedenfalls ist die Masse der Kernkörpersubstanz vollkommen der im vorigen Stadium vorhandenen entsprechend. Im späteren Verlauf der Eibildung findet man zuweilen immer noch mehrere Keimflecke, doch bereits seltener und dann höchstens zwei an Zahl.

Fig. 10 zeigt ein für die Verschmelzung recht charakteristisches Bild. Die Anwesenheit von zwei Vacuolen deutet hier wieder einen gewissen Grad von Dickflüssigkeit der sich vereinigenden Substanzen an, ähnlich, wie dies in Fig. 7 der Fall war. Auch noch ein weiterer, weniger umfangreicher Keimfleck ist vorhanden. Er befindet sich in einem anderen, durch dasselbe Ei geführten Schnitte und ist hier noch in die Zeichnung eingetragen. Das erythrophile Chromatin liegt in feiner Vertheilung unregelmäßig im Inneren des Keimbläschens zerstreut.

War bisher in den Fig. 1—10 stets der Protoplasmaleib der Eier ganz mitgezeichnet, so ist dies für die Folge unterlassen. Der Zellleib ist in Fig. 11 nach der einen Seite mit natürlich verlaufendem Kontour angegeben, nach der anderen aber abgeschnitten zu denken. Wäre er in seiner ganzen Ausdehnung abgebildet worden, so wären dem vorhandenen Stücke etwa noch zwei Drittel seines Umfanges hinzuzufügen. Bei Eiern dieser Größe findet sich sonst immer nur ein bereits größerer Keimfleck vor. In diesem einen Falle nur waren, trotzdem ich während der Untersuchungen eine außerordentliche Anzahl von Eiern daraufhin betrachtete, zwei gleich große, nach Struktur und Tinktion völlig gleiche Nucleolen vorhanden. Das Chromatin erscheint im Keimbläschen zu unregelmäßigen Klumpen vereinigt und bedeckt einen kleinen Theil des unteren der beiden Keimflecke. Man sieht jedoch bei tieferer Einstellung, dass letzterer in keiner Weise mit dem Chromatin etwa eine Verschmelzung eingegangen ist. Mehrere Vacuolen sind auch hier wieder anzutreffen. Stadien, wie sie Fig. 12 darstellt, zeigen nur, dass eine ganz auffallende Veränderung mit dem Keimflecke vor sich gegangen ist. Derselbe hat zunächst eine schon recht bedeutende Größe erreicht. Vergleicht man, beiläufig bemerkt, die Masse seiner Substanz in Fig. 11 mit der von Fig. 12 unter Berücksichtigung, dass das in letzterer Figur abgebildete Stadium etwas älter ist, so ergibt sich, dass beide hierin einander durchaus entsprechen.

Auf den ersten Blick jedoch fällt die rothe Partie an der Peripherie des Kernkörpers auf. Dass man es nicht etwa mit über letzterem liegenden Chromatin zu thun hat, wie in Fig. 11, beweist

der Umstand, dass die rothe, wie die blaue Substanz nur bei einer und derselben Einstellung scharf sichtbar sind, also in einer Ebene liegen. Folglich muss die rothe Masse einen Theil des kugelförmigen Keimfleckes ausmachen; ob dies nun in Form eines Kugelsegmentes der Fall ist, oder ob etwas blaue Substanz noch das Innere der rothen erfüllt, habe ich nicht ermitteln können, da die Nucleolen gewöhnlich nur auf einem Schnitte vorhanden sind.

Während in Fig. 11 deutlich rothes, aus unregelmäßig geformten Klümpehen bestehendes Chromatin, wie auch in der Zeichnung angegeben wurde, über dem betreffenden Keimfleck lag, haben wir es hier mit einer erythrophilen, homogenen Partie des letzteren zu thun. Dazu möchte ich bemerken, dass der Gegensatz zwischen den beiden Farbentönen im Präparate noch viel lebhafter und leuchtender ist, als dies in der Abbildung zum Ausdruck gebracht werden konnte.

Was über die Behandlung des Präparates zu erwähnen wäre, ist der Umstand, dass auch bei kurzer Ausziehung mit Alkohol eine solche schöne Farbdifferenz am Kernkörper erfolgte.

Man hat nun nicht, wie auch ich Anfangs meinte, an dieser Stelle etwa den Beginn der Abgabe des blauen Farbstoffes vor sich; denn, denke man sich eine Flüssigkeit in einen kugelförmigen Körper eindringen, so wird dies an allen Punkten natürlich mehr oder minder gleichmäßig von statten gehen, aber niemals nur an einer Stelle, und dann wird die Flüssigkeit niemals so kräftig auf einen Punkt einwirken, ohne auch an irgend einer anderen Stelle bereits Spuren ihrer Wirkung zu zeigen.

Auffallend ist es, dass sich das rothe Chromatin hauptsächlich in der Gegend dieser erythrophilen Partie des Keimfleckes angesammelt hat, ein Umstand, der die Vermuthung nahe legt, dies erythrophile Stück des Keimfleckes stamme von dem erythrophilen Chromatin des Keimbläschens. Was man bei diesen Stadien häufig findet, ist sodann ein kleiner, sich blau färbender Kernkörper, der sich noch in diesem späten Stadium zu bilden begonnen hat, aber in Folge der nahen Lage zum großen Keimfleck keine bedeutenden Dimensionen erreichen kann, sondern bald nach seinem Auftreten mit jenem eine Verschmelzung eingehen wird. So beobachtete ich häufig derartige kleine Nucleolen, welche entweder dem größeren noch nicht anlagen, oder sogar halb in den letzteren hineingerückt waren. Vergleicht man PLATNER's (53) Abbildungen der Eier von *Arion empiricorum* (l. c.) Taf. 30 Fig. 6—9 mit dieser in Fig. 12 von mir gegebenen, so möchte man nach dem ersten Blick geneigt sein, den

kleinen Keimfleck hier mit dem dortigen für identisch zu erklären. Dies dürfte aber durchaus nicht richtig sein. Bei *Arion empiricorum* ist nach PLATNER der kleinere Kernkörper dem größeren nicht gleichwerthig. Verfasser sah dort dieses kleine Gebilde als konstantes Element während aller Phasen der Eibildung, im Gegensatz zu meinen Befunden an *Helix pomatia*, wo es nur in einem späteren Stadium des Eies vorkommt, denn auch zuletzt ist es wieder nicht mehr vorhanden. Hieraus ergibt sich mit Nothwendigkeit der Schluss, dass eine Vereinigung beider Gebilde stattfindet. Es handelt sich hier also offenbar um einen Kernkörper, der substantiell dem größeren gleichzustellen ist, wenn man wenigstens nach seiner großen Affinität für das Methylgrün ein Urtheil fällen soll.

In derselben Arbeit gab PLATNER auch in den Fig. 13—15, Taf. 30 Abbildungen von unreifen Eiern von *Helix pomatia*. Er bemerkte bei dieser Gelegenheit ausdrücklich, dass bei diesem Objekt im Laufe der Eibildung stets nur ein Kernkörper vorhanden sei. Zu erwähnen wäre noch, dass einige Vacuolen, wie in den beiden früheren Stadien, so auch hier, im großen Kernkörper anzutreffen sind.

Während sich bisher die Hauptmasse desselben in einem tiefen Blau äußerst stark tingirte, zeigte der Keimfleck der ältesten, unreifen Eier ein völlig abweichendes Verhalten von dem soeben geschilderten, unter der Voraussetzung natürlich, dass dieselben färberischen Bedingungen obwalten (cf. Fig. 13). Jetzt nimmt er das Methylgrün nicht mehr so intensiv auf, oder er wird von dem Boraxkarmin in stärkerem Grade, als zuvor, durchdrungen; daher kommt es nach der Einwirkung beider Farbstoffe zu einem Mischton, welcher anzeigt, dass seine Affinität zum Methylgrün immer noch bedeutend überwiegt. Zunächst hat er an Volumen noch um ein Beträchtliches zugenommen, und ist dies der größte Umfang, den er überhaupt erreicht. In seinem Inneren ist es allmählich zur Bildung von vielen kleineren und größeren Vacuolen gekommen, welche dicht neben einander liegen und in der Regel noch zahlreicher sind, als es in der betreffenden zur Abbildung gelangten Eizelle der Fall ist. Ich möchte bei dieser Gelegenheit an die von KORSCHULT (37) auf Taf. XXIX in den Fig. 66—68, 72, 74 und 75 dargestellten Keimflecke unreifer Eier von *Ophryotrocha puerilis* erinnern, die ebenfalls eine starke Vacuolisirung aufweisen; auch in den Kernen des Viererstadiums bei der Furchung hat der große Kernkörper bei diesem Anneliden

denselben Bau (cf. l. c. Fig. 47 und 48). Ähnliche Strukturen der Nucleolen sind auch sonst häufig beobachtet worden.

Am auffallendsten ist bei diesem Nucleolus eine sich erythrophil verhaltende Partie: er besteht nunmehr aus zwei Substanzen. An allen Keimflecken ist eine derartige Sonderung deshalb nicht wahrzunehmen, weil, wie O. HERTWIG richtig bemerkte, der bei *Helix pomatia* dieselben Verhältnisse vorfand, der Kernkörper beim Schneiden so günstig getroffen sein muss, dass der kleinere Theil seitlich von dem großen zu liegen kommt. HERTWIG (30) beobachtete, dass diese Partie, welche als Paranuclein aufzufassen ist und gewöhnlich eine kleine, flache Scheibe darstellte, oft in eine grubenförmige Vertiefung des Nucleolus eingebettet war. Sie macht, wie ich glauben möchte, eher einen Theil des kugelrunden Nucleolus aus, stellt also eine Calotte desselben dar. In Fig. 3 und 11 an Eiern von *Mytilus gallo-provincialis* und *Pholas dactylus* giebt LIST (44) Abbildungen, die sich mit den soeben beschriebenen vergleichen lassen, nur sind die Farbenreaktionen die umgekehrten, was hier nicht weiter von Belang ist, da er sich anderer Mittel als ich bediente, um die Differenzirungen hervorzurufen. Das Keimbläschen ist ganz gleichmäßig von allerfeinsten Chromatinkörnchen erfüllt, die in Strängen netzförmig mit einander verbunden sind. Weiter enthält das Keimbläschen noch einige gröbere Ansammlungen von erythrophilem Chromatin. Was nun die Herkunft dieser rothen Partie des Kernkörpers betrifft, so dürfte man wohl an konservirtem Material nicht zu einer sicheren Entscheidung gelangen. Ich möchte, gestützt auf meine Präparate, die Vermuthung aussprechen, dass sich das zu größeren Klumpen geballte, sich roth tingirende Chromatin an den Keimfleck zunächst lose anlegt, später findet dann eine innigere Aneinanderlagerung statt, die schließlich zu einer völligen Verschmelzung beider Substanzen führt. Auffallend ist es nämlich, dass fast immer die gröberen Ansammlungen des rothgefärbten Chromatins dicht oder wenigstens ziemlich nahe bei dieser kleinen Partie des Kernkörpers liegen und genau dieselbe Nuancirung im Farbenton zeigen, wie das Paranuclein.

Andererseits könnte es durch chemische Vorgänge im Inneren des herangewachsenen Keimfleckes zu einer plötzlichen Sonderung in zwei verschiedene Substanzen kommen, was bei der außerordentlichen Schnelligkeit der Procedur auf tinktionellem Wege nicht zu ermitteln ist. Hauptsächlich hat der Keimfleck seine bedeutende Größe dadurch erlangt, dass er mit kleineren substantiell gleichen

Gebilden, die im Laufe der Entwicklung im Keimbläschen auftauchen, eine Verschmelzung eingeht. Höchstwahrscheinlich wird dem Kernkörper aber noch auf anderem Wege Material zu seinem Aufbau zugeführt. Es ist nämlich sehr auffallend, dass sich oft um die Nucleolen, nach Art eines Hofes, erythrophiles Chromatin anlagert. Dass es sich hier nicht immer um eine Extraktionserscheinung handelt, geht daraus hervor, dass in derartigen Fällen gewöhnlich einzelne Chromatinpartikelchen von einander deutlich zu unterscheiden sind. Ein solcher Saum ist an den Keimflecken der Figuren 4, 5, 6 und 11 zu bemerken. Ich vermuthete, dass dies rothe Chromatin mit zur Substanzvermehrung des Keimfleckes verwendet wird, und dass es in feinsten Partikelchen in den letzteren übergeht.

Limax maximus.

Die jüngsten Eier der Zwitterdrüse von *Limax maximus* sind etwas kleiner, als die in demselben Stadium befindlichen von *Helix pomatia*. Überhaupt stehen die Elemente der Geschlechtsdrüse dieser Nacktschnecke an Größe etwas hinter denen des vorher untersuchten Objectes zurück. Während jedoch bei *Helix pomatia* gerade in den jüngsten Eiern und auch noch in den etwas weiter vorgeschrittenen eine unbestimmte Anzahl cyanophiler Keimflecke vorhanden waren, trifft man bei dieser Form stets nur einen solchen an; derselbe ist schon verhältnismäßig groß (Fig. 14). In etwas älteren Eiern (Fig. 15) sieht man neben dem größeren, blau tingirten Keimfleck einen kleinen Kernkörper von äußerst geringem Umfange jenem anliegen. Dieser Nucleolus ist jedoch ausgesprochen erythrophil, da er sich tief dunkelroth färbt. Über die Substanzverschiedenheiten beider Nucleolen kann kein Zweifel herrschen, denn die Tinktion ist, wie auch in den Folgestadien, eine äußerst intensive und dabei kontrastreiche. Weiter zurück verfolgen kann man diesen zweiten erythrophilen Kernkörper nicht, da er wegen seines außerordentlich geringen Umfanges nicht mehr von den chromatischen Bestandtheilen des Keimbläschens zu unterscheiden ist. Im weiteren Verlauf der Eibildung (Fig. 16 u. 17) ist nur ein Wachsthum beider Elemente zu konstatiren; auch möchte ich nochmals auf die auffallende Größe beider im Vergleich zum Keimbläschen in diesem und den sich anschließenden Stadien aufmerksam machen. Zu erwähnen wäre sodann der Umstand, dass der Zwischenraum zwischen beiden Kernkörpern gelegentlich größer geworden, und dass im Inneren des erythrophilen Körpers häufig eine Vacuole anzutreffen ist. In wenig älteren Eiern

