

# Experimentelle Untersuchungen an meroblastischen Eiern.

## I. Cephalopoden.

Von

**Wl. Schimkewitsch**

(St. Petersburg).

Mit Tafel XXVIII—XXXI.

Die hier mitgetheilten Untersuchungen wurden von mir im Jahre 1898 auf der zoologischen Station der Insel Tatihou bei St. Vaast-a-Hougue (Normandie) angestellt.

Dem Direktor der Station, Herrn Prof. PERRIER, sowie Herrn Dr. MALARD, dessen Stellvertreter, möchte ich auch an dieser Stelle meine aufrichtige Dankbarkeit für die mir in so liebenswürdiger Weise zu Theil gewordene Gastfreundschaft aussprechen.

Als Objekt für meine Untersuchungen dienten Eier von *Loligo vulgaris* (Lmk.) und zwar wurden diese Eier im Stadium der Furchung oder der Mesodermbildung dem Wasser entnommen<sup>1</sup>. Zwei bis drei Eierschläuche wurden behutsam von der gemeinsamen Masse abgelöst, in bedeckte Gefäße von 700 ccm Inhalt übergeführt und dem in diesen Gefäßen enthaltenen Wasser sodann verschiedene Substanzen

<sup>1</sup> Der Einfachheit halber nenne ich das innere Blatt der Cephalopoden einfach »das Mesoderm«, obgleich es vielleicht richtiger wäre, dasselbe »Meso-Entoderm« zu benennen; die Dotterhaut der Autoren hingegen bezeichne ich als Merocytenhülle oder als Merocyten-schicht. Bezüglich ihres Ursprungs schließe ich mich ganz der Ansicht VIALLETON's an, d. h. ich halte sie für ein Produkt der Segmente oder Blastocoenen. Vgl. VIALLETON, Recherches sur les premières phases du développement de la Seiche (*Sepia officinalis*). Ann. d. sc. nat. 7. sér. T. VI, 1888, und ferner WATASE, Observat. on the development of Cephalopodes etc. Stud. Biol. Labor. J. Hopkins Univ. Baltimore, Vol. VI, 1886 sowie FAUSSEK, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Arb. St. Petersburger Naturf. Ges. Vol. XXVIII. Heft 2: 1897 (russisch).

beigemischt. Die Durchlüftung erfolgte auf eine so primitive Weise, dass sie beinahe als Null betrachtet werden kann. Es war mein ursprünglicher Gedanke in erster Linie die Wirkung solcher Substanzen zu studiren, welche in Organismen selbst vorkommen, wie Guanin und andere; ich überzeugte mich aber bald davon, dass die chemischen Eigenschaften der Substanzen bei diesen Versuchen nur eine untergeordnete Rolle spielen, in Bezug auf diejenigen Entwicklungsstadien wenigstens, mit welchen ich experimentirte. In gewissen Lösungen schreitet die Entwicklung weiter voran, in anderen hört sie früher auf; in einigen sind die abweichenden Erscheinungen mehr ausgesprochen, in anderen weniger. Häufig aber rufen äußerst verschiedenartige Substanzen das Erscheinen gleicher anormaler Abweichungen hervor, indem gewisse, durch die Einwirkung der Lösungen hervorgerufene Formveränderungen des Eies, augenscheinlich als Hauptfaktoren dieser Abweichungen zu betrachten sind.

Die der Eiweißmasse entnommenen Eier wurden in Sublimat oder in Sublimat plus Essigsäure konservirt, und an Schnitten untersucht (Boraxkarmin, Xylol, Paraffin).

#### Koncentrirtes Seewasser.

(Taf. XXVIII, Fig. 1, 2, 5; Taf. XXIX, Fig. 22—29 und 31.)

Vor Allem sollen die Aberrationen besprochen werden, welche während der Entwicklung in stehendem koncentrirten Seewasser auftreten. Die Eier wurden in offene flache Schalen gelegt, und das in letzteren befindliche Wasser einer natürlichen Konzentration durch Verdampfen unterworfen. Dabei traten neben normal sich entwickelnden Keimen auch abnorme Formen auf. In den ersten Tagen der Entwicklung wurden folgende Aberrationen beobachtet: einzelne Eier zeigten eine Einschnürung längs dem Äquator (Fig. 1 und 2, vgl. auch Fig. 16, 19), oder parallel zu ihm; an anderen bildeten sich am unteren (vegetativen) Pol Extraovate in Gestalt einer größeren oder geringeren Menge von ausgetretenem Dotter (Fig. 24, 29). Am achten Tage erwies es sich, dass ein Theil solcher Eier in der Entwicklung aufgehalten war, ein anderer Theil aber fortfuhr, sich weiter zu entwickeln. Eine Untersuchung an der Hand von Schnitten ergab Folgendes: die Ausscheidung einer gewissen Menge von Dotter kann ganz ohne Einfluss auf die Entwicklung bleiben, und es ergibt sich schließlich doch ein normal entwickelter Keim. An demjenigen Ende des Eies aber, wo das Extraovat entstanden war, bemerkt man, dass die Zellen des Keims in den Dotter einge-

sunken sind und die nach dem Austreten des Dotters entstandenen Vertiefungen und vacuolenartigen Höhlungen ausfüllen, indem sie sich in letzteren in Gestalt kleiner Häufchen ansammeln (Fig. 22). Diese Erscheinung tritt auch dann ein, wenn das Ektoderm das Ei noch nicht ganz umwachsen hat. Es ist ziemlich schwierig zu entscheiden, welchem Keimblatt diese sich versenkenden, gewöhnlich ovalen oder runden Zellen, zugezählt werden müssen. Zu Gunsten ihrer Abstammung von Elementen, aus welchen sich die Merocytenhülle aufbaut, sprechen die Beobachtungen VIALLETON's (l. c. p. 240) bezüglich der Ausbreitung dieser Elemente über die Oberfläche des Eies bei normalem Entwicklungsgang; dagegen lässt sich aber auch die Möglichkeit nicht bestreiten, dass diese Elemente auf Kosten anderer Bestandtheile des Keims entstehen, z. B. des Mesoderms. Werden die nach dem Austreten des Extraovates noch bleibenden Vacuolen neuerdings durch Dotterpartikel angefüllt, so nehmen die in Rede stehenden Zellen eine zusammengedrückte Gestalt an, und erinnern so an typische Merocyten (Fig. 23). Diese Zellen werden bei der Entwicklung des Eies in schwacher Methylenblaulösung sehr deutlich sichtbar. Die Gegenwart des Methylenblaus hindert die normale Entwicklung während mindestens einer Woche in keiner Weise, doch zeigen dabei die Chromatinkörnchen der Keimzellen eine vitale Färbung. Die sich am unteren Pol in den Dotter einsenkenden Zellen dagegen — im Process erhöhter Ernährung befindlich — färben sich einigermaßen anders und zwar wird das Plasma der Zelle selbst schwach gefärbt, der Kern hingegen stärker, und dabei färbt sich letzterer gleichmäßig und diffus<sup>1</sup> (Fig. 24).

Was die Eier mit der oben erwähnten Einschnürung betrifft, so beobachtet man an ihnen eine sehr interessante Erscheinung (Fig. 25),

<sup>1</sup> Vgl. SCHIMKEWITSCH, Über einige Anwendungen der Methylenblaufärbung. Arb. St. Petersburger Naturf. Ges. T. XXIX. 1898—1899. (Vgl. auch PRZEMYCKI, Über die intravitale Färbung des Kerns und des Protoplasmas. Biol. Centralbl. XVII. 1897.) Die vitale Färbung der Kerne bietet einen wesentlichen Vorzug: indem sie die Durchsichtigkeit des lebenden Objectes erhält, gestattet sie das erste Erscheinen der Organanlagen am Keime zu beobachten, wenn diese sich nur erst als einfache Anhäufung von dicht an einander gelagerten Kernen, bedingt durch den erhöhten Theilungsprocess, bemerklich machen. An dem in Fig. 24 abgebildeten Keim bemerkt man, dass die Anlage des ersten Armpaares in sehr enger Beziehung zu den vorderen Trichterfalten steht, und dass überhaupt die dem Trichter zunächst liegenden Anlagen Anfangs einander mehr genähert sind, als dies bei den übrigen Anlagen der Fall ist. Dieser Umstand spricht wiederum für die Annahme, dass Trichter und Arme ursprünglich jederseits eine gemeinsame Anlage besaßen.