findet man nun, dass mit letzterem eine eigenthümliche Gestaltsveränderung vorgegangen ist, während bei jenem vorläufig nur ein Wachstum zu konstatiren ist. Aus dem bisher runden Keimfleck hat sich ein länglicher, an einer Stelle eingebuchteter, scharf kontourirter Körper herausgebildet, der auf den ersten Blick bohnenförmig erscheint (Fig. 18). In vielen Fällen zeigt er sich hingegen anders gestaltet; er ist dann rund, und sein Inhalt ist, wie bei der ersten Form, hell, ebenfalls mit dunklem, scharfem Kontour. Wenn man ein solches Bild von dem erythrophilen Keimfleck erhält, so hat man ihn im Querschnitt vor sich, während die andere Ansicht von einem Längsschnitt dargeboten wird. Richtiger gesagt ist er also als mützenförmig zu bezeichnen, da der Querschnitt bei der Bohnenform mehr oval ausfallen würde. Im Allgemeinen werden Kernkörper von solcher Gestaltung für geschrumpft gehalten. Dies möchte ich aber für den kleinen erythrophilen Nucleolus von *Limax maximus* nicht zugeben; denn es wäre doch im höchsten Grade auffällig, dass stets bei allen Eiern nur dieses und der beiden nächstfolgenden Stadien eine Schrumpfung eintreten sollte. Hier vollziehen sich jedenfalls noch gewisse Umwandlungen im Inneren des Kernkörpers, welche dessen Gestaltsveränderung mit sich bringen. Auf welche Weise diese vor sich geht, habe ich nicht ermitteln können. Thatsächlich fand ich bei allen Eiern dieses Alters den erythrophilen Kernkörper in der Mützenform vor. Jedoch möchte ich eine Vermuthung hier aussprechen. Nämlich das Auftreten jener Vacuole, bei den um Weniges jüngeren Eiern (Fig. 17) möchte ich mit jenem Vorgang in Verbindung bringen, und dasselbe für den Ausgangspunkt halten, welcher die Umbildung der Kugel in die Mützenform einleitet. Jedenfalls möchte ich noch hervorheben, dass man in Fig. 17 nicht etwa einen Querschnitt des mützenförmigen Körpers, sondern eben nur einen Nucleolus mit einer centralen Vacuole vor sich hat. Dies ergibt sich übrigens schon ohne Weiteres aus den Größenverhältnissen. Zum weiteren Verlauf der Ausbildung bis zu den ältesten unreifen Eiern ist über den cyanophilen Keimfleck nur zu bemerken, dass es in seinem Inneren zur Bildung einiger Vacuolen kommt, die man im letzten Stadium nicht mehr wahrnimmt. Mit dem erythrophilen Keimfleck geht jedoch eine weitere Veränderung vor sich. Er buchtet sich bedeutend mehr ein (Fig. 19) und hat nunmehr seinen größten Umfang erreicht. Im folgenden Stadium (Fig. 20) gestaltet sich sein tinctionelles Verhalten etwas anders als bisher. Zuvor war er ausgesprochen erythrophil; dies ist er jetzt nicht

mehr. Er färbt sich in einem Mischton. Das Keimbläschen von Eiern, die nur wenig weiter entwickelt sind, zeigt plötzlich außer dem cyanophilen Nucleolus den merkwürdigen mützenförmigen Nucleolus nicht mehr. Dafür trifft man einen anderen, völlig runden, homogenen Kernkörper an, der nach Anwendung der Doppeltinktion ungefähr die Mittelfarbe zwischen Roth und Blau angenommen hat (Fig. 21). Dies ist keineswegs einer längeren bzw. kürzeren Einwirkung oder Ausziehung der Farbstoffe zuzuschreiben, sondern beiden ist die gleiche Behandlung zu Theil geworden, wie den in Fig. 19—23 abgebildeten Eiern; sie befinden sich sogar alle auf demselben Objektträger, einige davon (Fig. 19, 23 und 24) in ein und demselben Schnitte.

Fig. 22 stellt ein etwas älteres Stadium dar. Dort finden sich zwei Keimflecke vor, welche sich tinktionell völlig gleich verhalten. Eben so eigenthümlich, wie das plötzliche Verschwinden des mützenförmigen Körpers, ist auch der Zweck, zu dem er die Umbildung in einen solchen erfährt. Über seine muthmaßliche Entstehung habe ich bereits zuvor gesprochen. Es handelt sich jetzt darum festzustellen, wo er geblieben ist. Ich halte es für wahrscheinlich, dass er sich in den später vorhandenen, runden Nucleolus umgewandelt hat. Auch dieser Vorgang wird wieder sehr rasch vor sich gehen. Stets fand ich diesen Körper fertig, nie im Wachsthum begriffen vor. Er muss also nothwendig mit dem vorher mützenförmig gestalteten in enger Beziehung stehen. Sodann deutet auf diesen Zusammenhang beider Körper auch das Resultat der Doppelfärbung hin. Während beim ersten Auftreten der mützenförmige Keimfleck das Methylgrün ganz abgibt, also sich in dem leuchtenden Roth des Boraxkarmins zeigt (Fig. 18 und 19), scheint mit seiner Substanz in einem späteren Stadium, das etwa Fig. 20 wiedergibt, eine vielleicht chemische Veränderung vorgegangen zu sein. Das Methylgrün ist hier schon nicht mehr vollständig abgegeben worden. Fig. 21 zeigt eine unverkennbare Mischung beider Farbstoffe, während erst im Stadium der Fig. 22 die Neigung des Kernkörpers zur cyanophilen Seite überwiegt. An dieser Stelle möchte ich noch einmal betonen, dass obige Resultate nicht durch verschiedenartige Einwirkung der Farbstoffe bzw. Ausziehung erzielt wurden, wie ich schon vorher erwähnte.

Im weiteren Verlauf der Eibildung sieht der Inhalt des Keimbläschens gewöhnlich so aus, wie ihn Fig. 23 wiedergibt. Der ursprünglich cyanophile, größere Keimfleck hat jetzt seinen mächtigsten

Umfang erreicht; an, bezw. halb in ihm, liegt der kleinere Nucleolus, um später gänzlich mit jenem zu verschmelzen. Im Keimbläschen sieht man allerfeinste, roth tingirte Chromatinbröckchen netzartig in Strängen mit einander verbunden, außerdem hier und da einige gröbere Anhäufungen von erythrophilem Chromatin. Aus ihnen bildet sich allem Anschein nach eine unbestimmte Anzahl neuer, sich ebenfalls roth färbender Keimflecke. Bei Durchsicht der anderen, durch eben dasselbe Keimbläschen geführten Schnitte zählte ich circa acht weitere solcher Ansammlungen, die wohl, schon mehr oder weniger abgerundet, als Keimflecke anzusprechen sind. Sie sind nicht homogen, sondern aus sehr kleinen Chromatinpartikelehen zusammengesetzt, welche namentlich dann recht klar zu erkennen sind, wenn sie am Rande überstehen, was aus Fig. 23 mit großer Deutlichkeit hervorgeht. Bei den ältesten Eiern sieht man dann außer dem großen, blauen, viele kleine erythrophile Keimflecke, die höchst wahrscheinlich auf die vorher beschriebene Art zu Stande gekommen sind. Außer den in der Fig. 24 abgebildeten Nucleolen weist dieses Ei noch fünf weitere solcher Keimflecke auf. Bei den kleinsten von ihnen ist es häufig gar nicht zu entscheiden, ob man es wirklich bereits mit einem solchen Gebilde zu thun hat, oder ob es vorläufig nur eine Menge an einander gelagerten Chromatins ist. Die Zahl dieser neugebildeten Kernkörper ist gänzlich unbestimmt; in einem Falle zählte ich deren 16. Sie sind im Anfang ihrer Entstehung nicht von homogener Struktur, sondern lassen eine ungleichmäßige Granulirung in ihrem Inneren erkennen, die auch in den älteren Stadien eben so deutlich hervortritt; sie besitzen dann auch einen sich scharf abhebenden Kontour.

Nach meinen Beobachtungen kann ich die soeben geschilderte Entstehung dieser Nucleolen nicht anders auffassen, als dass sie sich aus der chromatischen Substanz herausbildeten. So beschaffen, wie zuletzt beschrieben, sind die ältesten unreifen Eier. Erwähnen möchte ich noch, dass sich ähnlich, wie bei *Helix pomatia*, so auch hier um die cyanophilen Kernkörper ein erythrophiler Saum von Chromatin findet (Fig. 17, 18 und 20—22).

Die Membran, welche das Keimbläschen umgiebt, ist bedeutend dicker als bei *Helix pomatia*, wo sie oft nur schwer zu erkennen ist. Ehe ich jedoch die Untersuchungen über *Limax maximus* abschließe, möchte ich noch auf einige eigenthümliche Ergebnisse derselben Doppeltinktion aufmerksam machen, welche im höchsten Grade interessant sind. Ließ ich Alkohol auf die der Doppelfärbung

unterworfenen Eier des Stadiums, wie es etwa durch Fig. 23 dargestellt wird, länger einwirken, so gab der große, sonst cyanophile Keimfleck das Methylgrün gänzlich ab. In bestimmten Fällen jedoch verhielt sich dies nicht vollständig so, sondern an einer Stelle blieb die Blaufärbung erhalten. Dann lag gewöhnlich der kleine, cyanophile Keimfleck dieser Partie an (Fig. 25 und 26). Ich möchte es für das Allerwahrscheinlichste halten, dass der innen und außen befindliche Theil zusammengehören, beide also den kleinen Keimfleck ausmachen, und dass wir ein Stadium inniger Verschmelzung mit dem größeren Nucleolus vor uns haben. Unverständlich ist dann nur die Wahrung eines scharfen Kontours. Man sollte doch annehmen, dass eine Verschmelzung der rothen und blauen Substanz anders vor sich geht, als es der vorliegende Fall andeutet. Die cyanophile Substanz müsste sich doch eher unregelmäßig mit der erythrophilen vermischen. Eben so wenig erklärlich ist der mit erythrophiler Masse ausgefüllte Zwischenraum zwischen beiden blauen Halbkugeln (cf. Fig. 25). Auffallend ist fernerhin in Fig. 26, dass die eine Hälfte dunkelblau, fast schwarz, dagegen die andere, außen befindliche, heller gefärbt ist, obwohl dies auch durch die Lageverhältnisse innerhalb und außerhalb des großen Nucleolus bedingt sein könnte. Man steht hier vor der Frage, ob der kleinere, mehr cyanophile Nucleolus im Begriff ist, in den größeren, mehr erythrophilen Nucleolus einbezogen, vielleicht auch zu dessen Substanz umgewandelt zu werden. Zu erwähnen ist noch, dass der große Keimfleck granulirt ist, eine Thatsache, die sich vorher in Folge der tief dunkelblauen Färbung der Beobachtung entzog.

Unio batavus.

Die jüngsten Eier von *Unio batavus* sind leichter aufzufinden, als die von *Helix* oder *Limax*. Sie stellen sich als kleine Zellen dar, deren Kerne gewöhnlich abgerundet sind und ein Kernkörperchen besitzen (Fig. 27). Dasselbe ist cyanophil und kommt an Größe ungefähr jenem bei *Helix pomatia* gleich. Der Protoplasmaleib dieser jüngsten Eizellen ist sehr klein. Neben diesen jüngsten Eizellen finden sich noch viele kleine, rundliche oder ovale Zellkerne, die ein Kernkörperchen enthalten, und deren Zellkörper sich nicht deutlich abhebt, wenigstens ließen sich die Zellgrenzen bei dieser Konservierung nicht erkennen. Diese sind wohl als die Eimutterzellen anzusprechen, worauf einige wenige Theilungsfiguren schließen lassen.

Das Wachstum der Nucleolen dieser Eier verläuft nun nicht so complicirt, als es von den anderen Formen, speciell von *Limax maximus*, vorher beschrieben wurde. So wäre über die Abbildungen 28—30 nichts weiter zu sagen, als dass sie zeigen sollen, auf wie einfache Weise die einzelnen Bestandtheile der Eizelle sich vergrößern. Die Membran des Keimbläschens hebt sich bei den jungen, wie alten Stadien ziemlich scharf mit dünnem Kontour vom Protoplasma ab. Bemerkenswerth ist, dass das erythrophile Chromatin, welches im Keimbläschen zerstreut umherliegt, je älter die Eizelle wird, in desto größerer Vertheilung auftritt, wie deutlich ein Blick auf die gegebenen Abbildungen 27—37 lehrt.

Während bisher nur ein cyanophiler Keimfleck im Keimbläschen vorhanden war, zeigt sich im Folgestadium plötzlich eine andere Substanz, die erythrophil ist, sich aber doch von den roth tingirten Chromatinbrocken durch ihren Farbenton unterscheidet. Sie findet sich bei ihrem Auftreten stets dem Keimfleck dicht angelagert und färbt sich in einem schönen Rosaton, welchen ich in Fig. 31 wiederzugeben versuchte. Eine gewisse Regelmäßigkeit in der Form, in der diese Nucleolensubstanz auftritt, ist nicht zu konstatiren. In der dargestellten Eizelle sieht man sie bereits an zwei Stellen des cyanophilen Kernkörpers auftauchen. Mindestens eben so häufig ist dies nur an einem Punkte der Fall und dann der Masse nach nur so viel, als die kleinere Partie ausmacht. Oft beobachtete ich auch einen äußerst schmalen, rothen Saum um den cyanophilen Kernkörper, den ich jedoch hier für eine Extraktionserscheinung halten möchte. Erwähnen will ich noch, dass besagte erythrophile Keimflecks-substanz einige Male an drei bis vier Stellen an dem ursprünglichen Nucleolus in Form von kleineren und größeren Knospen hing.

Was die Herkunft dieser neuen Substanz betrifft, so vermag ich nur zu sagen, dass sie stets im Zusammenhang mit dem cyanophilen Keimfleck anzutreffen war, also niemals frei an einer anderen Stelle des Keimbläschens. Durch Anlagerung irgend welcher chromatischen Partikel aus dem Kerninhalte kommt sie nicht zu Stande; es ist wenigstens davon nichts zu bemerken. Es bleibt nur noch die Möglichkeit übrig, sie als Umwandlungsprodukt des großen Körpers aufzufassen, eine Annahme, zu welcher schon FLEMMING (15) bei *Anodonta* gelangte, wo er »am Haupttheil großer und mittelgroßer Eier (niemals junger oder ganz junger) ein oder mehrere Buckel hängend antraf«. FLODERUS (18) hat bei *Corella parallelogramma* (l. c. Taf. X,

Fig. 18) im Keimbläschen eines lebenden Eies eine knospenähnliche Ausbuchtung am Nucleolus wahrgenommen; diesbezügliche Beobachtungen an einer Menge von Thieren liegen noch von AUERBACH (1), LEYDIG (43) und Anderen vor. Vielleicht ist in der Theilung, wie sie v. HESSLING (32) für die Perlmuschel annimmt, auch nur ein Quellvorgang des großen Kernkörpers zu sehen, der einer Knospung nicht unähnlich sieht.

Das noch zu beschreibende Wachstum des zweitheiligen Nucleolus müsste man sich wohl durch Aufnahme und Assimilation flüssiger Substanzen aus dem Kernraum erklären.

Vacuolen beherbergt besagte Partie des Nucleolus in diesem frühen Stadium noch nicht, kurz darauf sind sie dagegen gelegentlich anzutreffen, wie Fig. 32 zeigt.

Die roth gefärbte Partie des Nucleolus nimmt jetzt an Masse im Verhältnis gegen den anderen Abschnitt in auffallender Weise zu, so dass sie jenen sehr bald an Größe nicht mehr nachsteht; vorläufig sind beide noch mit einander verbunden (Fig. 33). Hierbei möchte ich an die Verhältnisse, wie sie STAUFFACHER (60) für *Cyclas cornea*, WILSON (71) für *Nereis*, FLODERUS (18) (Fig. 14 Taf. XXII l. c.) für *Pholas dactylus* schilderten, erinnern, wo ebenfalls ein zweitheiliger Nucleolus vorhanden ist. Bald kann die Verbindung aber lockerer werden und schließlich zur Trennung führen. Ich sprach von einer lockeren Verbindung, denn in dieser Beziehung herrscht im weiteren Verlauf keine Gesetzmäßigkeit vor. In Fig. 34 ist ein Ei abgebildet; dessen Kernkörper noch mit den Rändern eben zusammenhängen, der erythrophile Theil scheint an der Berührungsstelle noch nicht scharf abgerundet zu sein. In Fig. 35 ist der Kontakt noch geringer, und beide liegen schon fast isolirt neben einander. Häufig befanden sich beide Gebilde räumlich weit von einander getrennt.