indem nämlich die ganze durch die Einschnürung abgegrenzte untere Hälfte des Eies nicht von Zellen bedeckt wird, sondern nackt bleibt. Der ganze Keim wird nur im Bereiche der oberen Eihälfte gebildet, wobei fast alle Organe augenscheinlich in der gewohnten Weise angelegt werden. Die Anlagen der Arme sind aber nicht von einander getrennt, sondern haben das Aussehen einer einheitlichen, den Keim umfassenden, ringförmigen Verdickung. Ferner fehlt die Schalendrüsenanlage, obgleich der Keim eine wohlentwickelte Mantelanlage besitzt. Hat die Einschnürung unterhalb des Äquators stattgefunden, so wachsen die Keimblätter bis an die Einschnürung heran, und stellen dann ihr Wachstum ein (Fig. 1 und 2). Der Keim entwickelt sich beinahe normal, obgleich die Arme in Gestalt einer gemeinsamen ringförmigen Anschwellung persistiren, und nicht als isolirte Theile. Das Studium von Schnitten ergiebt Folgendes: der Ektodermrand (Fig. 25 *A, B*) besteht gewöhnlich aus Reihen großer Zellen, welche an Größe immer mehr zunehmen, je näher sie dem Rande kommen, wo dann die allergrößte Randzelle liegt. Das Mesoderm und die Merocytenhülle wachsen bisweilen weiter, über den Rand des Ektoderms hinaus. Das Ektoderm, indem es mit der großen Randzelle an die Vertiefung des Dotters stößt, bildet oberhalb der Einschnürung einen ringförmigen Wulst, dessen Höhlung von sternförmigen Mesodermzellen angefüllt wird, welche den Charakter eines embryonalen Bindegewebes annehmen. An einzelnen Stellen aber (Fig. 25 *C*) überwinden die Ektodermzellen, wenn sie ihre maximale Größe erreicht haben, so zu sagen das Hindernis und lassen eine neue Reihe von Zellen entstehen, doch nehmen die Zellen dieser Reihe mit der Entfernung von der großen Zelle nach dem unteren Pole zu an Größe ab. Die Randzellen des Keimes, der in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, weisen ein komplicirteres Bild auf (Fig. 25). Die ektodermale Reihe ist mehr in die Länge gezogen, besonders auf der Seite wo der Trichter liegt, und endet mit der größten Zelle, welche bisweilen zwei Kerne enthält. An diese Reihe schließt sich aber noch eine kleine Anhäufung von Zellen, von denen ein Theil unzweifelhaft mesodermalen Ursprungs ist; es sind dies kleine Zellen von unregelmäßiger Gestalt. Der andere Theil dieser Zellen besteht augenscheinlich aus umgebogenen Ektodermzellen; bisweilen sind sie sehr scharf von den Mesodermzellen gesondert (Fig. 26 *A*) und meist in einer Reihe angeordnet, deren Zellen allmählich mit ihrer Entfernung von der großen Randzelle an Größe abnehmen. Die Kerne aller großen Zellen besitzen zwei bis drei Chromatinkörner von an-

sehnlicher Größe. Ein solches Verschmelzen der kleinen Chromatinkörnchen zu größeren Massen ist das erste Anzeichen der Degeneration<sup>1</sup>. Ein weiteres Anzeichen der Degeneration ist das Auftreten von Vacuolen in den Zellen, welche ein eigenthümliches und von dunkler Granulation umgebenes Körperchen mit einem inneren, stark lichtbrechenden Körnchen einschließen.

Die eben beschriebene Anordnung der Zellen erinnert lebhaft an die teloblastischen Reihen, welche bei vielen embryonalen Processen eine so gewöhnliche Erscheinung bilden.

Die Neigung zur Vergrößerung ist den Zellen des Ektoderms, welches den Dottersack der Cephalopoden bedeckt (Blastoderm der Autoren), unzweifelhaft eigenthümlich. KORSCHOLT<sup>2</sup> bildet (seine Fig. 20 und 22, Taf. XXXVII) sehr große cylindrische Zellen des Ektoderms in der Nähe der Einschnürung ab, welche den Dottersack von dem Keim selbst trennt.

Außer der Bildung von Extraovaten und Einschnürungen kann man bei Eiern, welche sich in concentrirtem Seewasser entwickeln, auch eine einfache Hemmung in der Entwicklung beobachten. So zeigt die Fig. 27 einen Schnitt durch ein Ei, welches beim Beginne der Mesodermbildung in seiner Entwicklung stehen geblieben ist; am vierten Tage weist ein solches Ei eine nur kleine Ektodermkappe auf, mit Überresten von Segmenten (Blastoconen) und nur wenigen mesodermalen Zellen in ihrem Inneren. Am sechsten Tage unterliegen alle Kerne eines solchen Keims der Degeneration (Fig. 28), und nehmen eine blasenförmige Gestalt an, mit unregelmäßigen, an der Peripherie des Kernes gelegenen Chromatinhäufungen.

Es wird unmöglich, das Mesoderm von dem Ektoderm zu unterscheiden und die ganze Keimscheibe bildet einen vielschichtigen Zellhaufen, welcher etwas in den Dotter versenkt ist.

Die Degeneration kann auch in älteren Stadien eintreten. Fig. 29 zeigt ein *intra vitam* mit Methylenblau gefärbtes Ei, an welchem drei Zonen unterschieden werden können: eine untere, mit einer Ansammlung von Zellen am Pol, welche in die Tiefe des Dotters eingesunken sind, repräsentirt die Zone der flachen ektodermalen Zellen. Eine höher liegende Zone ist mit dichter gelagerten gewöhnlichen Ekto-

<sup>1</sup> Der normale Bau der Kerne in der Keimscheibe der Cephalopoden ist von ERLANGER beschrieben worden (Zur Kenntnis der Zell- und Kernteilung etc. Biol. Centralbl. XVII. 1897).

<sup>2</sup> KORSCHOLT, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Festschrift zum 70. Geburtstage LEUCKART's. Leipzig 1892.

dermzellen bedeckt, und enthält zahlreichere Mesodermzellen; die Zellen liegen in dieser Zone so dicht an einander, dass die den einzelnen Kernen angehörenden Chromatinkörnchen eine ununterbrochene Schicht bilden, nicht aber einzelne Gruppen, welche je einem der Kerne entsprechen, wie dies in der unteren Zone der Fall ist. Die oberste Zone endlich besteht aus Zellen, in welchen das Chromatin einzelne, wenig zahlreiche Anhäufungen bildet, was ein Merkmal für die Degeneration ist. Dabei haben nur verhältnismäßig wenige Kerne die Fähigkeit beibehalten, sich *intra vitam* zu färben, woher sie auch wie spärlich zerstreut erscheinen.

Weiter versuchte ich Eier in Glykogenlösung zu halten (0,5 g auf 700 ccm Wasser, d. h.  $\frac{1}{14}$  %ige Lösung); da aber dieser Versuch nicht zu Ende, d. h. nicht bis zu derjenigen Periode, wo die Embryonen die Lösung durch den Darmtractus in sich aufnehmen konnten, geführt wurde, so müssen die dabei auftretenden Abweichungen als solche betrachtet werden, wie sie im concentrischen Seewasser auftreten. In der That waren diese Abweichungen den soeben beschriebenen auch ähnlich.

Die Eier wurden nach fünf und sieben Tagen untersucht. Einige Eier entwickelten sich normal und erreichten ein, der Fig. 656 C von KORSCHULT und HEIDER<sup>1</sup> entsprechendes Stadium, andere blieben in der Entwicklung stehen. Der obere Theil der Eier war von dem Keim bedeckt, der untere dagegen vollständig nackt, wobei der Keim an seinen Rändern eine wulstförmige Verdickung bildete (Fig. 5). Die Untersuchung an Schnitten ergab, dass wir es hier mit einer eben solchen Bildung teloblastischer Reihen zu thun haben, wie sie oben beobachtet worden waren. Das Ektoderm, welches einen ringförmigen Wulst bildet, zeigt dabei an einigen Stellen (Fig. 31 A) zahlreiche Faltenbildungen, und endet mit großen, nach innen umgebogenen Zellen. Bisweilen kommt es nicht zur Bildung von Falten, und der Wulst ist dann einfach durch den Randwulst des Ektoderms (B) gebildet. Der Hohlraum des Randwulstes ist von gewöhnlichen Mesodermzellen ausgefüllt. Bisweilen trennt das Mesoderm, indem es fortfährt nach unten hin sich auszubreiten, die großen Randzellen vom Ektoderm ab (Fig. 31 B und C), so dass die Randzellen eine selbständige Gruppe bilden.

Es muss bemerkt werden, dass eine Einschnürung in dem Sinne, wie wir sie im analogen Falle bei einer ähnlichen Anomalie gesehen haben, im gegebenen Falle nicht stattfindet, sondern dass die obere

<sup>1</sup> Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte. Jena 1893.

Eihälfte im Vergleich mit der unteren gewissermaßen zusammengedrückt erscheint, und der Rand der Keimscheibe sich an den dadurch gebildeten Vorsprung des Dotters stützt. Einzelne von den Randzellen weisen ein Zusammenfließen der Chromatinkörnchen in größere Massen (*D*) auf, andere dagegen bewahren den normalen wabigen Charakter des Chromatins. In dem Ektoderm des oberen Keimabschnitts, sowie im Mesoderm des Walls wurden karyokinetische Figuren vom normalen Typus beobachtet.