Fig. 36 stellt ein Ei dar, welches trotz seines Alters noch beide Substanzen vereinigt zeigt. An Masse überwiegt jetzt bedeutend die erythrophile Partie. Solche Bilder erinnern an Befunde, wie sie FLODERUS (l. c.) von *Pholas dactylus* in den Fig. 13, 15 und 17 wiedergab. Hier wären auch die bereits erwähnten Arbeiten von LUKJANOW (46), STOLNIKOW (62), OGATA (50), HERMANN (27), FRENZEL (21) und LÖNNBERG (45) zu nennen, in denen sich ähnliche Abbildungen finden (cf. Litteraturübersicht).

Diese Befunde stehen in völligem Einklang mit denen der früheren Beobachter. Nach FLEMMING (17) bestand der Hauptnucleolus

in mittelgroßen Eiern »aus einem kleineren Theile, der bedeutend stärker lichtbrechend und tingirbar, ferner aus einem größeren, blasserem Abschnitte, der schwächer chromatisch war und in Säure mehr quillt«. Dasselbe gilt auch von *Cyclas cornea* (17) und *Dreissena polymorpha* (16). Bei letzterem Objekt »ist der stark lichtbrechende und chromatische Theil als Hohlkappe um den blasserem herumgelagert«. Bei *Anodonta* hängen beide Theile zusammen, »bei *Unio* sind sie vielfach nur mit einander in Berührung oder liegen selbst getrennt«.

In einer anderen Arbeit FLEMMING's (15) heißt es über *Anodonta*: »Bei jüngsten Eiern sind die Kernkörper (0,25 μ) einfach rund, bei größeren sind sie schon zweitheilig, jedoch so, dass der stark lichtbrechende Theil noch größer ist.«

O. HERTWIG (30) unterschied bei *Unio pictorum* einen kugeligen Hauptkörper und diesem aufsitzend einen kleineren, halbkugligen Theil, von größerer Durchsichtigkeit und größerem Lichtbrechungsvermögen. Beide Körper sind deutlich von einander abgegrenzt. Seine gleichen Befunde an *Tellina* (28) sind hier auch zu erwähnen.

Endlich möchte ich noch angeben, dass ich, wenn auch nur einige Male, eine Dreitheiligkeit des großen Kernkörpers in der Art sah, wie sie LIST (43) von *Pholas dactylus* in Fig. 16 Taf. XXII abbildete. Dass dieselbe aber als ein besonderes Stadium aufzufassen ist, möchte ich nicht glauben, sondern sie vielmehr für eine zufällige Lageerscheinung halten. R. WAGNER (67) bemerkte auch bei *Unio* und *Anodonta* »drei an einander gereichte oder auch isolirte Keimflecke«, was in einigen Fällen nach STAUFFACHER (60) auch für *Cyclas cornea* zutrifft (l. c. Fig. 7).

Außer diesem zusammengesetzten Keimfleck sind in den letzten Stadien (Fig. 34—36) noch andere Nebennucleolen anzutreffen. Ich kann FLEMMING (15) nur beipflichten, wenn er von ihnen sagte, dass ihre Größe, Zahl und Anordnung nicht konstant sei. Sie sind bisweilen von einer ganz außerordentlichen Kleinheit.

Bei *Anodonta* versuchte FLEMMING die Entstehung der kleinen Kernkörper zu verfolgen und fand, dass sie dort (erst unmittelbar vor der Brunstzeit) auf Kosten der kleineren, stark lichtbrechenden Portion des Keimfleckes gebildet werden. Bei *Unio* ist nichts davon zu sehen; dort verdanken sie ihren Ursprung dem Chromatin, wie ich glaube; denn vergleicht man den Inhalt der Keimbläschen im Stadium etwa der Fig. 29—33 mit demjenigen der in den Fig. 34—36 wiedergegebenen Stadien, so erscheint diese Annahme sehr plausibel.

Sie erinnerten mich nach ihrem Aussehen und, wenn ich ihre Größenverhältnisse, sowie ihren ganzen Habitus in Betracht ziehe, an die Gebilde, welche LEYDIG (43, p. 304) auf Taf. XII in Fig. 24 und 25 neben größeren, anders beschaffenen Keimflecken in unreifen Eiern von *Theridium* abbildete; jedoch kommen sie dort nur in einer Partie des Keimbläschens dicht an einander gedrängt vor, während sie hier nicht auf einen Theil des Keimbläschens beschränkt sind, sondern unregelmäßig zerstreut allenthalben umherliegen.

Interessant ist ein Vergleich von LIST's (44) Ergebnissen an *Mytilus gallo-provincialis* und an *Pholas dactylus* mit den meinigen an *Unio batavus*, wegen der immerhin nahen Verwandtschaft der drei Thiere. Schon auf den ersten Blick zeigt es sich, dass bei den beiden Repräsentanten der Asiphoniaten völlig verschiedene Verhältnisse anzutreffen sind. Zunächst kommt man zu dem Resultat, dass beim Keimfleck von *Mytilus gallo-provincialis* überhaupt gar nicht der typische Lamellibranchiatencharakter zum Vorschein kommt. So fand sich z. B. nach der Darstellung von LIST die blau tingirte Substanz in den einzelnen Eistadien in so großer Formenverschiedenheit vor, dass es schwierig ist, einen Zusammenhang in dem Verhalten dieser Partie im wachsenden Keimfleck herauszufinden, wie sich bei einem Vergleich der dort in Fig. 1—8 Taf. XXII gegebenen Abbildungen ergibt. Einen typischen Lamellibranchiatenkeimfleck besitzt dagegen *Pholas dactylus*. Die Keimflecke in den Fig. 11—20 (l. c.) zeigen einen Habitus im Aufbau, wie ich ihn für *Unio batavus* oben beschrieb, abgesehen von der Verschiedenheit der einzelnen Kernkörperbestandtheile in ihrer Färbung. So erreicht bei *Pholas dactylus* die eine Substanz, welche zuerst nur eine geringe Ausdehnung besaß, durch rapide Zunahme im Laufe der weiteren Ausbildung zunächst dieselbe Größe, wie die andere, um sie späterhin an Ausdehnung weit zu übertreffen. Das ist in der Hauptsache genommen ein Verhalten, welches vollkommen mit dem der cyanophilen Masse bei *Unio batavus* von mir geschilderten übereinstimmt.

Epeira diademata.

Dass die jüngsten Eier von *Epeira diademata* einen unregelmäßig gestalteten Keimfleck besitzen, hebt schon KORSCHOLT (36) hervor und giebt dafür auf Taf. IV in Fig. 86 eine Abbildung, welche der von mir in Fig. 37 Taf. XIII entworfenen vollkommen entspricht. Der Kernkörper setzt sich bereits in diesem frühen Stadium aus den beiden chromatophilen Substanzen zusammen, was deutlich an dem

in Fig. 37 rechts befindlichen Ei zu erkennen ist. Ein bestimmtes Verhältnis der Menge beider Substanzen zu einander ist nicht zu konstatiren. Das Chromatin liegt in kleineren und größeren Anhäufungen ganz unregelmäßig im Keimbläschen vertheilt. Das Folgestadium (Fig. 38) zeigt ein verhältnismäßig bedeutendes Wachstum des Hauptkeimfleckes. Wie zuvor, ist auch hier die cyanophile Masse rings scharf abgegrenzt, nicht so die erythrophile. Es erscheint auf den ersten Blick, als ob letztere eine große unregelmäßig geformte Anhäufung darstelle; sieht man jedoch genauer zu, so löst sich dieselbe in mehrere kleinere auf. Diese liegen in verschiedenen Ebenen über und unter einander. Der Keimfleck ist also als Ganzes mit keinem scharfen Kontour versehen. In der Nuancirung des Farbtones ist die roth tingirte Partie des Kernkörpers vom Chromatin nicht zu unterscheiden.

Ihr Wachstum erfolgt, wie ich sicher annehmen möchte, durch Aneinanderlagerung und Zusammenballung kleiner chromatischer Partikelchen. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht folgender Befund. Bei einem ungefähr in dem zuletzt erwähnten Stadium der Ausbildung befindlichen Ei war deutlich zu sehen, dass sich die erythrophile Partie des Keimfleckes aus kleinsten Chromatintheilchen zusammensetzte, wie dies Fig. 39 veranschaulicht. Als seltenes Vorkommnis möchte ich es bezeichnen, dass hier in dieser Eizelle, welche beiläufig bemerkt einem anderen Individuum entstammt, zwei cyanophile Keimflecke vorhanden sind. Eine große Umwandlung erleidet der beschriebene Kernkörper im Laufe der weiteren Ausbildung des Eies (Fig. 40). Zunächst wird er deutlich begrenzt, und bietet sich mehr als ein kompaktes Ganzes dar. Seine chromatophilen Substanzen sind besonders scharf von einander abgesetzt. Was ihre Lagerung gegen einander betrifft, so fand ich hier stets die blau tingirte Substanz von der rothen völlig oder theilweise eingeschlossen, jedoch war auch nicht ein einziges Mal das umgekehrte Verhältnis zu bemerken. Auch für dieses Altersstadium ist die in Fig. 40 gegebene Abbildung nicht als typisch aufzufassen. In der dargestellten Eizelle besteht die cyanophile Masse offenbar aus zwei sich berührenden Kugeln, was natürlich nicht nothwendig der Fall zu sein braucht. Die erythrophile Substanz schien mir in dieser Entwicklungsstufe stets einen gewissen Grad von Zähflüssigkeit aufzuweisen, welchen Eindruck ich von der anderen Substanz nicht hatte. Dafür spricht auch der sich dunkelroth abhebende Kontour, der jene nach Art einer Membran umgiebt.

In ähnlichem Zustande schien sich bei *Limax maximus* der mützenförmige Keimfleck zu befinden, welcher sich ebenfalls erythrophil verhielt, und dessen Inhalt sich bis zu einem gewissen Grade auch als von weicher Konsistenz zu erkennen gab. So viel über den Hauptkeimfleck! Es taucht in diesem frühen Stadium nun noch ein zunächst sehr kleiner Nebenkeimfleck auf; in den späteren Stadien bilden sich deren mehrere. Derselbe färbt sich stets roth, gewöhnlich aber nur sehr blass, so dass es bisweilen aus diesem Grunde und wegen seiner geringen Größe außerordentlich schwierig ist, zu entscheiden, ob man es wirklich mit einem solchen Kernkörper zu thun hat, oder mit einem Klümpchen chromatischer Substanz, welcher letzteren er sehr ähnlich sieht. Er macht sich seiner Gestaltung nach stets als ein scharf abgerundeter Körper bemerkbar; ein weiteres Hauptkriterium giebt eine helle Zone rings um ihn ab, so dass er wie von einem Hofe umgeben erscheint.

Nach FLEMMING (16), welcher solche Höfe auch häufig beobachtete, muss man zwei Arten derselben unterscheiden. Die einen stellen weiter nichts, als eine optische Erscheinung dar; FLEMMING bezeichnet sie als »Reflexhöfe«. Sodann fand er aber in manchen Präparaten noch helle Räume um Nucleolen, welche in anderen Präparaten wieder nicht zu sehen waren, obgleich sie auf dieselbe Weise, wie jene ersteren, konservirt wurden. Aus diesem Grunde betrachtet sie Verfasser als Kunstprodukte. Für den hier vorliegenden Fall möchte ich dazu Folgendes bemerken, da auch ich naturgemäß zunächst die hellen Höfe als Kunstprodukte anzusehen geneigt war:

ad 1) Wenn die Höfe dieser kleinen, erythrophilen Nucleolen durch die starke Lichtbrechung letzterer hervorgerufen werden, würden die großen, cyanophilen Keimflecke, welche in noch viel höherem Grade lichtbrechend sind als jene, ebenfalls derartige helle Räume in ihrer Umgebung aufweisen; dies ist jedoch nicht der Fall. Eben so würde bei *Limax maximus* der kleine, erythrophile Kernkörper, der gleichfalls stark lichtbrechend ist, diese Erscheinung zeigen, doch ist sie dort nie anzutreffen.

ad 2) Die Höfe in meinen Präparaten, welche sämmtlich mit Sublimat fixirt waren, fand ich immer nur in gewissen Stadien, dort aber stets um die kleinen, erythrophilen Nucleolen vor.

Aus diesen Gründen bin ich doch zweifelhaft, ob die erwähnten hellen Räume wirklich als Kunstprodukte aufzufassen und nicht vielmehr in der Konstitution des Kernes bedingt sind.

Was die Lage dieses Kernkörpers betrifft, so wäre hervorzu-

heben, dass er bei seinem Auftreten nie den Hauptkeimfleck berührt, sondern stets getrennt von jenem auftaucht.

Ungefähr bis zu einem Stadium, welches durch Fig. 42 dargestellt wird, hat der Hauptkernkörper eine mehr oder weniger abgerundete Form und setzt sich aus den beiden bekannten chromatophilen Substanzen zusammen. Jedoch findet man ihn bisweilen noch in einem Stadium, welches Fig. 41 wiedergibt, von ähnlicher unregelmäßiger Beschaffenheit im Bau, wie sie zuvor in Fig. 38 abgebildet wurde. Man könnte vielleicht dadurch den Eindruck erhalten, als hätte das in Fig. 41 abgebildete Ei das geschilderte Alter noch gar nicht erlangt. Dass dies aber doch der Fall ist, beweist, abgesehen von der Größe seines Plasmaleibes und Hauptnucleolus, auch der Umstand, dass sich schon der vorhin erwähnte kleine Nebenkeimfleck gebildet hat; auch hier macht sich ein heller Hof rings um ihn bemerkbar, wie in Fig. 40 und 41. Die erythrophile Partie ist in Form von unregelmäßig gestalteten Klumpen ohne scharfe Begrenzung am großen Kernkörper vertreten. In den nun folgenden Stadien tritt eine unbestimmte Zahl der blassen, kleinen Keimflecke auf, welche mit dem Alter des Eies ebenfalls wachsen; einige von ihnen erreichen sogar immer einen ziemlich beträchtlichen Umfang, wie die Fig. 43—47 zeigen. Jedoch nicht alle bringen es zu einer solchen Größe. Es sind dies solche Nucleolen, die noch in späten Stadien in großer Nähe des Hauptkeimfleckes auftreten (Fig. 44 und 47), ein Umstand, der sich aus ihrem später zu besprechenden Verhalten erklärt. Die größeren Nebenkernkörper besitzen nicht mehr eine vollkommen homogene Struktur, wie dies zuerst der Fall war (Fig. 40—42), sondern viele sind von zahlreichen kleinen Vacuolen durchsetzt; hierdurch wären sie, abgesehen von ihrer Färbung, im Aussehen mit dem großen Keimfleck der ältesten Eier von *Helix pomatia* zu vergleichen, wenn nicht beide Kerngebilde in Folge ihrer bedeutenden Größenunterschiede von einander strukturell different erschienen. Vacuolen sind bisher im großen Kernkörper nur äußerst selten vorhanden, späterhin treten stets deren mehrere in der cyanophilen Masse auf.

Was nun die Form des großen Keimfleckes betrifft, so ist dieselbe in allen diesen und den folgenden Stadien weiter eine völlig willkürliche zu nennen. Gewöhnlich schließt die erythrophile Substanz die cyanophile theilweise ein, doch findet man auch gelegentlich eine andere Zusammenlagerung beider. Der in Fig. 43 wiedergegebene Nucleolus erinnert außerordentlich an die Verhältnisse, wie

sie bei *Unio batavus* in den älteren und ältesten Keimbläschen anzutreffen sind.