Andere Eier endlich zeigen eine Entwicklungshemmung auf dem unmittelbar nach der Bildung des Mesoderms folgenden Stadium.

Nachdem wir nun einiges Vergleichsmaterial gesammelt haben, können wir zur Besprechung derjenigen Aberrationen von der Norm schreiten, welche in Gefäßen mit Beimischung fremder Substanzen beobachtet wurden.

### **Orthochlorphenolum carbonicum.**

(Taf. XXVIII, Fig. 3, 4 und Taf. XXIX, Fig. 30.)

In Anbetracht der geringen Löslichkeit dieser Substanz kamen konzentrierte Lösungen davon zur Verwendung. Die Eier wurden nach elf Tagen untersucht, und die Mehrzahl davon entwickelte sich in normaler Weise; doch wurde die Bildung von Extraovaten und die Hemmung der Entwicklung auf Stadien unmittelbar nach der Bildung des Mesoderms beobachtet, d. h. Aberrationen, wie sie auch bei der Entwicklung im Meerwasser vorkamen. Es traten auch asymmetrische Keime auf, allein die Untersuchung mittels der Schnittmethode ergab stets, dass die Asymmetrie nicht durch unvollkommene Entwicklung irgend einer Anlage, sondern durch Degeneration der Zellen an der betreffenden Stelle des Keims verursacht worden war. Die Degeneration selbst war höchst wahrscheinlich durch den Druck der Gefäßwände oder ähnliche Ursachen hervorgerufen. Zwei gleichartige Aberrationen wurden beobachtet. Die eine davon ist in Fig. 3 abgebildet: der ganze Dotter ist von den Zellen des stark ausgebreiteten Keimscheibenrandes (Blastoderm der Autoren) bedeckt. Am oberen Pole bemerkt man die Anlage der Schalendrüse. Das Studium an Schnitten ergab, dass der obere Theil des Eies mit dem stark entwickelten Mesoderm keine bemerkenswerthen Abweichungen aufweist; der untere Theil des Eies ist von der Merocytenhülle, einer Lage von einschichtig gelagerten Mesodermzellen und dem Ektoderm bedeckt, zeichnet sich aber vor normalen Eiern dadurch aus, dass die Ektodermzellen nicht flach, sondern hoch und cylindrisch sind.

Eine andere Anomalie ist in Fig. 4 wiedergegeben. Das äquatorial eingeschnürte Ei ist hier in der oberen Hälfte etwas breiter als in der unteren; auf der oberen Hälfte befindet sich eine Scheibe, welche von den Anlagen der zehn Arme umgeben ist. Auf diese Weise werden die Armanlagen in außerordentlich starkem Maße in die Nähe des oberen Poles verlagert.

Diese Missbildung war zerbröckelt, besaß aber, so weit man aus dem erhaltenen Theile schließen konnte, folgende Eigenthümlichkeiten: die erwähnte Scheibe (Mantelanlage?) stellte eine mächtige Anhäufung des Mesoderms unter der üblichen Schicht von Ektodermzellen dar und enthielt dabei keine Schalendrüsenanlage. An einer Stelle des Scheibenrandes befand sich unter dem Ektoderm eine ovale Anhäufung von Zellen, welche an die Anlage des Oberschlundganglions erinnert. Die Konzentration der Organanlagen am oberen Pol ist wahrscheinlich durch Vorhandensein der äquatorialen Einschnürung hervorgerufen worden. Jedoch konnte die Einschnürung das weitere Sichausbreiten der Keimscheibe nicht völlig aufhalten, und auch die untere Hälfte des Eies war von Zellen bedeckt, aber in derselben Weise wie bei der vorhin beschriebenen Anomalie der Ektodermzellen in diesem Theile des Eies, d. h. die Zellen waren nicht flach wie bei normalen Eiern, sondern außerordentlich groß und hoch, mit großen unregelmäßig geformten Kernen (Fig. 30). Die Mehrzahl der Zellen der Merocytenhülle nimmt eine runde, ovale oder sternförmige Gestalt an und versinkt in die oberflächlichen Schichten des Dotters; es finden sich aber auch normale flache Zellen.

Bei der normalen Entwicklung findet das Eindringen der Merocyten in den Dotter nach KORSCHULT nur im Bereich des Mitteldarmes und an der den Embryo vom Dottersack trennenden Vertiefung statt (l. c. p. 357).

Das Orthochlorphenol ruft demnach Anomalien hervor, welche kaum von denen verschieden sind, welche wir im konzentrirten Seewasser gesehen haben. Eine Ausnahme bildet nur die Hypertrophie der ektodermalen Zellen an der unteren Hälfte des Eies, wie sie in der Lösung von Orthochlorphenol beobachtet wurde.

### Manganum sulphuricum.

(Taf. XXVIII, Fig. 6—9; Taf. XXIX, Fig. 32—38; Taf. XXX, Fig. 39—41.)

Die Lösung wurde im Verhältniß von 1 g zu 700 ccm angefertigt ( $\frac{1}{700}$ ). Die Eier wurden nach zwei und sodann wiederum nach

fünf Tagen untersucht, und alle zeigten eine Hemmung der Entwicklung, welche bisweilen mit verschiedenen Aberrationen verbunden war. Der äußerliche Charakter dieser Abweichungen ist in den Fig. 6—9 wiedergegeben. Die Keimscheibe kann auf einen nur kleinen Bezirk am oberen Pol beschränkt sein, wobei sie bisweilen excentrisch liegt und ihre Ränder verschiedenartige Unregelmäßigkeiten aufweisen (Fig. 6 und 7), während am Rande der Keimscheibe bisweilen isolirt liegende Zellen beobachtet werden können (vgl. VIALLETON, l. c. p. 240). In anderen Fällen kann die Keimscheibe eine pilzhutförmige Gestalt haben (Fig. 8), wobei sie von dem übrigen Theil des Eies durch eine Einschnürung scharf abgegrenzt ist; dabei bleibt ein Theil des Eies unbedeckt, oder aber auch dieser wird mehr als zur Hälfte von Zellen bedeckt (Fig. 9, sechs Tage). Bisweilen erscheint dieser pilzhutförmige Keimscheibenabschnitt gleichsam mit seiner Basis in den Dotter versenkt (vgl. Guanin, Fig. 15).

Einige Eier zeigen eine äquatoriale Einschnürung, ähnlich wie wir dies bei den Eiern im Seewasser gesehen haben, wobei die Keimscheibe entweder bis zum Äquator anwachsen, oder aber vorher in ihrem Wachsthum aufgehalten sein kann; andere Eier wiederum zeigen Extraovate, meist am unteren Pol, wobei nach der Ablösung des Extraovates eine kraterförmige Vertiefung an der Oberfläche des Eies zurückbleibt (Fig. 9).

Wir wenden uns nunmehr zu der Untersuchung dieser Aberrationen.

Einzelne Eier weisen eine einfache Hemmung der Entwicklung auf, welche in dem Stadium eintritt, wo das Mesoderm sich zu bilden beginnt. Liegt die Keimscheibe asymmetrisch, so tritt auch eine Asymmetrie in der Bildung des Mesoderms ein. Am fünften Tage zeigen solche Eier schon alle Anzeichen von Degeneration (Fig. 32). Gewisse Eier zeigten zwei Tage nachdem sie in die Lösung verbracht worden waren, auf seitlichen Schnitten ein Bild, wie es in Fig. 33 dargestellt ist. Das einschichtig angeordnete Ektoderm zeigt auf seiner ganzen Ausdehnung, sowohl näher zum Rande als auch auf der Mitte des Schnittes karyokinetische Figuren; dabei sind diese Figuren nach den Radien des Eies angeordnet, d. h. das Ektoderm sondert Zellen nach der Tiefe des Eies zu von sich ab. Unmittelbar unter dem Ektoderm liegen Zellen, welche sich, wie dies ihre Gestalt und diejenige ihrer Kerne zeigt, in das Mesoderm einkeilen. Es ist klar, dass wir es hier mit Zellen zu thun haben, welche sich schon früher vom

Ektoderm abgelöst haben und nun in die Tiefe des Dotters einsinken. Wir sehen, mit anderen Worten, die Bildung des Mesoderms auf einer sehr bedeutenden Ausdehnung der Ektodermanlage vor sich gehen. Das Mesoderm ist in mehreren Schichten angeordnet und zunächst dem Dotter liegen die bläschenförmigen, unregelmäßig gestalteten, riesigen, und chromatinarmen Kerne der ein Plasmodium bildenden Merocyten.

Andere Eier zeigen ungefähr die gleiche Anordnung des Ektoderms und des Mesoderms, allein im Dotter, unterhalb der Keimanlage, hat sich eine ringförmige Vertiefung gebildet, in welcher nunmehr die Kerne der Merocytenerschicht angehäuft liegen (Fig. 34 *B*). In dem vorhergehenden Fall (Fig. 33) zeigte das Ektoderm die augenscheinliche Tendenz den Dotter zu umwachsen, während dies in dem gegebenen Fall (Fig. 34) nicht zutrifft, und die Ektodermerschicht mit ihren Rändern sich an den Dotterrand anlehnt. Die Bildung des Mesoderms erstreckt sich über einen sehr großen Theil der Keimscheibe, doch geht sie an den Rändern am energischsten vor sich; das Auswachsen des Ektoderms in einer der Dotteroberfläche parallelen Richtung schreitet, wie dies die karyokinetischen Figuren (Fig. 34 *B*) zeigen, dessenungeachtet weiter fort. Das Mesoderm beginnt bereits zu degeneriren. Fast das gleiche Bild zeigt die Fig. 35, mit dem Unterschiede aber, dass das seitlich zusammengepresste Ektoderm das sichtbare Bestreben zeigt, eine mehrschichtige Anordnung der Zellen anzunehmen.

Die Fig. 36, 37, 38 zeigen Schnitte durch ein weiteres Entwicklungsstadium (nach fünf Tagen) einer ähnlichen anormalen Keimanlage. Die Eigenthümlichkeit der sehr bedeutend über die Oberfläche des Eies hervorragenden Keimanlagen (Fig. 36) besteht darin, dass sich unter dem stark entwickelten Mesoderm eine helle Masse befindet, in welcher eine große Anzahl außerordentlich angewachsener und in Degeneration befindlicher Kerne enthalten ist. Anfangs war ich geneigt, diese Masse für die hypertrophirte Merocytenerschicht anzusehen, überzeugte mich aber bald davon, dass, abgesehen von der Größe, zwischen diesen Kernen und denen des typischen Mesoderms keinerlei Unterschied bestehe, während die Kerne der Merocytenerschicht sich scharf von den beiden eben genannten Kernformen unterscheiden lassen (Fig. 38). Wahrscheinlich repräsentirt die erwähnte helle, kernführende Masse zum Theil die deformirte Masse der Merocytenerschicht, zum Theil aber Dotter, welcher durch die Thätigkeit dieser Merocyten und der Mesodermzellen selbst umge-

wandelt worden ist. Was die Kerne betrifft, so stellt die Mehrzahl derselben die typische Form der Kerne der Mesodermzellen, jedoch von außergewöhnlicher Größe, dar, welche vom Mesoderm aus in diese Masse eingedrungen sind. Es ist leicht möglich, dass einige der in dieser Masse befindlichen hellen Blasen in der That degenerirte Kerne der Merocyten-schicht darstellen, doch erscheint es unmöglich, dies zu beweisen. Dass der Dotter von den Embryonalzellen lebhaft aufgenommen wird, beweist die unregelmäßige Beschaffenheit der Dottoberfläche unter der Keimscheibe, sowie das Versinken des ganzen Keims in die Tiefe des Dotters. Eine weitere Eigenthümlichkeit bei allen drei soeben beschriebenen Keimen ist die Erscheinung, dass das Ektoderm eine mehrschichtige Anordnung seiner Zellen aufweist, an den Rändern aber ohne scharfe Abgrenzung in das Mesoderm übergeht. Endlich weisen alle die drei erwähnten Keime bereits die Anlage einiger Organe auf. So ist aus Fig. 36 zu ersehen, dass das Ektoderm an einer Stelle eingesunken ist und die Ränder der Vertiefung einen niedrigen Ringwall bilden. Diese Einsenkung ist augenscheinlich die Schalendrüsenanlage. Dieselbe Bedeutung hat wahrscheinlich die Ektodermvertiefung *rd* in Fig. 37, während die daneben gelegene dichte Anhäufung von Zellen (welche wohl ektodermalen Ursprungs sind, und ihren Zusammenhang mit dem Ektoderm noch nicht verloren haben) vielleicht der Anlage des Cerebralganglions entspricht. Es sei hervorgehoben, dass die Schalendrüsenanlage dieses Keims aus einer Schicht von Ektodermzellen besteht, über welcher eine protoplasmatische Masse mit einem Häufchen von Kernen (Fig. 37) liegt. Diese Erscheinung wird weiter unten besprochen werden. Bei dem Keim Fig. 38 ist die Schalendrüse durch eine spaltförmige Ektodermvertiefung repräsentirt, welche durch eine ganze Reihe von Schnitten zu verfolgen ist und ziemlich tief nach innen eindringt. Näher dem einen Rande des Keims zu befindet sich eine röhrenförmige Vertiefung des Ektoderms, welche wahrscheinlich der Anlage der Speiseröhre entspricht.

Was die Degeneration der Zellen betrifft, so zeigt diese sowohl im Mesoderm als bei den Kernen der darunterliegenden hellen Masse denselben Charakter: das Chromatin der Kerne fließt in eine oder mehrere unregelmäßig geformte größere Massen zusammen, doch verlieren die Kerne in diesem Stadium noch nicht die Fähigkeit, sich zu vermehren (Fig. 39). Man trifft hier Zellen an, welche eine Einschnürung zeigen, und auch solche, welche sich soeben getheilt haben. Die Chromatinmassen solcher in Theilung befindlicher Zellen

dehnen sich augenscheinlich in der Längsrichtung der Zelle aus und unterliegen ebenfalls einer Theilung, welche jedoch in jeder einzelnen Chromatinmasse nicht immer gleichmäßig erfolgt.

Bisweilen theilen sich zwei Chromatinmassen je in zwei ungleiche Theile, wobei dann eine jede Tochterzelle einen größeren und einen kleineren Theil des Chromatins enthält (Fig. 39, 11). Schließlich verschwindet die Wabenstruktur der Kerne, und das Chromatin fließt in eine einzige, runde, centrale oder sichelförmige, randständige Masse zusammen (Fig. 39, 19 und 20). Neben solchen Zellen des Mesoderms von Keimen, welche in der Lösung von Mang. sulphuricum degeneriren, trifft man auch typische Zellen mit wabigem (netzförmigem) Bau des Kernes an. Diese letzteren Kerne zeigen öfters die Erscheinung der direkten Kerntheilung, oder der Knospenbildung (Fig. 40). Bisweilen erinnern sehr kleine, vom Kerne sich abtrennende Fragmente durch ihr Aussehen an Centrosome. Einige Kerne degeneriren direkt aus der wabigen Form (Fig. 41). Ihre Chromatinkörner treten dabei aus dem Kern in das Zellplasma über, bisweilen in Körnerform, bisweilen nachdem sie zuvor eine kompakte gleichartige Masse gebildet haben. Diese Masse nimmt fortwährend an Größe zu, während der Kern immer kleiner wird; endlich bleibt in der Zelle nur noch eine homogene Chromatinmasse übrig, welche bald zu zerfließen beginnt.

### Natrium bromatum.

(Taf. XXX, Fig. 42—44.)

Es wurden 1,5 g N. bromatum auf 700 cem Wasser genommen ( $\frac{3}{14}$  0/ige Lösung). Die in dieser Lösung auftretenden Erscheinungen ergaben, eben so wie in den früheren Fällen, eine Hemmung des Wachstums der Keimscheibe. Ein Theil der Eier war nach vier Tagen von der Keimscheibe bis zur Hälfte umwachsen, während ein anderer Theil derselben dasselbe Bild darbot, wie einzelne der in Manganum sulphuricum entwickelten Eier, und zwar beschränkte sich die Keimscheibe auf den polaren Theil des Eies, erlangte dagegen aber eine bedeutende Dicke und erschien in den Dotter versenkt. Auf Schnitten (Fig. 42 und 43) sieht man, dass die Merocytenhülle unter der ganzen Keimscheibe zur Ausbildung gekommen ist und normale, flache Kerne enthält. Diese Schicht findet sich aber nicht nur unter der Keimscheibe, sondern ist noch auf eine sehr bedeutende Strecke außerhalb derselben ausgewachsen und bedeckt einen Theil der Eioberfläche. Das Mesoderm, welches Anzeichen der

Degeneration aufweist, erscheint als ansehnliche Masse, deren periphere Zellen über die Ränder des Ektoderms hinausreichen; stellenweise hat das Mesoderm diese Ränder sogar umwachsen und bedeckt sie ein wenig von oben.