Der Unterschied zwischen den Hauptkeimflecken beider Objekte ist nur in der Art und Weise ihrer Bildung und Zusammensetzung zu suchen; dort war, wie erinnerlich sein wird, die erythrophile Substanz wahrscheinlich als ein Abspaltungs- oder Quellungsprodukt der anderen anzusehen, hier wuchs sie durch Aufnahme geformter Bestandtheile des Keimbläschens heran, wie man als ziemlich sicher annehmen darf.

Bei *Epeira diademata* sah ich nur in diesen etwa mittelgroßen Eiern in einigen Fällen den großen Kernkörper nach dem Lamelli-branchiatentypus zusammengesetzt. Auch nur vereinzelt beobachtete ich eine Anordnung der chromatophilen Substanzen, wie sie in Fig. 48 dargestellt ist. An beide Pole der erythrophilen Masse hat sich cyanophile Substanz angelagert; dies Verhalten erinnert an einzelne Befunde von HERMANN (27), LÖNNBERG (45), STOLNIKOW (62), FRENZEL (21) und in neuester Zeit von LIST (44). Letztgenannter Autor bildet dort auch ein Ei von *Pholas dactylus* in Fig. 18 ab, wo die eigenthümliche Verlagerung statt hat, nur dass dort die Substanzen die umgekehrte Tinktion zeigen. Auf welche Weise die blau gefärbte Partie wuchs, ist während der ganzen Dauer ihrer Existenz nicht wahrzunehmen. Das Nährmaterial wird auch hier nie in kompakter, sondern höchst wahrscheinlich in gelöster Form aufgenommen. Anders verhält es sich dagegen mit dem erythrophilen Bestandtheil des großen Nucleolus. Mit ihm verschmelzen die erythrophilen Nebenkeimflecke. Letztere bilden also in dem letzten Theil der Eibildung die Hauptzufuhr für diese Partie. Fig. 44 veranschaulicht die soeben besprochenen Verhältnisse. Ein kleiner Nebenkeimfleck konnte in der Zeichnung nicht wiedergegeben werden, er liegt nämlich gerade über dem erythrophilen Gebilde an der linken Seite des Hauptkeimflecks und war nur bei sehr hoher Einstellung sichtbar. Der rechts gelegene, größere Nebenkeimfleck ist gerade im Begriff sich an jenen anzulegen, während der linke, kleinere von demselben noch vollkommen isolirt ist. In den vorhergehenden Schnitten ist im Keimbläschen noch ein umfangreicherer Nebenkeimfleck anzutreffen. Die größte Menge der erythrophilen Partie des Hauptkeimflecks befindet sich erst im nächstfolgenden, noch ein kleiner Theil desselben im vorhergehenden Schnitte. Was die Anwesenheit der bereits weiter oben erwähnten Vacuolen in dem blau tingirten Abschnitte betrifft, so möchte ich auf die Fig. 45—47 verweisen. Die

Kernkörper dieser Abbildungen gehören nun auch gleichzeitig den ältesten Eizellen an. Sie sind willkürlich herausgegriffen, um die Mannigfaltigkeit ihrer Gestaltung zu zeigen. Die Fig. 46 und 47 stellen den Nucleolus eines und desselben Keimbläschens dar, und zwar Fig. 46 bei hoher und Fig. 47 bei tiefer Einstellung. Erwähnenswerth wäre noch die Anwesenheit eines weiteren kleinen, erythrophilen Nebenkeimfleckes. Es wurde unterlassen, ihn abzubilden, da er zu weit entfernt vom Hauptkeimfleck lag.

HENNEGUY (26) bildete eine von BALBIANI entworfene, aber noch nicht veröffentlichte Zeichnung auf p. 105 in Fig. 53 ab, die mit meinem Befunde übereinstimmt.

Auch KORSCHULT (36) beschrieb, dass der Kernkörper bei *Epeira diademata* aus einer Anzahl verschieden großer Kugeln bestände (cf. l. c. Taf. IV, Fig. 79), »deren jede eine keimfleckartige Struktur zeigte, d. h. mit Vacuolen versehen wäre«. Diese Angabe kann ich also nach meinen Präparaten nur bestätigen. Sodann möchte ich bei dieser Gelegenheit noch auf KORSCHULT's Fig. 80 und 79 auf Taf. IV hindeuten. Dort ist an dem Keimfleck deutlich eine centrale Masse von den »Kugeln« zu unterscheiden; sie entsprechen offenbar der cyanophilen Substanz in meinen Abbildungen.

In den allerältesten unreifen Eiern, die bekanntlich einen noch größeren Umfang erreichen, aber in dem untersuchten Ovarium nicht vorgefunden wurden, waren noch die erythrophilen Keimflecke anzutreffen, jedoch in geringerer Zahl. Dies steht wieder in völligem Einklang mit der von KORSCHULT (l. c. p. 57) gegebenen Beschreibung. Nach ihm »zeigt sich der Keimfleck in den größten Eiern als ein centraler, kugelförmiger Körper (mit mehreren Vacuolen), welchem noch immer kleinere Partikel angelagert sind«.

Von LEYDIG (43) liegen noch Angaben über Kernkörper der Spinnen vor. Im einfachsten Falle weist das Keimbläschen einen einzigen größeren solchen Nucleolus auf, welcher das Bild eines Knäuels darbietet. Sodann kann das Keimbläschen Nucleolen von deutlich zweierlei Art beherbergen: Die einen davon sind »groß, rundlich und dunkelrandig, die anderen klein, blass und von mattkörnigem Wesen«. Diese letzteren entsprechen offenbar den von mir bei *Epeira diademata* gesehenen Nebenkernkörpern.

Der Nucleolus im Ei von *Phalangium opilio* wurde von BALBIANI (2) als ein schaumiges, von zahlreichen Vacuolen durchsetztes Gebilde geschildert. Einige von diesen Vacuolen springen in Gestalt eines Bläschens über die äußerste Schicht der Nucleolarsubstanz hervor.

Ähnliches findet BALBIANI bei den meisten Spinnen; mir scheint dies gerade für *Epeira diademata* im Stadium der Fig. 45—47 zutreffend zu sein.

Tegenaria domestica.

Das Auftreten und die Umbildung der Keimflecke der Hausspinne, *Tegenaria domestica*, ist eine völlig abweichende von derjenigen der bisher untersuchten Objekte. Während bei letzteren doch wenigstens nur für eine kurze Zeit, sei es am Anfang oder gegen das Ende der Eibildung, ein verhältnismäßig großer Keimfleck im Keimbläschen vorhanden war, wie wir gesehen haben, fand ich bei dieser Spinne durch alle Phasen der Eibildung hindurch, auch nicht einmal für kurze Zeit oder ausnahmsweise einen einzigen größeren Nucleolus, sondern es waren deren stets mindestens zwei bis drei vorhanden. In den meisten Stadien der Wachstumsperiode findet sich eine beträchtliche Anzahl Nucleolen vor.

Im jüngsten Stadium, welches mir vorlag, zeigten sich schon mehrere, deutlich blau tingirte Keimflecke von verschiedenem Umfange, die gewöhnlich eine fast ihr ganzes Innere ausfüllende Vacuole beherbergten. In dem in Fig. 49 abgebildeten Keimbläschen schien es mir, als ob unterhalb der beiden cyanophilen Keimflecke noch zwei kleinere Partikel mit undeutlichen Umrissen lagen, welche sich ebenfalls blau färbten; sie sind jedoch von so geringer Größe, dass es nicht möglich ist, ein entscheidendes Urtheil über ihre eigentliche Färbung abzugeben. Ich habe sie in der Abbildung wenigstens anzudeuten versucht. In dem wachsenden Keimbläschen taucht nun eine größere Zahl von Keimflecken auf. In Fig. 50 konnten zwei solcher Nucleolen vom vorhergehenden Schnitte, die an Umfang dem größten gleichkommen, ihrer Lage wegen nicht in die Abbildung aufgenommen werden; dies Ei enthält also sechs cyanophile Keimflecke.

Man bemerkt oft noch kleinste Körnchen, welche sich einigermaßen scharf vom Chromatinnetz abheben, jedoch nicht in Folge ihrer differenten Tinktion, sondern dadurch, dass sie scharf abgerundet sind. Diese verschmelzen allmählich mit den cyanophilen Nucleolen; hierauf deuten wenigstens zahlreiche Anlagerungen ihrerseits an jene hin.

Geht man einen Schritt weiter in der Ausbildung der unreifen Eier, so ist nur zu bemerken, dass die Menge der cyanophilen Keimflecke noch im Zunehmen begriffen ist; ihre Anzahl ist in den ein-

zelen Eizellen eine gänzlich verschiedene. So zählte ich in einer solchen, die sich kurz vor dem in Fig. 51 wiedergegebenen Stadium befand, ca. 22 Nucleolen, welche allein auf einem Schnitte lagen. Die Menge der Keimflecke eines Keimbläschens ist also sehr groß. Eine genaue Zählung derselben würde aus zwei Gründen ziemliche Schwierigkeiten bereiten. Erstens sind sie nämlich so dicht an einander gelagert, dass oft eine Abgrenzung der einzelnen von einander nicht mit Sicherheit zu unterscheiden ist. Sodann würde man sehr häufig in Verlegenheit gerathen, ob man die kleinen, in Umwandlung begriffenen Körnchen als cyanophile oder erythrophile Kernkörper aufzufassen hätte, denn gerade in derartigen Keimbläschen sieht man deutlich, dass, je kleiner die Kernkörper sind, sie desto mehr zur Erythrophilie neigen. Gewöhnlich weisen die cyanophilen, kleinen Kernkörper eine verhältnismäßig große Vacuole in ihrem Inneren auf; so lange sie sich erythrophil verhalten, war dies nicht zu konstatiren.

Ähnliche multinucleoläre Zustände kehren in den ältesten unreifen Eiern, welche mir zu Gebote standen, wieder und wurden in den Fig. 53 und 54 veranschaulicht.

In noch älteren Keimbläschen (Fig. 51) findet man sodann schon einige größere, blau tingirte Keimflecke von unbestimmter Zahl, gewöhnlich drei bis fünf. Sie entstehen dadurch, dass die soeben erwähnten, zahlreichen kleinen Kernkörper sich allmählich an einander lagern, um eine Verschmelzung einzugehen. Es sind noch immer viele kleine Keimflecke anzutreffen, welche ebenfalls allmählich von den großen aufgenommen werden. Das in Fig. 51 abgebildete Ei wies in einem anderen Schnitte noch gegen 25 solcher Gebilde auf.

Fig. 52 zeigt, dass die Verschmelzung weiter vor sich gegangen ist.

BALBIANI'S (3) Abbildungen von Eiern der *Teg. domestica* (cf. l. c. Taf. II, Fig. 1—14) erläutern ebenfalls sehr deutlich, wie das Keimbläschen zunächst von vielen kleineren Nucleolen erfüllt ist, die späterhin verschmelzen.

Häufiger tritt die cyanophile Substanz nur zu zwei Keimflecken vereinigt auf, in diesem Ei sind deren drei vorhanden, welche sich durch ihren bedeutenden Umfang auszeichnen. Man sollte nun, wenn man den Entwicklungsgang der vorher untersuchten Keimzellen in Betracht zieht, annehmen, dies seien diejenigen Eier, die ganz kurz vor der Reife stehen; auffallender Weise verhält sich dies aber nicht so, sondern jetzt machen die Keimflecke noch Veränderungen durch,

welche im Vergleich mit den bisherigen Befunden als recht überraschende zu bezeichnen sind. Es findet nämlich jetzt eine Auflösung der großen Keimflecke statt, welchen Vorgang Fig. 53 veranschaulichen soll. Ein derartiger Zerfall ist schon von so vielen Autoren an Kernkörpern der verschiedensten Zellen beobachtet worden, dass es mich zu weit führen würde, auf die einzelnen Fälle einzugehen. Nur eine hierher gehörige Beobachtung von BÖHMIG möchte ich nachher erwähnen, da dieselbe auf Tinktionsveränderungen der Zerfallprodukte hinweist, und die vom Keimfleck von *Tegenaria domestica* losgelösten Stücke in dieser Hinsicht ebenfalls ein anderes Verhalten zeigen als der zuvor kompakte Nucleolus. Dieselbe merkwürdige Thatsache ergibt sich bei diesem Vorgange wieder, wie zuvor bei dem Auftreten der Nucleolen, nämlich, je kleiner die sich loslösenden Partikel sind, desto mehr neigen sie zur Erythrophilie, nur mit dem Unterschiede, dass im Anfange der Eibildung verhältnismäßig kleinere Kernkörper eine ausgesprochene blaue Tinktion zeigten, während hier ziemlich große Stücke schon einen Mischton zwischen Blau und Roth annehmen; außerdem sind gewöhnlich selbst die umfangreicheren Stücke nicht rund, sondern unregelmäßig gestaltet, ferner beherbergen die kleinen und mittleren Körper keine Vacuolen, beides im Gegensatz zu den heranwachsenden Keimflecken (Fig. 49). Gerade das Fehlen von Vacuolen ist für diese Zerfallprodukte recht charakteristisch. Wenn man die Schnittserie durchsieht, so stellt es sich heraus, dass in solchen älteren Keimbläschen so viele Theilstücke vorhanden sind, dass man auf ihre Zählung verzichten muss. Nach BÖHMIG (9) tingirt sich das in gewissen Stadien der Eibildung kugelig kompakte Kernkörperchen von *Stichostemma graecense*, welches später eine maulbeerförmige Gestaltung annimmt, so lange es in diesen beiden Formen auftritt, bei Anwendung von Hämatoxylin-Safranin oder der BRONDI-EHRLICH'schen Flüssigkeit tief roth (cf. l. c. Taf. XVII, Fig. 51 und 52). Als bald hat jedoch ein Zerfall dieses Kernkörpers in eine Anzahl kleiner kugelig Körper statt. Letztere jedoch färben sich nach Anwendung derselben Tinktionsmittel blau mit einem Stich ins Violette (cf. l. c. Taf. XVII, Fig. 54) beziehungsweise blaugrün mit einem Stich ins Rothe. Es weist dieses Verhalten der Bruchstücke immerhin eine entfernte Ähnlichkeit mit meinem Befunde bei *Tegenaria* auf.

In der Fig. 54 ist der Zerfall vielleicht noch deutlicher zu sehen. Von dem noch erhaltenen größeren Klumpen hat sich ein rundliches, größeres Stück abgetrennt, während in der Mitte bereits, vielleicht

durch das Auftreten der Vacuole eingeleitet, eine weitere Theilung bevorsteht. Rechts von dem sich auflösenden Nucleolus sieht man andere, schon sehr klein gewordene Theilungsprodukte.

Wir haben also hier für *Teg. domestica* zu konstatiren, dass sich die Nucleoli im Laufe der Eibildung zunächst alle zu zwei bis drei äußerst umfangreichen Keimflecken vereinigen, um, wenn dies erreicht ist, den umgekehrten Process durchzumachen, d. h. wieder zu zerfallen. Leider bildet BALBIANI in der vorher citirten Arbeit von den ältesten unreifen Eiern nicht mehr die Keimbläschen mit ab, sondern nur den Dotterkern, da es ihm bei seinen Untersuchungen nur auf die Entstehung des letzteren ankommt.

Dolomedes fimbriatus.

Sehr verschieden nicht nur von den früher geschilderten Molusken, sondern auch von den bisher untersuchten Spinnen ist das Verhalten der Nucleolarsubstanzen bei *Dolomedes fimbriatus*. In den jüngsten Eiern erscheint das Keimbläschen, um zunächst seinen Habitus allgemein zu charakterisiren, dunkel durch das Chromatin, welches in unregelmäßigen Bröckchen in seinem Inneren vertheilt ist. Später findet man das Keimbläschen heller tingirt (Fig. 58—60).