Es ist sehr leicht möglich, dass der auf Fig. 9 abgebildete Keim, welcher sich in der Lösung von Manganum sulphuricum gebildet hatte, aber nicht an Schnitten untersucht wurde (er ging zufällig zu Grunde), kein Anwachsen aller drei Schichten der Keimscheibe zeigte, sondern nur ein solches der Merocytenhülle, während das Ektoderm und das Mesoderm sich auf seinen vorspringenden pilzhutförmigen Theil beschränkten. Das Ektoderm ist an der Peripherie des Keims der Fig. 42 und 43 durch große Randzellen begrenzt, welche oft etwas nach innen umgebogen sind und bisweilen je zwei Kerne enthalten, oder Kerne, welche die Gestalt eines Geldbeutels besitzen (Fig. 44, 7 und 8). Das Ektoderm zeigt das Bestreben seine Zellen mehrschichtig anzuordnen. Der Schalendrüsensack hat entweder die Gestalt eines aus dem verdickten Ektoderm gebildeten Hügelchens, welches von einer mäßigen ringförmigen Vertiefung (Fig. 42) umgeben ist, oder aber er springt nach innen vor, in Gestalt einer schiefen Falte, bestehend aus einer Reihe niedriger ektodermaler Zellen (Fig. 43). Auf diese Weise vereinigt die eben besprochene Anomalie die Eigenthümlichkeiten zweier früher besprochenen Anomalien in sich, nämlich die Bildung von Teloblasten am Rande der Ektodermscheibe, wie sie bei der Entwicklung in Seewasser (Fig. 25, 26, 31) beobachtet wurde, und die Anomalie, wie sie in Lösungen von Manganum sulphuricum auftrat (Fig. 38). Auch fingen die Kerne des Ektoderms an größere Chromatinanhäufungen zu zeigen, d. h. sie begannen zu degeneriren wie diejenigen des Mesoderms. Unter den letzteren trifft man auch normale Kerne mit wabigem Bau, welche eine Einschnürung aufweisen, und wahrscheinlich auf direkte Kerntheilung hinweisen (Fig. 44, 1 bis 4).

### Kalium jodatum.

(Taf. XXVIII, Fig. 10—12; Taf. XXX, Fig. 45—47.)

Es wurden 3,5 g K. jodatum auf 700 cem Wasser genommen ( $\frac{1}{2}$  %ige Lösung). Nach zwei Tagen zeigten die Eier verschiedenartige Extraovate am unteren Pol, doch wurde die Entwicklung dadurch nicht aufgehalten (Fig. 10 bis 12), obgleich das Vordringen des Keimscheibenrandes ungleichmäßig und unregelmäßig vor sich ging; an Stelle des Extraovates bleibt oft eine kraterförmige Vertiefung,

in welche vereinzelte Zellen der Keimscheibe eindringen (Fig. 12, 45). Nach sieben Tagen erscheint die Anlage des Schalendrüsensacks in Gestalt einer Schicht von hohen cylindrischen Zellen, welche Vacuolen enthalten (Fig. 46, 47).

Diese sich bisweilen etwas vorwölbende Anlage hebt sich von dem übrigen Ektoderm sehr scharf ab. An ihrem Rande (und zwar auf einer Seite besonders deutlich) zeigt sich eine bemerkenswerthe Erscheinung: Das Ektoderm nimmt wahrscheinlich in Folge der tangentialen Theilung der Zellen an Dicke zu, wodurch sich seine der Schalendrüsenanlage anliegenden Kerne in zwei Schichten anordnen (Fig. 46), und einzelne Zellen dringen nach der Oberfläche vor und nehmen eine runde Gestalt an (Fig. 47). Die Bedeutung dieses Processes soll später erklärt werden.

Eine andere Eigenthümlichkeit bei der Entwicklung dieser Keime ist das Auftreten von runden, ovalen und unregelmäßig-sternförmigen Zellen in der Merocytschicht nahe dem Dotter, welche Zellen bisweilen in die oberen Schichten des Dotters fast versenkt erscheinen. Neben solchen Zellen findet man in der Merocytschicht auch typische flache Zellen (Fig. 47).

Gleichzeitig mit den sich weiter entwickelnden Eiern findet man auch solche, welche in der Entwicklung aufgehalten wurden und welche an diejenigen Aberrationen erinnern, welche wir bei der Entwicklung in Lösungen von Manganum sulphuricum gesehen haben, und in Koffeïnlösung noch sehen werden (siehe p. 508). Die Ausbreitung der Keimscheibe ist in solchen Eiern sehr gering und dieselbe erscheint als eine kompakte Masse, welche sich an dem oberen Pole concentrirt hat. Dies Verhalten unterscheidet sich von dem, was wir früher gesehen haben dadurch, dass die Keimanlage trichterförmig und ziemlich tief in den Dotter einsinkt; das Ektoderm zeigt das Bestreben zu weiterer Ausbreitung (vgl. Koffeïn, Fig. 56).

#### Lithium chloratum.

(Taf. XXVIII, Fig. 13; Taf. XXX, Fig. 48—51, 54.)

Die Versuche mit diesem Salze erscheinen mir von besonderer Bedeutung mit Hinsicht auf die von anderen Autoren an Eiern anderer Thiere gewonnenen Resultate. Die Eier wurden in einem Gefäß mit 7000 ccm 1%iger Lösung untergebracht, doch ging hierbei die Entwicklung nicht vor sich, sondern die Eier (an welchen bisweilen Extraovate auftraten) zeigten nach drei wie auch nach sechs

Tagen immer dasselbe Stadium, und zwar eine mäßige Keimscheibe, welche nur die obere Hälfte des Eies bedeckte. Die Untersuchung ergab, dass die Keimscheibe aus Ektoderm und einer dünnen Mesodermschicht besteht und keine Merocytenhülle enthält; dagegen liegen an den Rändern der Keimscheibe Ansammlungen von runden Zellen (Fig. 49). Wenn schon die Mehrzahl der Zellen des Keims zu Grunde gegangen ist, bewahren die erwähnten runden Zellen noch immer den Charakter lebender Zellen und ihre Kerne zeigen noch die wabige Struktur. Augenscheinlich repräsentiren diese Zellen die Überreste der Segmente, welche in Folge der Hemmung der Entwicklung nicht zur Bildung der Merocytenhülle verwendet worden waren und sich in abgerundete, undifferenzierte Zellen zerlegt haben. Andere Eier (Fig. 48) werden in der Entwicklung aufgehhalten bald nachdem ein Theil der auf Kosten der Segmente gebildeten Zellen bereits zur Bildung der Merocytenhülle unter die Keimscheibe verlagert ist, der andere Theil aber in Gestalt ovaler Zellen noch außen geblieben ist.

In schwächeren, und zwar 0,1%igen Lösungen hält die Entwicklung viel länger an und ich traf am zehnten Tage Eier an, welche schon ringsherum von Zellen umwachsen waren. Am oberen Pole eines solchen Eies (Fig. 50) sieht man die Anlage der Schalendrüse, welche sich durch die Größe der Zellen und derjenigen ihrer Kerne vor den übrigen Zellen des Ektoderms auszeichnet; auf der Oberfläche der Schalendrüse bemerkt man wiederum einzeln liegende kleine runde Zellen von demselben Typus, wie wir sie gelegentlich der Beschreibung der Anomalien in Lösungen von Kalium jodatum gesehen hatten. In dem zu besprechenden Keime geht die Degeneration energisch vor sich, und die Merocytenkerne sind in der Region der Keimscheibe etwas angeschwollen und blass.

Andere Eier waren in der Entwicklung noch weiter fortgeschritten. Ein Ei zeigte die Anlagen der Schalentasche, der Augen, der Arme, der vorderen und der hinteren Trichterfalten. Aber schon bei der Untersuchung von der Oberfläche aus kann man die Asymmetrie im Bau des Keims bemerken. Die linke Seite besitzt keinen Augenhügel und man kann auf ihr nur die Anlagen zweier Arme mit Deutlichkeit unterscheiden (Fig. 13); ferner sind die vorderen Trichterfalten hier augenscheinlich nicht völlig oder nur schwach entwickelt. Die Schnitte (Fig. 51) zeigen, dass die Schalendrüse die Gestalt eines vertieften aber noch nicht geschlossenen Säckchens besitzt, dessen Boden aus höheren cylindrischen Zellen besteht. Das einzige vor-

handene Auge ist auf dem Stadium eines nach außen weit geöffneten Sackes, dessen oberer Theil mehr vertieft ist als der untere, stehen geblieben. Auf der anderen Seite konnte ich keine deutliche Augenanlage finden. Auf der linken Seite findet sich jedoch etwas unterhalb des Auges und von ihm aus nach innen ein räthselhaftes Organ. Dieses Organ liegt im Bereich des verdickten Ektoderms, unter welchem eine mächtige Mesodermis lagert, und erweist sich als ein kleiner kompakter Hügel aus zusammengedrängten Zellen, welcher auf einem etwas engeren Stiele sitzt. Es ist augenscheinlich, dass wir es hier mit irgend einem Organ zu thun haben, welches statt zu invaginiren, sich nach außen ausgestülpt hat. Nach seiner Lage und seiner Gestalt entspricht dieses Gebilde einer Ootocyste, von welcher es sich durch etwas bedeutendere Größe und ferner dadurch unterscheidet, dass es kompakt und nicht hohl ist.

Sehr verändert erscheint die untere Hälfte des Keimes. Sie ist von den großen, mit mächtigen, unregelmäßig gestalteten Kernen versehenen Zellen des Ektoderms bedeckt (Fig. 54); diese Kerne bewahren den wabigen Bau, aber ihre Chromatingranulationen beginnen schon in größere Massen zusammenzuzießen. Das Ektoderm hat sich etwas von dem Dotter abgehoben, und der ganze Zwischenraum zwischen beiden ist von vereinzelt sternförmigen Mesodermzellen angefüllt, welche den Charakter von Bindegewebszellen angenommen haben. Die Merocyten haben das Aussehen abgerundeter oder sternförmiger, in den Dotter versenkter Zellen mit runden Kernen. An der oberen Hälfte des Eies trifft man ebensolche in den Dotter eingedrungene Merocyten, aber daneben auch typische flache, mit abgeplatteten Kernen. Es ist von Interesse, dass in dem vorliegenden Falle die Hypertrophie des Ektoderms auf der unteren Seite des Eies von der unvollständigen Entwicklung der Arme auf einer Seite begleitet wird.

### Guanin.

(Taf. XXVIII, Fig. 14, 15; Taf. XXX, Fig. 52—53.)

Zur Verwendung kam eine concentrirte Lösung.

Ein großer Theil der Eier entwickelte sich normal, mit Ausnahme einzelner, welche nach zwei Tagen eine außerordentlich asymmetrische Ausbreitung der Keimscheibe zeigten (Fig. 14), und es erreichten die normalen Eier im Verlauf von sieben Tagen dasjenige Stadium, welches KORSCHULT und HEIDER in ihren Fig. 656 A und C abbilden. Andere Eier entwickelten sich nicht ganz normal (Fig. 52),

indem der untere Theil des Eies am fünften Tage von riesigen Ektodermzellen mit großen, unregelmäßig geformten Kernen bedeckt war, wie wir dies bei der in Lithium chloratum aufgetretenen Anomalie gesehen haben. Genau wie in jenem Falle hatten auch hier einige Merocyten, besonders in der unteren Eihälfte, eine abgerundete oder sternförmige Gestalt und erschienen in die obere Schicht des Dotters eingedrungen (Fig. 52). Wiederum andere Eier zeigten eine Entwicklungshemmung, und der Keim saß kappenförmig auf dem oberen Eipole. Bisweilen war diese Keimanlage etwas in den Dotter versenkt, wodurch sie eine ringförmige Vertiefung auf diesem letzteren hervorrief (Fig. 53). Bisweilen entwickelten sich solche Eier eine Zeit lang weiter fort und zeigten dann am fünften Tage folgendes Bild: An einer Seite (Fig. 53 *B*) ist das Mesoderm an den Rändern der Keimscheibe entwickelt, und fehlt in deren Mitte; auf der anderen Seite (Fig. 53 *A*), wo die Schalendrüse liegt, ist das Mesoderm außerordentlich stark entwickelt, und dringt tief in das Innere des Dotters ein. Die Kerne der ein Plasmodium bildenden Merocyten sind von unregelmäßiger Gestalt, leicht angeschwollen und blass.

Das Ektoderm ist streng einschichtig und wächst stellenweise über die äußeren Ränder der Mesodermanlage hinaus. Die Schalendrüse ist durch eine Lage großer, hoher, scharf charakterisirter Zellen gebildet, welche in einer Schicht angeordnet sind, aber über diesen Zellen liegt in Gestalt einer dünnen Deckschicht eine Schicht von wenig zahlreichen, flachen Zellen. An anderen Keimen findet man statt dessen nur Spuren von zu Grunde gegangenen Zellen dieser Deckschicht.

Vergleichen wir diese Abweichungen mit den Anomalien der Schalendrüsen, die wir bei Keimen, welche sich in Lösungen von Lithium chloratum und Kali jodatum entwickelten, gesehen haben, so kommen wir zu der Schlussfolgerung, dass der Process der Invagination der Schalendrüse durch ein Heraustreten der Zellen aus dem benachbarten Ektoderm nach außen und die Bildung (wenigstens in einigen Fällen) einer später wieder zu Grunde gehenden Deckschicht ersetzt wird. Bei den Embryonen, welche sich in einer Lösung von Manganum sulfuricum entwickelten, lagert sich über der etwas vertieften Schalendrüsenanlage statt der Deckschicht eine Ansammlung von Zellen, deren Grenzen verloren gegangen sind (Fig. 37). Endlich kann man auf Grund der Fig. 15 annehmen, dass die Hemmung in der Entwicklung der Keimscheibe bisweilen von einem Eindringen der Zellen der Keimscheibe in das Innere des

Dotters begleitet wird, ähnlich wie dies in Fig. 65 abgebildet ist, doch wurde dieser letztere Keim nicht an der Hand von Schnitten untersucht.

### Coffeinum.

(Taf. XXVIII, Fig. 16—18; Taf. XXX, Fig. 55—56; Taf. XXXI, Fig. 57—61.)

Es kam eine Lösung von 0,5 g auf 700 ccm zur Verwendung ( $= \frac{1}{14} \%$ ). Im Allgemeinen wurde die Entwicklung aufgehalten. Nach zwei Tagen hatte der Keim die Gestalt einer nur den Pol des Eies bedeckenden Kappe, welche bei einzelnen Eiern eine sehr unregelmäßige und verschiedenartige Gestalt annimmt (Fig. 18); bisweilen bemerkte man in der Nähe dieser Kappe einzelne isolirte Zellen auf der Oberfläche des Eies. Nach vier, sechs und acht Tagen hatte sich die Kappe auf einzelnen Eiern fast gar nicht weiter ausgebreitet, auf anderen Eiern dagegen bemerkte man ein gewisses Anwachsen der Kappe. Hierbei wurden Eier gefunden, welche auf den verschiedensten Stadien in ihrer Entwicklung aufgehalten worden waren: 1) während des Segmentationsprocesses (nach zwei Tagen), 2) in der Periode der Bildung des Mesoderms, wobei der Degenerationsprocess bereits begonnen hatte, obgleich das Mesoderm sich noch nicht unter den centralen Theil der Ektodermscheibe verbreitet hatte (Fig. 55); unter der Keimscheibe bemerkt man blasse Merocytenkerne (achter Tag); 3) in einem etwas späteren Stadium, wenn die aus den typischen drei Schichten bestehende Keimscheibe schon fast das halbe Ei umwachsen hat (sechster Tag). Endlich wurden noch uns bereits bekannte Anomalien beobachtet (Fig. 56, sechster Tag), in Gestalt einer kompakten, in den Dotter eindringenden Keimscheibe, welche auf das polare Gebiet des Eies beschränkt ist. Das Ektoderm einer derartigen Keimscheibe, welche in einer Schicht angeordnet ist, zeigt jedoch an den Rändern die Tendenz sich weiter zu verbreiten, und man kann darin eine Gruppe etwas höherer Zellen unterscheiden, welche die noch nicht differenzirte Anlage der Schalendrüse repräsentirt. Unter dem mächtig entwickelten, bereits degenerirenden Mesoderm sieht man die Merocytenhülle mit normalen flachen Kernen.

Eine andere Anomalie ist sehr eigenartig (Fig. 57, vier Tage): das Ektoderm hat sich ziemlich weit ausgebreitet und umfasst circa  $\frac{1}{3}$  des Eies; das Mesoderm ist durch eine nicht besonders dicke Schicht vertreten, welche nur die mittlere Region der Keimscheibe einnimmt, aber am Pole selbst erstreckt sich das Mesoderm als

kompakte, halbkugelige Masse in den Dotter hinein; eine Merocytenhülle mit blassen Kernen ist vorhanden.

Die in den Zellen degenerirender Keime vor sich gehenden Prozesse verdienen besondere Beachtung. Die Ektodermzellen (Fig. 58) zeigen das Bestreben das Chromatin in größeren Massen zu vereinigen, was augenscheinlich die Kerntheilung nicht aufhält, welche dadurch den Charakter der direkten Kerntheilung erhält. Aber neben solchen Kernen trifft man sowohl im Ektoderm, wie auch im Mesoderm Kerne an, welche den normalen wabigen Bau bewahrt haben, und verschiedene Figuren, sowohl solche der direkten Theilung, wie auch solche der Knospung aufweisen, wobei ein riesiger Kern bisweilen drei bis vier Vorwölbungen bildet (Fig. 59, 2, 7, 9, 11). Einige Kerne stoßen kleine Theilchen von sich ab, welche nach ihrer Form bisweilen an Centrosomen erinnern (Fig. 59, 8). Dieses Abstoßen kleiner Partikel stellt augenscheinlich eine weitere Stufe der Degeneration dar, auf welche dann die Verwandlung des Kernes in eine körnige oder homogene Chromatinmasse folgt, welche mit einem Zerfließen des Chromatins endet (Fig. 59, 12—15).

In den meisten Fällen hat diese Knospung keine Theilung der Zelle zur Folge, in einigen Fällen aber (Fig. 59, 10) konnte neben der großen, in Knospung begriffenen Zelle eine kleine, der großen dicht anliegende und augenscheinlich soeben erst von derselben losgetrennte Zelle beobachtet werden.