Was die Keimflecke betrifft, so ist Folgendes zu bemerken. In den jüngsten Stadien fand ich stets nur einen solchen vor. Jedoch zeigt die Doppelfärbung mit großer Deutlichkeit, dass er sich aus beiden chromatophilen Substanzen zusammensetzt (Fig. 55); die cyanophile Substanz überwiegt an Masse, gewöhnlich in einem noch höheren Maße, als gerade bei dem in der Fig. 55 wiedergegebenen Ei. Es ist also bei *Dolomedes fimbriatus* und *Epeira diademata* in diesen jüngsten Stadien eine gewisse Ähnlichkeit unverkennbar. Das Folgestadium bietet aber schon gänzlich andere Verhältnisse dar (Fig. 56). Es ist jetzt die Anwesenheit von zwei tinctionell verschiedenen Kernkörpern zu konstatiren. Trotz der genauesten Durchsicht der mir zur Verfügung stehenden Schnitte ist es mir nicht möglich, über die Entstehung des kleinen erythrophilen Nucleolus etwas anzugeben. Allerdings bin ich der Ansicht, dass man die Bildung von manchen Keimflecken nur am lebenden Objekt, nicht an konservirtem Material mit völliger Sicherheit feststellen kann, was mir hier zutreffend zu sein scheint. Ich denke mir, dass sich in solchen Fällen der betreffende Kernkörper als Folge irgend eines chemischen Processes, dessen Ursache in physiologischen Vorgängen der Zelle zu suchen ist, als ein außerordentlich kleines Tröpfchen

im Inneren des Keimbläschens ausscheidet. So sahen wir das plötzliche Auftauchen eines erythrophilen Keimfleckes schon bei *Limax maximus* (Fig. 15), und das der Anfangs kleinen Nebennucleolen bei *Ep. diademata* (Fig. 40) und werden es noch bei einer anderen Form, *Drassus quadripunctatus*, zu konstatiren haben. Wenn ich nach dem mir vorliegenden Material urtheilen darf, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die erythrophile Masse im Stadium der Fig. 55 sich von der cyanophilen Substanz loslöst, um dann unabhängig von dieser als selbständiger Nucleolus im Keimbläschen zu persistiren. Die große Nähe des neu entstandenen Körpers zum cyanophilen Keimfleck machte eine solche Annahme recht wahrscheinlich, doch als ich daraufhin die Schnitte durchmusterte, bemerkte ich, dass es sich ebenfalls in den ältesten, wie in mittleren Stadien, gelegentlich in der unmittelbaren Nähe des großen Kernkörpers befand. Eine direkte, innige Berührung beider habe ich nicht gesehen. Über dieses kleine Gebilde wäre des Weiteren wenig zu sagen; es ist stets vorhanden, von homogener Beschaffenheit und wächst ebenfalls mit zunehmendem Alter der Eizelle und ist noch in den ältesten Keimbläschen anzutreffen. In den jungen Eiern macht sich ein heller Hof in der Umgebung des kleinen Nucleolus bemerkbar (Fig. 56), wie dies von *Ep. diademata* bereits erwähnt wurde.

Auf welche Art und Weise beide Nucleolen an Masse zunehmen, entzieht sich jeglicher Beobachtung, da von Substanzanlagerungen an dieselben, etwa wie bei *Helix pomatia* oder *Ep. diademata* nichts zu bemerken ist.

Über die Umbildungen, welche der cyanophile Keimfleck erfährt, ist auch nur noch wenig zu sagen, und kann ich die diesbezüglichen Angaben KORSCHOLT's (36) nur bestätigen. Es treten nämlich im wachsenden großen Kernkörper, wenn er sich etwa im Alter des in Fig. 57 abgebildeten befindet, gelegentlich einige Vacuolen auf. In etwas weiter vorgeschrittenen Eiern (Fig. 58) trifft man dann in diesem Nucleolus immer eine unbestimmte Anzahl von Vacuolen; eine derselben zeichnet sich gewöhnlich schon jetzt durch ihre Größe aus. In den Keimflecken, welche sich zwischen den beiden in Fig. 58 und 59 abgebildeten Eiern befinden, ist stets eine äußerst umfangreiche Vacuole zu bemerken. Sie ist gewöhnlich in den älteren Stadien (Fig. 59) von so beträchtlichen Dimensionen, dass sie den Inhalt des Kernkörpers zum größten Theil ausfüllt. Offenbar ist sie allmählich durch Zusammenfließen der anderen, kleineren Vacuolen entstanden. Sie liegt niemals central, sondern stets der

Peripherie des Keimfleckes genähert, so dass an der entsprechenden gegenüberliegenden Seite der aus der Substanz des Kernkörpers bestehende Saum breiter ist. In diesem Rest der Nucleolarmasse finden sich noch einige Vacuolen von verschiedenem Umfange. Diese verschmelzen, wie ich gleich hier erwähnen möchte, späterhin ebenfalls mit der großen Vacuole, was ein Blick auf die Fig. 60 bestätigt. Der Inhalt dieser großen Vacuole wird von einer sehr fein granulirten Substanz erfüllt, welche durch das Boraxkarmin sichtbar gemacht wird. Ähnliches hat auch schon KORSCHULT (l. c.) in Fig. 93 auf Taf. IV angedeutet.

In den Keimflecken der ältesten Eier hat die Vacuole eine noch größere Ausdehnung erlangt; die Substanz des Nucleolus stellt gleichsam die Wandung einer Hohlkugel dar, welche ziemlich dünn ist und an einer Seite der Kugel noch etwas breiter sein kann als an der anderen. Was den Inhalt dieser Hohlkugel betrifft, so wäre zu bemerken, dass er jetzt vielleicht um ein Weniges gröber erscheint als zuvor.

FLODERUS' (18) Befunde an Eiern von *Ciona intestinalis* scheinen auf ähnliche Verhältnisse hinzuweisen. Nach ihm hat in den ältesten (cf. l. c. Taf. X, Fig. 17) Ovarialeiern die Vacuole oft eine so große Ausdehnung, dass sie das Volumen des Nucleolus zum größten Theil einnimmt, so dass in der Peripherie nur eine schmale Zone übrig bleibt. Verfasser würde diese Randschicht der von JULIN (25) bei *Styelopsis* beschriebenen »paroi propre« vergleichen, wenn sie sich nicht im Gegensatze zu der von ihm beschriebenen Membran, die »entièrement achromophile« ist, als färbbar erwiesen. Es weist nun *Ciona intestinalis* noch eine Anzahl fester, lichtbrechender Körnchen auf (cf. l. c. Fig. 17), welche FLODERUS für durch die Fixirung entstandene Coagulationsprodukte hält. Diese Bemerkung veranlasst mich, zu erwähnen, dass ich gelegentlich in der großen Vacuole ein Gebilde vorfand, welches ich als ein zufällig in das Innere hineingerathenes Partikelchen der Keimfleckwandung anspreche, ein Vorkommnis, welches leicht beim Schneiden verursacht wird. Einen ähnlichen Bau, wie den soeben beschriebenen fand PFLÜCKE (51) zuweilen bei Kernkörpern der Nervenzellen von Gastropoden. Die Vacuolen erlangen dort, »wenn sie in der Einzahl vorhanden sind, nicht selten eine derartige Ausdehnung, dass selbst die Masse des Nucleolus bis auf einen schmalen Randstreifen verschwunden sein kann«. Verfasser bemerkt ausdrücklich, dass ein derartiges Aussehen nicht nur die Kernkörper in konservirtem, sondern auch in

frischem Material darboten. (Hierzu vergleiche l. c. Taf. XXVII, Fig. 11a.) VICTOR CARUS (6) bildet einige Keimflecke von *Micrommata smaragdula* ab (l. c. Taf. IX, Fig. 20a und b), welche hohl sind und in ihrer Beschaffenheit an eine gewisse Dotterkernbildung erinnern (l. c. Fig. 13 g, Taf. IX). MÉREJKOWSKY (48, p. 103) beobachtete im Keimfleck von *Obelia* ebenfalls eine bis zu einem gewissen Stadium zunehmende Vacuole, die allerdings später nicht mehr vorhanden ist.

Drassus quadripunctatus.

Die jüngsten Eizellen von *Drassus quadripunctatus* weisen zwei ungleich große cyanophile Kernkörperchen auf, wie aus der Fig. 61 hervorgeht. Recht häufig finden sich Zellen, die man vielleicht nach ihrer Größe als ein klein wenig älter ansprechen könnte (Fig. 62). Diese besitzen stets einen langgestreckten, großen Nucleolus, welcher offenbar das Verschmelzungsprodukt der erwähnten Keimflecke darstellt. Bis etwa zu einem Stadium, welches Fig. 63 zeigt, ist nun stets eine unbestimmte Anzahl cyanophiler Keimflecke vorhanden. Dieselben entsprechen in ihrer Größe dem betreffenden Alter des Eies. In der durch diese Figur wiedergegebenen Eizelle geht offenbar eine Verschmelzung der Nucleolen vor sich. Das erythrophile Chromatin zeigt noch bis zum folgenden Stadium eine eigenthümlich regelmäßige Anordnung im Keimbläschen, welche demselben ein ähnliches Aussehen verleihen, wie es den jüngeren Keimbläschen von *Dol. fimbriatus* zukommt (Fig. 63). Es tritt nämlich überall der Form nach in gleichmäßigen Bröckchen auf, die ziemlich dicht neben einander liegen. Bei *Dol. fimbriatus* ändert sich nur diese Art der Vertheilung des Chromatins früher als bei *Drassus quadripunctatus*.

Geht man einen Schritt in der Eibildung weiter (Fig. 64), so bemerkt man, dass sich die cyanophile Substanz zu einem größeren Kernkörper vereinigt. Es kann auch jetzt gelegentlich ein selbständiger, cyanophiler Keimfleck außer dem größeren vorkommen; späterhin ist jedoch stets nur die Anwesenheit des größeren Nucleolus im Keimbläschen zu konstatiren. Dieser lässt bald eine Sonderung aus den zwei tinktionell verschieden reagirenden Substanzen erkennen, was aus der nächstfolgenden Abbildung, Fig. 65, ersichtlich ist. In diesem Alter ist dann stets ein noch kleiner, erythrophiler Kernkörper dem Keimbläschen eigenthümlich, welcher mit dem wachsenden Ei ebenfalls etwas an Umfang zunimmt, und wieder möchte ich auf die Verhältnisse bei *Dol. fimbriatus* hinweisen, wo gleichfalls

neben dem großen, cyanophilen Nucleolus ein kleinerer, blasserer existirt; ein Unterschied besteht nur darin, dass besagter Keimfleck dort bereits viel früher auftritt und sich viel intensiver tingirt, als hier, wo er stets ein blasses Aussehen bewahrt. Ich möchte über ihn nur hinzufügen, dass er noch in den ältesten unreifen Eiern gegenwärtig ist.

Hier möchte ich eine Schilderung von FLODERUS (18) einfügen, welche ebenfalls Nebennucleolen bei *Ciona intestinalis* betrifft. Nach ihm tauchen oft in den etwas älteren Keimbläschen außer dem großen Nucleolus noch ein oder mehrere kleinere auf. Gewöhnlich aber ist nur ein Nebennucleolus vorhanden. Dies Verhalten erinnert an dasjenige von *Dol. fimbriatus* und *Drassus quadripunctatus*. Nach FLODERUS beherbergen jedoch bei seinem Objekt nicht alle Keimbläschen solche Kernkörper. In den allerersten Stadien, wo die Eier noch im Keimepithel liegen, sind sie nicht gegenwärtig, werden aber bald darauf in einzelnen Eiern angetroffen: »Jedoch enthalten bei Weitem nicht alle Eier solche Körper.« Bei den zuletzt genannten Spinnen ist dieser Keimfleck konstant anwesend, bei *Drassus quadripunctatus* sah ich, allerdings ganz ausnahmsweise, sogar zwei solcher Gebilde. Auch bei *Ciona intestinalis* liegen diese kleinen Nucleolen im Allgemeinen in der unmittelbaren Nähe des großen (l. c. Taf. X, Fig. 17) und sind erheblich kleiner als jener, da sie nur selten dessen halben Durchmesser erreichen (l. c. Fig. 12). In vereinzeltten Fällen erlangen sie indessen nahezu die Größe des Hauptnucleolus. Scheinbar enthielten dann solche Eier zwei Hauptkeimflecke. Dies habe ich bei den beiden Spinnen niemals beobachtet. Bei *Ciona intestinalis* treten auch in keinem späteren Stadium mehr als zwei Nebenkörper auf, während ROULE (55) behauptet, dass letztere später an Zahl zunehmen (fünf bis sechs). ROULE selbst bildet in einer späteren Arbeit (56) niemals eine größere Anzahl, wie zwei »nucléoles secondaires« als in einem Keimbläschen vorkommend, ab (cf. l. c. Pl. VIII, Fig. 80 5).

Erwähnenswerth ist noch, dass FLODERUS bei *Clavellina lepadiformis* als der einzigen Form, trotz genauer Durchmusterung mehrerer Schnittserien verschiedener Ovarien keine Nebennucleolen hat vorfinden können. Diese Angabe stimmt völlig überein mit den Beobachtungen VAN BENEDEN'S und JULIN'S (6) an *Clavellina Rissoana*. Interessant ist die Angabe von FLODERUS, dass der kleine Nucleolus bei Doppelfärbung mit Hämatoxylin-Eosin eine entschiedene Affinität für das Eosin zeigt. Wenn nach ihm bisweilen eine gleichmäßige Aufnahme beider Farbstoffe stattfindet, so ist hieran meiner Ansicht

nach allein das Hämatoxylin Schuld, ein Farbstoff, der für eine zuverlässige Tinktion von Nucleolen absolut untauglich ist, so weit wenigstens meine Erfahrungen reichen.

Folgen wir nun dem Entwicklungsgange der Eier von *Drassus quadripunctatus* weiter, so ist in etwas älteren Keimbläschen (Fig. 66) für den großen Kernkörper immer eine Zusammensetzung aus den zwei chromatophilen Substanzen charakteristisch. Was die Verlagerung derselben zu einander betrifft, so fand ich keine Regelmäßigkeit vor; zumeist kehrt die Anordnung der Substanzen in dreierlei Gestalt wieder. Die erste Form, welche entschieden die häufigste zu nennen ist, giebt Fig. 67 wieder. Sie stellt gleichzeitig das älteste unreife Ei dar, welches zur Beobachtung gelangte. An drei Stellen der Peripherie hat der Kernkörper seine Affinität für das Methylgrün behalten; die gesammte andere Partie verhält sich cyanophil. In beiden chromatophilen Massen sind Vacuolen von wechselnder Zahl vorhanden.

Als ich den ersten derart beschaffenen Keimfleck zu Gesicht bekam, glaubte ich sicherlich, ein solches Bild wäre ein Kunstprodukt, hervorgerufen durch die extrahirende Wirkung des Alkohols. Diese Vermuthung wies ich jedoch bald zurück, als ich auf den verschiedensten Objektträgern immer dasselbe Bild wiederkehren sah. Um aber vollends sicher zu gehen, dass hier keine Täuschung obwalte, untersuchte ich die nur mit Boraxkarmin behandelten Präparate. Durch sie konnte ich mich dann völlig davon überzeugen, dass thatsächlich die entsprechenden drei Parteen aus anderer Substanz als der übrige Nucleolus bestehen müssten (Fig. 68). Dieselben nahmen den Farbstoff viel intensiver auf als der Rest des Nucleolus, welcher sich verhältnismäßig nur schwach tingirte. Es kann kaum zweifelhaft sein, dass man es hier mit zwei verschiedenen Substanzen zu thun hat, welche eigenthümlich regelmäßig angeordnet sind.

Sehr oft bemerkte ich dann eine Anordnung, welche nur zwei cyanophile Parteen, häufig auch eine, welche sogar vier solche an einem Keimfleck zeigte; letzteres ist bei dem in Fig. 69 abgebildeten Keimfleck der Fall.

Was das Größenverhältnis dieser sich blau tingirenden Abschnitte betrifft, so fiel es mir auf, dass mit der geringeren Zahl ihr Volumen zunahm. Es ist dies also eine weitere Komplikation im Bau des Kernkörpers, deren Bedeutung vorläufig dunkel erscheint.

Bei *Drassus* liegt im Keimbläschen sehr häufig noch ein Klumpen erythrophielen Chromatins von ziemlichem Umfang; da seine Zu-

sammensetzung aus kleinsten Chromatinpartikelchen deutlich zu erkennen ist, und er durch keinen Kontour begrenzt wird, kann man diese chromatische Anhäufung nicht als einen Kernkörper ansprechen.

Zusammenfassung.

Als Resultat ergibt sich Folgendes:

Bei allen untersuchten Objekten finden sich vielleicht mit Ausnahme von *Teg. domestica* im Laufe der Ausbildung des unreifen Eies zwei deutlich verschiedene chromatophile Nucleolarsubstanzen. Dieselben bilden entweder Bestandtheile eines großen Kernkörpers, oder kommen als selbständige Keimflecke vor. Es ist schließlich auch *Teg. domestica* eine in gewissem Grade erythrophile Masse in Form kleinster Nucleolen nicht abzusprechen.

Die Keimflecks substanz, welche sich in den hier behandelten Fällen stets cyanophil verhält und offenbar dem »Paranuclein« nach O. HERTWIG entspricht, ist bei diesen Thieren stets in allen Phasen der Eibildung anzutreffen, nicht so die erythrophile, welche zuweilen in den jüngsten Eiern fehlt, so bei *Helix pomatia*, *Limax maximus*, *Unio batavus*, *Teg. domestica* und *Drassus quadripunctatus*. Aus diesem Grunde darf man annehmen, dass die cyanophile Substanz in der Eizelle die wichtigere von beiden darstellt. Sie ist ferner als die ursprünglichere von beiden zu bezeichnen, da sie zumeist in Gestalt von ein oder mehreren Nucleolen sogar schon in den jüngsten Primordialeiern vorhanden ist.

Das Erscheinen der erythrophilen Substanz fällt, wie wir sahen, bei den einzelnen Thieren auf ganz verschiedene Zeitpunkte. Im jüngsten Eistadium bereits gegenwärtig war sie nur bei *Epeira diademata* und *Dol. fimbriatus*. Frühzeitig zeigte sie sich bei *Limax maximus* und *Unio batavus* und auch, wenn man so will, bei *Teg. domestica*. In einem bereits verhältnismäßig weit vorgeschrittenen Eistadium war ihre Anwesenheit bei *Drassus quadripunctatus* zu konstatiren, und sogar erst gegen das Ende der Eibildung erschien sie bei *Helix pomatia*.

Die Art und Weise der Bildung der cyanophilen Substanz ist nicht sicher zu beobachten, da, wie ich zuvor bemerkte, diese Masse schon in den jüngsten Eizellen angetroffen wird. Ihre Zunahme bezw. ihr Wachsthum ist bei *Hel. pomatia* dadurch zu erklären, dass feinste, chromatische Partikelchen, die sich cyanophil verhalten, plötzlich hier und da im Keimbläschen auftauchen; sie verschmelzen mit einander zu größeren Nucleolen, welche sich ihrerseits schließ-

lich alle zu einem großen, cyanophilen Keimfleck vereinigen. Ähnliche Verhältnisse sehen wir bei *Teg. domestica* wiederkehren, nur ist dort das Resultat der Verschmelzungen nicht ein einziger, äußerst umfangreicher Keimfleck, wie bei *Helix pomatia*, sondern es entstehen zwei bis drei größere Kernkörper. Ferner halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass die bereits größeren, cyanophilen Nucleolen außerdem gelegentlich kleinere Klümpchen des im Keimbläschen vertheilten Chromatins aufnehmen. Dafür sprechen Bilder, wie ich sie in den Figuren 4, 5, 6, 9 und 11 wiedergab. In ähnlicher Weise wird man sich wohl das Wachstum dieser kleinen, cyanophilen Körnchen zu denken haben, nur dass das Verhältnis der Größe dieser feinsten chromatischen Partikelchen zu den blau gefärbten Körnchen natürlich das entsprechende bleibt und in Folge dessen der Beobachtung äußerst schwer, oder gar nicht zugänglich ist. Auch bei *Limax maximus* waren Keimflecke vorhanden, die einen derartigen Saum von rothen Chromatinpartikelchen, wie bei *Helix pomatia*, besaßen (Fig. 17 und 18 besonders 20—22). Von einer Ausziehungserscheinung kann hier nicht die Rede sein, denn sonst müsste der erythrophile Saum homogen erscheinen; man kann aber deutlich einzelne rothe Chromatinbrocken unterscheiden. Bei *Limax maximus* erfolgt das Wachstum des cyanophilen Keimfleckes also höchstwahrscheinlich nur durch Aufnahme der andersartigen Substanz, denn derselbe ist stets nur in der Einzahl vorhanden, kann also von cyanophiler Substanz, die ja nirgends im Keimbläschen vorkommt, eine Zufuhr nicht erlangen. Bei *Unio batavus* habe ich einen solchen, sich roth tingirenden Saum wohl auch vorgefunden, hier war jedoch unzweifelhaft eine Auszieherscheinung zu konstatiren. Auch bei diesem Objekt hat man an konservirtem Materiale keinen Anhalt, auf tinktionellem Wege die Zunahme seiner Masse erklären zu können. Ähnliches gilt für *Dol. fimbriatus* und *Drassus quadripunctatus*, wo dieselben Zustände wiederkehren. Bei *Epeira diademata* werden offenbar die erythrophilen Nebenkeimflecke, welche sich späterhin dem cyanophilen Hauptkernkörper dicht anlegen, von diesem aufgenommen und vergrößern seinen Umfang. Die Art und Weise ihrer Zunahme vor dem Auftreten dieser Nebennucleolen entzieht sich, wenigstens auf tinktionellem Wege, jeglicher Beobachtung. Das Auftreten und die weitere Ausbildung der erythrophilen Substanz ist bei den einzelnen hier untersuchten Formen eine völlig verschiedene. Bei *Limax maximus* sehen wir schon bei einem sehr jungen Ei (Fig. 15) einen kleinen, sich roth färbenden Keimfleck entstehen; er wächst offenbar auf Kosten

des ebenfalls erythrophilen, fein vertheilten Chromatins zunächst nur wenig, um plötzlich ungefähr im Stadium der Fig. 18 jene eigenthümliche Umbildung zu erfahren, welche ich bereits früher beschrieb. An seiner Statt ist ein cyanophiler Keimfleck entstanden: dieser muss jenem ursprünglich erythrophilen seinen Ursprung verdanken, da seine Entstehungsweise sonst unerklärlich bleibt. Als Ersatz für diese verloren gegangene, roth reagirende Masse können wir bald darauf kleine Ansammlungen rother Partikelchen bemerken, die in eine unbestimmte Anzahl, häufig ziemlich großer, Nucleolen auswachsen (Fig. 24). Bei *Dol. fimbriatus* und *Drassus quadripunctatus* nimmt die erythrophile Substanz als kleinstes Kügelchen ziemlich unvermittelt ihre Entstehung. Sie verdankt ihr Wachsthum niemals geformten Bestandtheilen des Chromatins, da eine Anlagerung solcher nicht nachzuweisen ist. Diese kleinen Kernkörper müssen also auf Kosten des Keimbläscheninhaltes wachsen. Das Gleiche wäre über *Ep. diademata* zu sagen und, betreffs des Auftretens der kleinen Körper, auch über *Teg. domestica*. Bei letzterem Objekt erleiden dieselben jedoch mit zunehmendem Umfange eine Umbildung, indem sie allmählich immer mehr zur Cyanophilie neigen.

Bei *Unio batavus* wird die erythrophile Keimflecks substanz nicht in einem so jungen Entwicklungsstadium (Fig. 31) gebildet. Sie tritt stets im Zusammenhange mit dem cyanophilen Keimfleck auf, an dem sie nach Art von Knospen hervorsprosst, während sie sich in den ältesten unreifen Eiern auch gelegentlich von jenem getrennt finden lässt. Zuletzt gewinnt sie entschieden die Oberhand (Fig. 36), ganz abgesehen von den überaus zahlreichen, kleinen, sich noch zuletzt bildenden Nucleolen, die im Farbenton theils dem des Keimfleckes, theils dem des netzförmig vertheilten Chromatins entsprechen.

Bei *Helix pomatia* liegen die Verhältnisse wiederum ganz anders. Dort zeigt erst das ältere Ei eine Differenzirung der Keimflecks substanz. Aber während wir bei einigen der untersuchten Thiere das erythrophile Element mehr oder weniger als selbständigen Keimfleck sahen, ist diese Substanz hier nur als ein kleiner Theil des Kernkörpers, als Calotte, vorhanden (Fig. 13).

Bei dieser Zusammenfassung ließ ich die Zugehörigkeit der behandelten Arten zu ganz verschiedenen Abtheilungen des Thierreiches unberücksichtigt, sondern betrachtete allein das morphologische Verhalten der Nucleolen.

Man hat aus der vorstehenden Darstellung bereits gesehen, dass

ich hauptsächlich die Entstehung und Umbildung der Nucleolen zu verfolgen suchte und die Bedeutung dieser Vorgänge nur in so fern besprach, als sie für das morphologische Verständnis nöthig oder unerlässlich erschien. Was nun die Bedeutung der zweitheiligen Nucleolen oder der verschiedenartigen Nucleolarsubstanzen überhaupt betrifft, so ist diese, wie die Bedeutung der Nucleolen selbst, leider eine recht dunkle. Man hat zwar oft von Haupt- und Nebennucleolen gesprochen und ihnen eine verschiedenartige Bedeutung zugeschrieben (man vergleiche z. B. HAECKER'S ausführliche Behandlung dieses Gegenstandes), ohne jedoch im Allgemeinen damit den Boden der Hypothese verlassen zu können. Es liegt nicht in meiner Absicht den bisher geäußerten Vermuthungen weitere hinzuzufügen; hinweisen möchte ich nur noch auf die auch von mir beobachtete Thatsache, dass, wie bei anderen Arten, auch bei *Limax* der Nucleolus offenbar nicht zur Ausbildung des Chromatins verwendet wird. Wegen dieses Verhaltens verweise ich auf den Anhang.

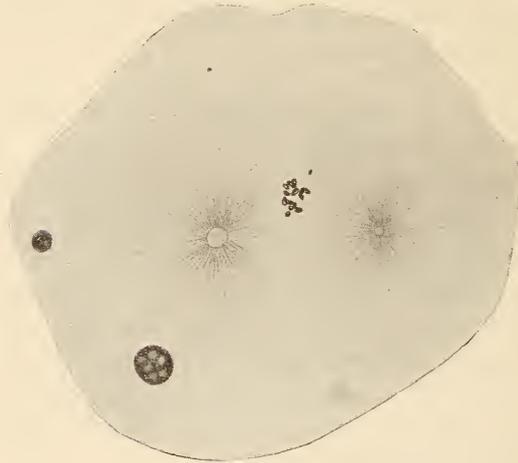
Beobachtungen über das weitere Schicksal des Nucleolus in den Eiern von *Limax maximus*.

In den vorhergehenden Abschnitten wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass das Studium der späteren Schicksale des Nucleolus in den Eiern der untersuchten Formen gewisse Schwierigkeiten bietet. Nun erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. J. MEISENHEIMER von zwei Nacktschnecken, nämlich von *Limax maximus* und *Arion empiricorum*, eine größere Anzahl Eier, welche er dem Uterus entnommen und für die Untersuchung der hier interessirenden Punkte sorgfältig konservirt hatte. Meinen Dank für diese Bemühungen möchte ich ihm auch an dieser Stelle aussprechen.

Bezüglich der Eier von *Arion* sei gleich hier erwähnt, dass in ihnen ein Hauptnucleolus niemals aufzufinden war, trotzdem ein reicheres Material als von *Limax* zur Verfügung stand. Der Hauptnucleolus, welcher bei *Arion* sehr ähnliche Gestaltungsverhältnisse, wie bei *Limax* zeigt, muss offenbar hier außerordentlich früh und weit eher als bei *Limax* einer Auflösung verfallen. Die Stadien, welche darüber hätten Aufschluss geben können, nämlich die mit dem schon in Umwandlung begriffenen Keimbläschen, waren unter dem Material nicht vorhanden, obwohl dasselbe Eier mit Keimbläschen und gut erhaltenen Nucleolen und andererseits mit der in Ausbildung begriffenen ersten Richtungsspindel aufwies.

Bei *Limax* fand ich folgendes Verhalten:

Die jüngsten im Uterus enthaltenen Eier wiesen ein im Ganzen noch unverändertes Keimbläschen mit Membran und Nucleolen auf. Die beiden Substanzen, wie wir sie im ältesten Eierstocksei beobachteten, waren hier noch vorhanden. Jedoch musste ich auf das Resultat meiner Doppelfärbung verzichten, da ich nur einige wenige Präparate dieses Stadiums hatte, welche in Folge der mit ihnen unternommenen vielfachen Doppelfärbungsversuche eine differente Färbung nicht mehr zeigen konnten. Erst in diesen Eiern erschien es mir zweifellos, dass der große Nucleolus von äußerst vielen kleinen Vacuolen durchsetzt war, welches Verhalten sich vorher nicht so deutlich erkennen ließ. Die um Weniges älteren Eier zeigten bereits die Chromosome der ersten Richtungsspindel ausgebildet. Sie hatten sich jedoch noch nicht zur Äquatorialplatte formirt, sondern



Textfig. III.

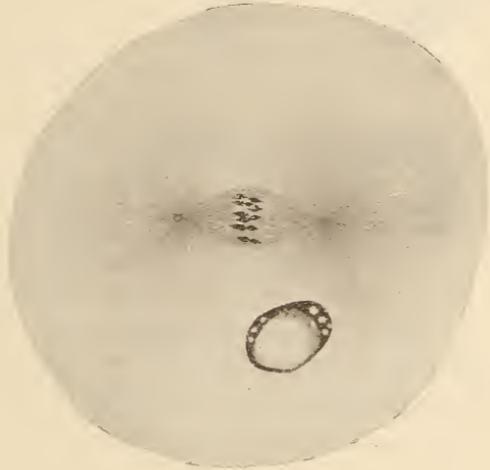
lagen oft ziemlich weit von einander getrennt im Eiplasma; hierbei waren die Strahlungen der Centrosome gewöhnlich deutlich sichtbar. Die Membran des Keimbläschens war nicht mehr vorhanden. In Eiern dieses Stadiums (cf. Fig. III) fand sich ein großer Keimfleck vor, dessen Habitus dem des Keimbläschenstadiums entsprach, nur fehlte von jetzt ab stets die Sub-

stanz, welche an Masse als die geringere auftrat. Der große Keimfleck stellte ein kugeliges Gebilde mit zahlreichen Vacuolen dar. Seine Lage im Eikörper ist gewöhnlich eine periphere. Während jedoch die Vacuolen früher fast alle annähernd gleich groß waren, machen sich bereits jetzt deutlich Größenunterschiede bemerkbar. Dieses Stadium kam mir öfter zu Gesicht. Die in Ausbildung begriffene Spindel mit weitabgelagertem Nucleolus fand ich in mindestens 25 Eiern auf. Ich muss hierbei erwähnen, dass ich in einem und zwar in dem hier (in Fig. III) abgebildeten Falle außer dem einen noch zwei andere, etwas kleinere Nucleolen neben der in Bildung be-

griffenen Spindel antraf. Da die Größendifferenz dieser Nucleolen keine sehr bedeutende, und ihre Struktur eine sehr übereinstimmende ist, nehme ich an, dass diese Kernkörper an Substanz nicht verschieden sind, sondern an Stelle eines größeren nur drei kleinere Nucleolen zur Ausbildung gelangten.