An Eiern, welche in  $\frac{1}{14}$  0/iger Koffeinelösung lagen, wurde in späteren Stadien, wenn der Keim  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  des Eies bedeckte, schon am darauf folgenden Tage die Bildung dem Äquator paralleler Einschnürungen beobachtet, deren es bisweilen eine, bisweilen zwei waren (Fig. 16, 17). Bildet sich die Einschnürung an der Grenze der Keimscheibe, so tritt der Rand des Dotters in Form eines niedrigen ringförmigen Walles etwas über den Rand der Keimscheibe hervor. Die Untersuchung solcher Eier (welche am Tage darauf erfolgte) ergab, dass an der Stelle der Einschnürung die Keimscheibe in den Dotter vertieft liegt und in horizontaler Richtung in das Innere des Eies hereinwächst, indem sie den Dotter in zwei Hälften theilt: eine obere, von der Keimscheibe umgebene, und eine untere, unbedeckte (Fig. 60, 61). Nur in der allertiefsten Region des Eies erscheint der Dotter beider Hälften nicht abgegrenzt. Das Ektowie das Mesoderm der Keimscheibe bleiben streng einschichtig. In einem Falle (Fig. 60, Einschnürung an der Grenze des oberen Eidrittels) konnte man mit Deutlichkeit eine Merocytenhülle mit flachen

Kernen unterscheiden; in einem anderen Falle dagegen (Fig. 61, Einschnürung unterhalb des Äquators) konnte ich diese Hülle nicht finden. Die Scheidewand wird hauptsächlich von dem Ektoderm gebildet, obgleich auch Mesodermzellen in ihre peripheren Theile hereinwachsen.

Das Fehlen einer Merocytenhülle im zweiten Falle bedarf einer Erklärung: betrachtet man den Schnitt Fig. 61, so bemerkt man, dass derselbe sich von dem Schnitte Fig. 60 nicht nur durch das Fehlen einer Merocytenhülle auszeichnet, sondern auch noch durch die geringere Anzahl von Mesodermzellen, sowie dadurch, dass die mehr centralen Partien der Scheidewand durch Zellen gebildet werden, welche mehr Ähnlichkeit mit flachen Merocyten aufweisen als mit den typischen Zellen des Ektoderms. Diese letzteren bewahren auch da, wo sie in den Dotter hineinwachsen, eine Ähnlichkeit mit den Zellen des Ektoderms der Oberfläche, und ihre Kerne bleiben von abgerundeter oder ovaler Form, während die Kerne der im Centrum der Scheidewand gelegenen Zellen (Fig. 61) abgeplattet und in die Länge gestreckt erscheinen, d. h. den Kernen der Merocytenhülle ähnlich sehen. Aus diesen Gründen halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die Merocyten durch das einwuchernde Ektoderm mit in die Einschnürung fortgerissen wurden, und in die Dottermasse eindrangten wo sie die mehr central gelegenen Theile der Zwischenwand bildeten.

### Cocainum.

(Taf. XXXI, Fig. 62 und 63.)

Kam eine gesättigte Lösung zur Verwendung, so erwies es sich, dass am sechsten Tage alle Eier in frühen Stadien in der Entwicklung stehen geblieben waren. Bei 0,35 g auf 700 ccm Wasser (0,2%) ging die Entwicklung etwas weiter, doch blieben auch hier alle Eier am vierten Tage in der Entwicklung stehen, die einen unmittelbar nach der Bildung des Mesoderms, während andere Eier eine außerordentlich interessante Anomalie zeigten. Das einschichtige Ektoderm war in seinem Wachsthum stehen geblieben und seine Kerne bildeten homogene degenerirte Massen. Unter dem Ektoderm lag die gut entwickelte, stellenweise mehrschichtige Mesodermanlage mit eben solchen Kernen und eine typische Merocytenhülle. Die ganze Keimscheibe nahm den Platz eines gewissen Theiles des Dotters ein, welchen sie augenscheinlich verbraucht hatte, und stützte sich mit ihren Rändern auf die Vorsprünge der von Zellen unbedeckt gebliebenen Dotterpartie. An den inneren Winkeln dieser Vorsprünge

dringen die Merocytenhülle und das Mesoderm sehr tief in das Innere des Dotters ein, indem sie eine dünne Abgrenzung bilden, welche stellenweise parallel oder unter einem Winkel zur Eioberfläche verläuft, und die seitlichen Partien des Dotters von den centralen trennt. Am unteren Pole ist diese Abgrenzung nicht geschlossen (Fig. 62). Ähnlichen Erscheinungen werden wir noch später begegnen. Am vierten Tage sind die Kerne des Keimes schon abgestorben, am zweiten Tage aber zeigen sie verschiedenartige Stadien der Degeneration, welche in Fig. 63 wiedergegeben sind.

### Natrium chloratum.

(Taf. XXXI, Fig. 64—65.)

Zur Verwendung kam eine 0,2—0,5%ige Lösung in Seewasser. In einer 0,5%igen Lösung ergaben sich zahlreiche Extraovate, und es kam zur Bildung einer äquatorialen Einschnürung. Am siebenten Tage waren einzelne Eier auf beinahe  $\frac{7}{8}$  ihrer Oberfläche von dem Keime bedeckt, starben aber trotzdem nach der Bildung des Mesoderms ab. In 0,2%iger Lösung bewahren die Eier eine normale Gestalt, bleiben aber doch in der Entwicklung stehen, wobei der Keim die Gestalt einer Kappe besitzt, welche einen nur geringen Theil der Eioberfläche bedeckt. Schnitte ergeben, dass Ektoderm und Mesoderm bereits abgestorben sind; ihre Kerne erscheinen homogen. Das Ektoderm ist einschichtig geblieben, während das Mesoderm in verschiedenen Eiern einen verschiedenen Grad der Entwicklung zeigt (Fig. 64—65). In einigen Eiern stellt das Mesoderm eine kräftig entwickelte vielschichtige Anlage dar; in anderen Eiern ist es schwächer entwickelt, wobei es auf der einen Seite der Keimscheibe sich auch bis zu deren centalem Theile erstreckt, während es auf deren anderen Seite auf die peripheren Partien der Keimscheibe beschränkt bleibt. In diesen und jenen Eiern aber trifft man öfters dieselben Erscheinungen an, wie wir sie anlässlich der Beschreibung der Anomalien bei in Cocain sich entwickelnden Eiern gesehen haben, und zwar ragen die Zellen des Keimes, an dessen Rand einigermaßen vorspringend, in Gestalt einer ringförmigen Scheidewand in den Dotter hinein. An diesem Hineinwuchern nehmen sowohl die Zellen des Mesoderms als auch die Merocyten Theil. Dabei dringt aber diese Scheidewand, welche beinahe parallel zur Oberfläche des Eies verläuft, im Vergleich zu dem, was wir bei der Einwirkung von Cocain gesehen haben, nicht so tief in das Innere des Dotters ein. Die in den Dotter eingedrungenen Mesodermzellen, sowie einzelne

Zellen der Mesodermanlage und die Merocyten besitzen Kerne, welche zwar schon homogen erscheinen, aber noch nicht die Fähigkeit verloren haben sich energisch zu färben.

### Alkohol.

(Taf. XXVIII, Fig. 19, 20; Taf. XXXI, Fig. 66—68.)

Zur Verwendung kam eine Mischung von 17,5 ccm<sup>o</sup> absoluten Alkohols auf 7000 ccm Wasser, d. h. eine  $\frac{1}{4}$  %ige Mischung. Am Tage darauf zeigte sich bereits die Erscheinung von äquatorialen Einschnürungen und von Vorwölbungen am unteren Pol (Fig. 19, 20). An solchen Eiern, wie auch an solchen, welche eine normale Gestalt bewahrten, breitete sich der Keim nicht aus, sondern beschränkte sich auf einen unbedeutenden Bezirk am oberen Pol. Dabei wurden Aberrationen verschiedener Art beobachtet. In Fig. 66 ist eine Keimanlage abgebildet, deren Zellen noch fast normal sind. Das Mesoderm ist auf den peripheren Theil der Anlage beschränkt; eine Merocytenhülle ist nicht vorhanden, da die Segmente, welche auch bei der Untersuchung des Eies von der Oberfläche sichtbar sind, außerhalb der Anlage geblieben sind, und durch Theilung einige Zellen ergeben haben, welche außerhalb der Anlage liegen. Dasselbe Bild stellt auch der Keim dar, welcher in Fig. 67 abgebildet ist, doch sind hier die Zellen des Ektoderms und die muthmaßlichen Abkömmlinge der Segmente bereits abgestorben, während die Kerne des Mesoderms noch ein lebendes Aussehen bewahrt haben. Eine Merocytenhülle ist nicht vorhanden, aber die Ektodermzellen sind auf den peripheren Theil der Keimscheibe verschoben, so dass der polare Theil der Eier von Zellen unbedeckt bleibt, und, wenn von der Oberfläche betrachtet, dunkler erscheint (Fig. 20).