Interessant ist nun, dass sich der große Kernkörper in keiner Weise am Aufbau der Spindel beteiligt: Er ist nämlich im Stadium der fertig gebildeten ersten Richtungsspindel noch im Ei vorhanden (cf. Fig. IV).

Ein ähnliches Verhalten der Nucleolen von Eizellen ist bereits von anderer Seite des öftern konstatiert worden. Einige mir bekannte diesbezügliche Beobachtungen möchte ich bei dieser Gelegenheit erwähnen. KOSTANECKI (38) giebt an, dass der kolossale Keimfleck bei *Myzostoma glabrum* während des Verlaufes der Richtungsmitosen im mittleren Zelltheile zu sehen ist. Dabei

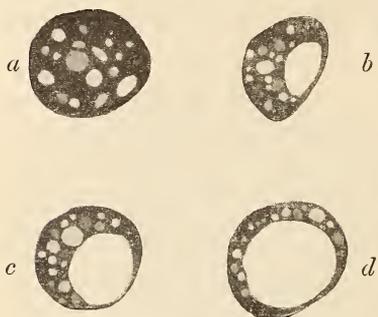


Textfig. IV.

nimmt sein Umfang ganz allmählich ab unter Beibehaltung seiner runden Gestalt. Je mehr sich die Furchungsmitose ihrem Ende nähert, desto mehr wird das Kernkörperchen gegen den vegetativen Eipol verdrängt, bis es schließlich in den sogenannten Dottersack geräth. WHEELER, dessen Untersuchungen sich ebenfalls auf *Myzostoma glabrum* beziehen, konnte den Keimfleck bis zum achtzelligen Stadium verfolgen (69). Jedoch verschwindet er nicht immer bis zu einem gewissen Zeitpunkte, sondern er geht bald früher, bald später zu Grunde (70, p. 35). Diese Fälle zeigen klar, dass der Keimfleck an den Processen der Reifung und Furchung keinen Antheil nimmt und somit für dieselben bedeutungslos ist.

In anderen Fällen wurde seine Anwesenheit neben den Chromosomen zur ersten Richtungsspindel nachgewiesen, so von BOVERI (10) und HAECKER (24) im reifenden Ei von *Echinus microtuberculatus*, von KORSCHULT (37) bei *Ophryotrocha puerilis* und RÜCKERT (57) bei Copepoden.

Bei *Limax* zeigt dieser Kernkörper nun ein eigenthümliches Verhalten. Während er nach den Beobachtungen der obengenannten Forscher ohne weitere Strukturveränderung allmählich an Größe abnimmt, bis er endlich völlig verschwunden ist, fand ich, dass im Keimfleck des Eies von *Limax maximus* die vielen Vacuolen



Textfig. V.

schließlich zu einer einzigen verschmelzen; dieselbe erfüllt dann das ganze Innere des Kernkörpers bis auf eine schmale Randpartie (cf. Fig. V a—d). Der Inhalt der durch das Zusammenfließen der kleineren Vacuolen entstehenden größeren Vacuole ist, sobald letztere einen beträchtlicheren Umfang erreicht hat, mit den beiden von mir in Anwendung gebrachten Farbstoffen unfärbbar.

Dieser Kernkörper befindet sich somit offenbar in demselben Zustande, welchen bereits der Keimfleck des unreifen Eies von *Dolomedes fimbriatus* (cf. Taf. XIII, Fig. 60) darbietet.

Die wenigen mir zur Verfügung stehenden Stadien während der Bildung des zweiten Richtungskörperchens zeigten nichts mehr von der Anwesenheit des früheren Keimfleckes, jedoch gebe ich die Möglichkeit zu, dass er hier noch gelegentlich aufgefunden werden könnte. Jedenfalls kann ich mit Sicherheit sagen, dass ich von ihm in den Stadien nach der Bildung des zweiten Richtungskörperchens keine Spur mehr aufgefunden habe. Ich nehme an, dass die geschilderte Vacuolisirung und Aushöhlung des Nucleolus mit seiner Auflösung in direktem Zusammenhang steht. Aus meiner Darstellung sowohl für die Eier der behandelten Mollusken als Araneënen geht hervor, dass der Nucleolus mit fortschreitender Ausbildung des Keimbläschens eine immer größere Neigung zur Vacuolenbildung zeigt. Wie man aus meinen Abbildungen der Ovarialeier von *Dolomedes fimbriatus* (Fig. 60, Taf. XIII) und der Uteruseier von *Limax maximus* (Fig. IV) erkennt, kann die Aushöhlung im einen Falle früher, im anderen später stattfinden.

Marburg, im Januar 1899.

Litteraturverzeichnis.

1. L. AUERBACH, Über einen sexuellen Gegensatz in der Chromatophilie der Keimflecksustanzen nebst Bemerkungen zum Bau der Eier und Ovarien niederer Wirbelthiere. Sitzungsber. der Kgl. Preuß. Akad. der Wiss. zu Berlin. 1891.
2. E. G. BALBIANI, Sur les mouvements qui se manifestent dans la tache germinative chez quelques animaux. Gazette médicale de Paris 36. Jahrgang. 3. Série. Bd. XX. 1865.
3. E. G. BALBIANI, Centrosome et Dotterkern. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Paris 29 Année 1893.
4. J. F. VAN BEMMELEN, Untersuchungen über den anatom. und histolog. Bau der Brachiopoda Testicardinia. Jenaische Zeitschr. Bd. XVI. p. 131. 1883.
5. E. VAN BENEDEN, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Gand et Leipzig et Paris 1883. p. 105.
6. E. VAN BENEDEN et CH. JULIN, Recherches sur la morphologie des Tuniciers. Arch. de Biol. T. VI. Gand et Leipzig. Paris 1887. p. 237.
7. R. S. BERGH, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Geschlechtsorgane der Regenwürmer. Diese Zeitschr. Bd. XLIV. 1886.
8. TH. L. W. BISCHOFF, Widerlegung des von Herrn Dr. KEBER bei den Najaden behaupteten Eindringens der Spermatozoen in das Ei. Gießen 1854.
9. L. BÖHMIG, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Nemertinen. Diese Zeitschr. Bd. LXIV. 1898. auch: Arb. aus dem zool. Institut zu Graz. Bd. VI. Nr. 1.
10. TH. BOVERI, Zellstudien. Heft 3. 1890.
11. F. BRAEM, Die geschlechtliche Entwicklung von *Plumatella fungosa*. Bibliotheca zoolog. Heft 23. p. 16. Stuttgart 1897.
12. V. CARUS, Über die Entwicklung des Spinneneies. Diese Zeitschr. Bd. II. p. 97. 1850.
13. E. CLAPARÈDE, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Ibid. Bd. XIX. 1870.
14. DAVENPORT, Observations on Budding in *Paludicella* and some other Bryozoa. Bull. of the Mus. of Comp. zool. at Harvard College. Bd. XXII.
15. W. FLEMMING, Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden. Sitzber. der Kais. Akad. zu Wien. Bd. LXXI. Abth. III.
16. W. FLEMMING, Zellsustanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.
17. W. FLEMMING, Über die ersten Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel. Archiv für mikr. Anat. Bd. X. p. 257. 1874.
18. M. FLODERUS, Über die Bildung der Follikelhüllen bei den Ascidien. Diese Zeitschr. Bd. LXI. 1896.
19. H. FOL, Sur l'origine des cellules du follicle et de l'ovule chez les Ascidies et chez d'autres animaux. Compt. Rend. de l'Acad. des Sc. T. XCVI. Paris 1883. p. 1591.
20. H. FOL, Sur l'anatomie microscopique du *Dentale*. Arch. de zool. exp. et gén. II. Série. Tome VII. Paris 1889. p. 128.
21. JOH. FRENZEL, Die Mitteldarmdrüse des Flusskrebse und die amitotische Zelltheilung. Archiv für mikr. Anat. Bd. XLI. 1893.

22. K. FROMMANN, Die Zelle. Leipzig 1890.
23. V. HAECKER, Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen. I. Theil. Archiv für mikr. Anat. Bd. XLI. p. 472. 1893.
24. V. HAECKER, Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen. II. Theil. Ibid. Bd. XLII. 1894.
25. V. HAECKER, Die Vorstadien der Eireifung etc. Ibid. Bd. XLV. 1895.
26. F. HENNEGUY, Leçons sur la cellule. Paris 1896.
27. F. HERMANN, Beiträge zur Biologie des Hodens. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXIV. 1889.
28. O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntnis der Bildung und Befruchtung des thierischen Eies. Morphol. Jahrbuch. Bd. I, II, IV.
29. O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntnis der Bildung und Befruchtung des thierischen Eies. Ibid. Bd. III. p. 271—279. 1877.
30. O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntnis der Bildung und Befruchtung des thierischen Eies. Ibid. Bd. IV. p. 156—175 und p. 177—210. 1878.
31. O. HERTWIG, Die Zelle und ihre Gewebe. Jena 1893.
32. v. HESSLING, Die Perlmuschel und ihre Perlen. Leipzig 1859.
33. v. HESSLING, Einige Bemerkungen zu des Herrn Dr. KEBER Abhandlung: »Über den Eintritt etc.« Diese Zeitschr. Bd. V. p. 332. 1854.
34. J. HEUSCHER, Zur Anatomie und Histologie der *Proneomenia Suiteri* Hubrecht. Jenaische Zeitschr. Bd. XX. p. 503. 1892.
35. CH. JULIN, Structure et développement des glands sexuelles; ovogenèse, spermatog. et fécondation chez *Styelopsis grossularia*. Bull. scient. de la France et de la Belg. T. XXIV. p. 208. Paris 1892.
- CH. JULIN et E. VAN BENEDEN cf. E. VAN BENEDEN.
36. E. KORSCHULT, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes. Jena 1891 oder Zool. Jahrbücher Bd. IV.
37. E. KORSCHULT, *Ophryotrocha puerilis*. Diese Zeitschr. Bd. XVIII. 1895.
38. K. KOSTANECKI, Die Befruchtung des Eies von *Myzostoma glabrum*. Archiv für mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. LI. 1898.
39. LACAZE-DUTHIERS, Recherches sur les organes génitaux des Acéphales lamellibranchiates. Annal. d. sc. nat. Zool. 4. Série. T. II. 1854.
40. LACAZE-DUTHIERS, Histoire de l'organisation et du développement du Dentale. Annales des sciences nat. 4. sér. T. VII. p. 181. 1857.
41. F. LEYDIG, Über *Cycias cornea*. Archiv für Anat. u. Physiol. 1855.
42. F. LEYDIG, Über *Synapta*. Archiv für Anat. u. Physiol. 1852. p. 516.
43. F. LEYDIG, Beiträge zur Kenntnis des thierischen Eies im unbefruchteten Zustande. Zool. Jahrbücher. Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. III, Heft 2. p. 287. Jena 1888.
44. TH. LIST, Beiträge zur Chemie der Zelle und Gewebe. (1. Über die Färbung thierischer Gewebe mit Berlinerblau.) Mitth. aus der Zool. Stat. zu Neapel. Bd. XII, Heft 3. 1896.
45. E. LÖNNBERG, Kernstudien. Verh. d. Biol. Vereins in Stockholm. Bd. IV. Nr. 11. 1892.
46. S. M. LUKJANOW, Beiträge zur Morphologie der Zelle. I. Über die epithelialen Gebilde der Magenschleimhaut bei *Salamandra maculosa*. Archiv für Anat. u. Physiol. Phys. Abth. Jahrg. 1887. p. 66—90.
47. A. MALAQUIN, Recherches sur les Syllidiens. Morphol., Anatom., Reproduct. Développement. Mém. de la Soc. des Arts de Lille. 4. Série. T. XVIII.

48. C. DE MERESCHKOWSKY, Développement de la Meduse *Obelia*. Bull. de la Soc. Zool. de France. Tome VIII. 1883.
49. A. MICHEL, Sur la composition des Nucléoles. (Note de M. AUG. MICHEL, présentée par M. GIARD.)
50. M. OGATA, Die Veränderungen der Pankreaszellen bei der Sekretion. Archiv für Anat. u. Phys. (Phys. Abth.) Jahrg. 1883. p. 405—437.
51. M. PFLÜCKE, Zur Kenntniss des feineren Baues der Nervenzellen bei Wirbellosen. Diese Zeitschr. Bd. LX. 1895.
52. G. PLATNER, Über die Spermatogenese bei den Pulmonaten. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXV. 1885.
53. G. PLATNER, Zur Bildung der Geschlechtsprodukte bei den Pulmonaten. Ibid. Bd. XXVI. 1886.
54. W. REINHARD, Skizze des Baues und der Entwicklung der Süßwasserbryozoen. Charkow (Russland).
55. L. ROULE, La structure de l'ovaire et la formation des oeufs chez les Phallusiadées. Compt. Rend. de l'Acad. des Sc. T. XCVI. Paris 1883. p. 1069.
56. L. ROULE, Recherches sur les Ascidies simplex des côtes de Provence. Annal. du Mus. d'Hist. nat. de Marseille. T. II. Mém. No. I. 1884.
57. J. RÜCKERT, Zur Eireifung bei Copepoden. Anatom. Hefte (MERKEL-BONNET's Ergebnisse). I. Abth. Heft 12. (IV. Bd., Heft 2.)
58. SANFELICE, Spermatogenèse chez vertébrés. Arch. ital. de Biol. (Mosso.) Bd. X. 1888.
59. v. SIEBOLD, Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig. Bd. III, Heft 2.
60. H. STAUFFACHER, Eibildung und Furchung bei *Cyclas cornea*. Jen. Zeitschrift für Naturwissensch. Bd. XXVIII. 1894.
61. P. STEPANOFF, Über die Entwicklung der weiblichen Geschlechtselemente von *Phallusia*. Bull. de l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg. T. XIII. 1869. p. 209.
62. STOLNIKOW, Vorgänge in den Leberzellen, insbesondere bei der Phosphorvergiftung. Archiv für Anat. u. Physiol. Phys. Abth. Jahrg. 1887. Suppl. p. 1—27.
63. v. LA VALETTE ST. GEORGE, Über die Genese der Samenkörper. Archiv für mikr. Anat. Bd. XV.
64. v. LA VALETTE ST. GEORGE, Über den Keimfleck und die Deutung der Eitheile. Archiv für mikr. Anat. Bd. II. 1866.
65. FR. VEJDOVSKÝ, Untersuchungen über die Anatomie, Physiologie und Entwicklung von *Sternaspis*. Denkschr. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Klasse. Bd. XLI. Wien. p. 63. 1879.
66. W. VOIGT, Über Ei- und Samenbildung bei *Branchiodella*. Arb. aus dem zool.-zoot. Inst. zu Würzburg. 1885.
67. R. WAGNER, Artikel »Ei«. In ERSCH und GRUBER's Encyklopädie. I. Sect. 32. Theil. p. 1—11. 1839.
68. R. WAGNER, Beiträge zur Geschichte der Zeugung und Entwicklung. Abhandl. der math.-naturw. Klasse der Königl. Bayer. Akad. der Wiss. Bd. II. 1837.
69. W. M. WHEELER, The Behavior of the Centrosomes in the Fertilized Egg of *Myzostoma glabrum* Leuckart. Journ. of Morph. Vol. X. p. 307. Textfig. 4. 1895.

70. W. M. WHEELER, The Maturation, Fecundation and Early Cleavage of *Myzostoma glabrum* Leuckart. Arch. de Biol. Tome XV. 1897.
71. E. B. WILSON, The cell in development and inheritance. New York 1896.
72. R. WOLTERECK, Zur Bildung und Entwicklung des Ostracoden-Eies. Diese Zeitschr. Bd. LXIV. 1898.
73. K. W. ZIMMERMANN, Über den Kerntheilungsmodus in der Spermatogenese von *Helix pomatia*. Anat. Anz. 6. Jahrg. 1891. Ergänzungsheft.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit dem ZEISS'schen Zeichenprisma (Camera lucida) bei einer Tubuslänge von 150 mm mit Oc. 4, die Fig. 1—17 mit ZEISS' homogener Immersion 2 mm, Ap. 1,30, die Fig. 18—67 mit LEITZ'scher Öl-Immersion 1/12, Ap. 1,30 entworfen. Bei den Fig. 12 und 13, 23—26, 34—36, 43 und 44, 51—53, 59 und 65—67 wurde das Plasma nur in der Umgebung des Keimbläschens angedeutet; die Fig. 45—49 geben nur die betreffende Partie des Keimbläschens wieder, in welcher jedes Mal der betreffende Keimfleck lag. Bei Fig. 11 wurde nur ein Theil des Plasmaleibes gezeichnet.

Tafel XII und XIII.

Fig. 1—36. Mollusken.

- Fig. 1—13. *Helix pomatia*.
- Fig. 1—3. Jüngste Eier; Keimfleck blau tingirt.
- Fig. 4 u. 5. Aneinanderlagerung von Keimflecken behufs Verschmelzung.
- Fig. 5 u. 6. Chromatin in feinsten Vertheilung peripher angeordnet.
- Fig. 7. Ei mit länglichem, durch Verschmelzung entstandenem Keimfleck.
- Fig. 8 u. 9. Eier mit mehreren Nucleolen.
- Fig. 10. Etwas älteres Ei mit in Verschmelzung begriffenem Keimfleck.
- Fig. 11. Zwei noch isolirte, größere Keimflecke.
- Fig. 12 u. 13. Keimflecke mit cyanophiler und erythrophiler Nucleolar-substanz.
- Fig. 14—26. *Limax maximus*.
- Fig. 14. Jüngste Eier; Keimfleck blau tingirt.
- Fig. 15. Auftreten eines kleinen, erythrophilen Keimfleckes.
- Fig. 16—22. Wachstum des cyanophilen und Umbildung des erythrophilen Kernkörpers.
- Fig. 23. Verschmelzung der beiden cyanophilen Keimflecke; Bildung kleiner erythrophiler Keimflecke.
- Fig. 24. Wachstum dieser kleinen, erythrophilen Keimflecke.
- Fig. 25 u. 26. Eigenthümliche Differenzirung am ältesten Keimfleck nach längerer Extraktion des Methylgrüns durch Alkohol.
- Fig. 27—36. *Unio batavus*.
- Fig. 27. Jüngste Eier; Keimfleck blau tingirt.
- Fig. 28—30. Wachstum dieses cyanophilen Keimfleckes.
- Fig. 31. Auftreten erythrophiler Substanz am cyanophilen Keimfleck.
- Fig. 32 u. 33. Die erythrophile Substanz nimmt an Masse zu; Wachstum des cyanophilen Keimfleckes.

Fig. 34 u. 35. Trennung beider chromatophilen Substanzen. Bildung kleinster, erythrophiler Kernkörper.

Fig. 36. Ältestes Eistadium; die erythrophile Nucleolarsubstanz überwiegt an Masse.

Fig. 37—67. *Arachnoïden*.

Fig. 37—48. *Epeira diademata*.

Fig. 37. Jüngste Eier; zwei Nucleolarsubstanzen.

Fig. 38—42. Die Keimflecke weisen beide chromatophilen Nucleolarsubstanzen auf.

Fig. 40—42. Auftreten eines kleinen, erythrophilen Keimfleckes.

Fig. 43. Hauptkeimfleck nach dem Lamellibranchiaten-Typus aufgebaut.

Fig. 44—47. Bildung und Wachstum vieler kleinerer und größerer, erythrophiler Keimflecke, welche sich späterhin an den Hauptkeimfleck anlegen.

Fig. 46 u. 47. Ein und derselbe Keimfleck eines Keimbläschens in zwei auf einander folgenden Schnitten dargestellt.

Fig. 48. Ein Keimfleck, bei welchem die cyanophile Substanz beiden Polen der erythrophilen kappenförmig aufsitzt.

Fig. 49—54. *Tegenaria domestica*.

Fig. 49. Kleine, cyanophile Keimflecke mit großer Vacuole.

Fig. 50. Etwas älteres Ei mit cyanophilen Keimflecken.

Fig. 51. Keimbläschen mit vier bereits größeren, cyanophilen Keimflecken und kleinen in Bildung begriffenen Kernkörpern.

Fig. 52. Älteres Keimbläschen mit drei großen, cyanophilen Keimflecken.

Fig. 53. Zerfall der cyanophilen Keimflecke in den ältesten Keimbläschen.

Fig. 54. Ein cyanophiler Keimfleck, welcher im Zerfall begriffen ist.

Fig. 55—60. *Dolomedes fimbriatus*.

Fig. 55. Der Keimfleck setzt sich bereits aus den beiden chromatophilen Substanzen zusammen.

Fig. 56. Der große Keimfleck ist nur cyanophil; neben ihm tritt plötzlich ein kleiner, erythrophiler Kernkörper auf.

Fig. 57. Beide Kernkörper haben an Umfang zugenommen.

Fig. 58—60. Bildung einer allmählich immer größer werdenden Vacuole.

Fig. 60. Ältester Keimfleck mit großem Hohlraum, allein dargestellt.

Fig. 61—69. *Drassus quadripunctatus*.

Fig. 61 u. 62. Jüngste Eier; Keimflecke blau tingirt.

Fig. 63. Ei, welches noch mehrere cyanophile Keimflecke enthält; von ihnen sind zwei in Verschmelzung begriffen.

Fig. 64. Ein bereits größerer, durch Verschmelzung entstandener, cyanophiler Keimfleck.

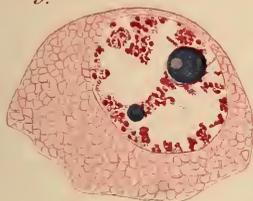
Fig. 65 u. 66. Der Keimfleck setzt sich aus den beiden chromatophilen Substanzen zusammen; Auftreten eines kleinen, erythrophilen Kernkörpers.

Fig. 67. Ältestes Eistadium; der Keimfleck zeigt an drei Stellen seiner Peripherie cyanophile Substanz.

Fig. 68. Etwas jüngerer Keimfleck, welcher seine Substanzverschiedenheiten schon bei alleiniger Anwendung von Boraxkarmin zeigt.

Fig. 69. Ein Keimfleck, bei welchem die cyanophile Substanz an vier Stellen seiner Peripherie angeordnet ist.

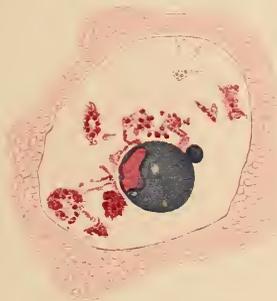
9.



10.



12.



11.



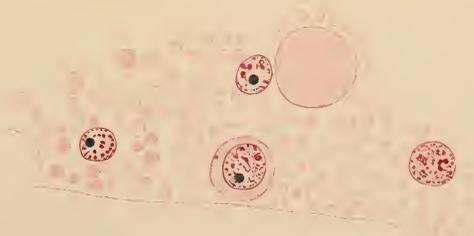
25.



24.



27.



28.





57.

44.

45.

49.

48.

47.

46.

54.

60.

61.

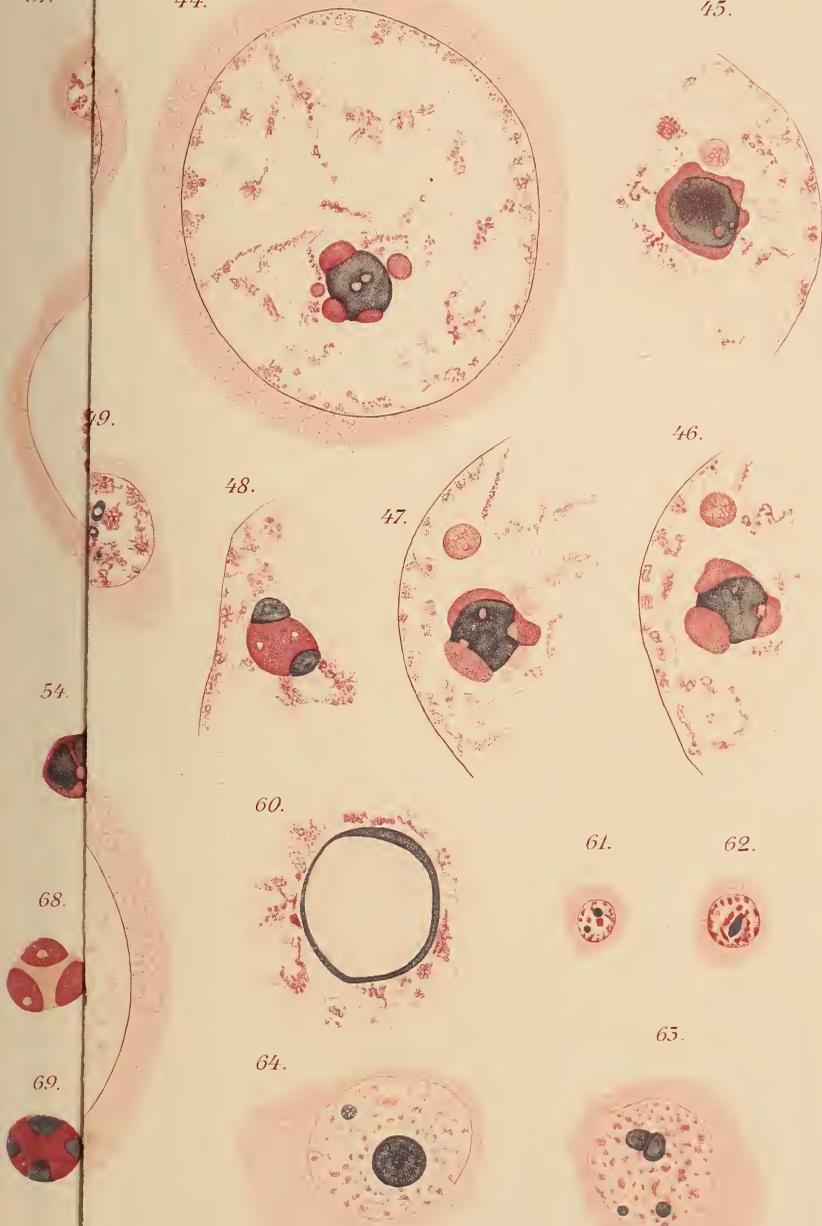
62.

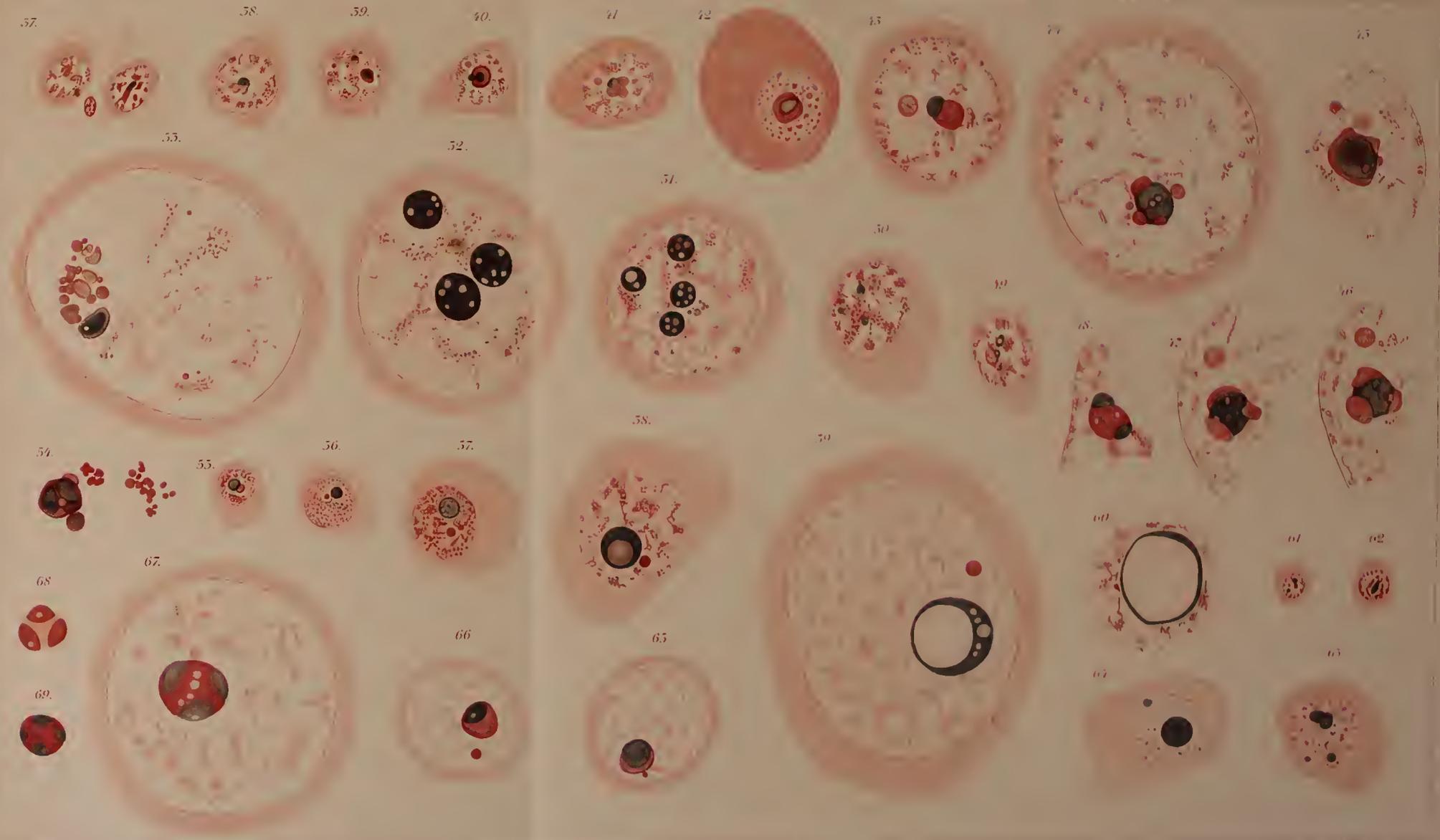
68.

64.

65.

69.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [66](#)

Autor(en)/Author(s): Obst P.

Artikel/Article: [Untersuchungen über das Verhalten der Nucleolen bei der Eibildung einiger Mollusken und Arachnoiden, 161-213](#)