Die Wirkung des Alkohols lässt sich demnach als eine für die oberflächlichen Schichten der Keimscheibe, d. h. für das Ektoderm abtödtend wirkende bezeichnen, wodurch auch die Entwicklung der Merocytenhülle verhindert wird, da die Segmente nicht vom Ektoderm bedeckt werden, sondern nach außen zu liegen kommen.

Eine letzte Gruppe von Eiern endlich weist eine dicke Keimscheibe auf (Fig. 68), welche aus zahlreichen mesodermalen Schichten, die ein noch lebendes Aussehen bewahrt haben, ferner aus einer Merocytenhülle mit einer geringen Anzahl von Kernen, und dem einschichtigen Ektoderm mit vollständig abgestorbenen Kernen besteht. Die an den Rändern der Keimscheibe beobachteten spärlichen Zellen

stammen wahrscheinlich von Segmenten ab, welche nicht alle in die Bildung der Merocytschicht aufgegangen sind.

### Chloralhydrat.

Es kam eine Lösung von 0,25 g auf 700 ccm Wasser ( $\frac{1}{28}$  %) zur Verwendung. Die Eier gingen theils zu Grunde, theils wurden sie in der Entwicklung aufgehalten. Nach vier Tagen war das Mesoderm in einzelnen Eiern erst an der Peripherie der Keimscheibe entwickelt, bei anderen auch schon im centralen Theil derselben. Das Ektoderm breitete sich nicht weiter als bis zum Äquator des Eies aus. Abweichende Erscheinungen wurden nicht beobachtet, doch schritt die Entwicklung auch hier nicht weiter voran.

### Nikotin.

(Taf. XXVIII, Fig. 21.)

Auf 1000 ccm Wasser wurden 0,5 g Nikotin genommen, was einer 0,05 %igen Lösung entspricht. Ein Theil der Eier ging schon am nächsten Tage zu Grunde, ein anderer bildete Extraovate, ein dritter fuhr fort sich zu entwickeln. Die Eier mit Extraovaten wurden in reines Wasser übergeführt und gingen zu Grunde. Nach drei Tagen zeigten einige der sich weiter entwickelnden Eier eine Keimscheibe, welche sich auf das obere Drittel des Eies beschränkt und am Pole eine beträchtliche Anschwellung aufweist, welche in Gestalt eines halbkugeligen Hügels in den Dotter eindringt (Fig. 21). Zufällig gingen diese Eier zu Grunde, doch lässt sich kaum daran zweifeln, dass wir es hier mit Anomalien zu thun hatten, wie sie uns bei den Koffeinslösungen begegneten und in Fig. 57 abgebildet sind.

### Süßwasser.

Auf 7700 ccm Seewasser wurde 140 ccm süßes Wasser genommen. Die Mehrzahl der Eier bildete Extraovate und Einschnürungen und ging zwei Tage darauf zu Grunde. Bei einigen Eiern dagegen kam es zur Bildung einer Keimscheibe, wobei diese letztere aus den normalen drei Schichten aufgebaut war. Weiter schritten diese Eier in der Entwicklung aber nicht voran.

### Schlussfolgerungen.

Die Wirkung einer jeden Lösung auf ein Ei kann eine zweifache sein: eine mechanische, hervorgerufen durch das Zusammenpressen

oder die Ausdehnung gewisser Theile des Eies, und eine chemische.

Hat man es mit Eiern zu thun, welche sich schon im Stadium der Furchung befinden, oder in noch späteren Stadien (Bildung des Mesoderms), so kann man annehmen, dass die chemische Einwirkung hierbei eine nur untergeordnete Rolle spielt, auf Grund der Erscheinung, dass bisweilen Substanzen, die ihrer chemischen Beschaffenheit nach sehr verschieden geartet sind, die gleichen Abweichungen in der Entwicklung hervorrufen. Die chemische Zusammensetzung der Lösung kann vor Allem eine Bedeutung haben bei der Verzögerung oder der Verhinderung der Entwicklung auf irgend einem Stadium, die Mehrzahl der Anomalien aber muss offenbar durch Veränderungen in der Form des Eies, welche durch die betreffende Lösung hervorgerufen wird, erklärt werden.

Das Erste, was bei der Einwirkung sehr vieler Lösungen in die Augen springt, ist die Bildung von Extraovaten und Einschnürungen an den Eiern. Die Extraovate bilden sich in der ungeheuren Mehrzahl der Fälle am unteren, der Keimscheibe entgegengesetzten Eipole, die Einschnürungen dagegen (eine oder zwei) längs dem Äquator, oder parallel zu demselben. Die beiden genannten Erscheinungen sind wahrscheinlich durch die Bedingungen des Druckes zu erklären, welche ihrerseits durch die Gestalt des Eies und die Anwesenheit der Keimscheibe an seinem oberen Pole beeinflusst werden; das Auftreten selbst der Einschnürungen und Extraovate muss jedoch seinen Grund in der Störung der gegenseitigen Druckbedingungen in den einzelnen Theilen des Eies haben. Die Bildung von Extraovaten in konzentrirtem Seewasser an Eiern mit wenig Nahrungsdotter lässt sich durch das Aufquellen des Einhaltes unter dem Einfluss der veränderten Bedingungen des Diffusionsdruckes erklären<sup>1</sup>. Doch lässt sich diese Erklärung wohl kaum auf solche Eier anwenden, welche reich an Nahrungsdotter sind.

Bei *Loligo* verbleiben die Extraovate in vielen Fällen unter der Eihülle und treten nicht nach außen, wie dies an Seeigeleiern beobachtet wird. Die Ränder der bei der Ablösung des Extraovates nachbleibenden Öffnung biegen sich in Form eines Trichters oder Kraters nach innen um (Fig. 9, 12). Dies zeigt an, dass die inneren Theile des Dotters einen Druck von Seiten der äußeren

<sup>1</sup> LOEB, Beiträge zur Entwicklungsmechanik der aus einem Ei entstehenden Doppelbildungen. Arch. f. Entwicklungsmech. I. 1895.

Theile erleiden. Es drängt sich hier die Frage auf, ob nicht die Bildung der Extraovate und Einschnürungen in dem gegebenen Falle durch die Verdichtung und das Zusammenpressen der peripheren Dotterschichten und Keimscheiben selbst unter der Einwirkung der Lösungen zu erklären ist?

Mit der Veränderung der Gestalt des Eies ändern sich gleichzeitig auch die Bedingungen des auf den Keim ausgeübten Druckes. Bei der Entwicklung in konzentrirtem Seewasser wächst die Keimscheibe nur bis zur äquatorialen Einschnürung und hält, indem sie sich in die Einschnürung versenkt, in ihrem Wachstum inne, so dass die ganze weitere Entwicklung auf der oberen Hälfte des Eies allein vor sich geht (Fig. 1, 5, 16). Da die Keimscheibe eine andere Konsistenz besitzt wie der Dotter, so tritt auch sie als Faktor bei der Hervorrufung neuer Bedingungen des veränderten Druckes auf. Unter gewissen Umständen senkt sich die Keimscheibe so tief in den Dotter ein, dass der ihrem Rand anliegende Dotter der weiteren Ausbreitung der Keimscheibe einen eben so wirksamen Widerstand entgegenzusetzen kann, wie eine Einschnürung. Dies sehen wir an den Keimen, welche sich in konzentrirtem Seewasser (Fig. 31) und *Kalium jodatum* (Fig. 45 links) entwickelten. Der Stillstand im Wachstum der Keimscheibe vollzieht sich gewöhnlich auf ganz eigenartige Weise. Die Randzellen des Ektoderms erreichen eine enorme Größe und schließen die Reihe der nach dem Rande hin nicht selten allmählich an Größe zunehmenden, ebenfalls ziemlich großen Ektodermzellen fest ein (Fig. 25, 26, 31).

Berücksichtigt man das Vorkommen bald von zwei Kernen, bald von einem Kern mit einer Einschnürung in den Randzellen, so kann man vermuthen, dass letztere neue ektodermale Zellen in der Richtung nach dem oberen Pole des Eies zu abgeben. Mit einem Wort, die Zellen des Ektoderms begegnen auf ihrem Wege Hindernissen, gerathen dabei in günstigere Ernährungsbedingungen, indem sie den Dotter mit einer größeren Fläche berühren als bei ihrer normalen Lage an der Oberfläche des Eies, und gehen in Folge dessen zur teloblastischen Vermehrungsweise über. Wie bei den echten teloblastischen Reihen erfolgt das Wachstum der Reihe auch hier, wie man annehmen muss, nicht ausschließlich durch Theilung der endständigen Zelle, sondern auch noch durch Vermehrung der übrigen Zellen der Reihe; daher büßt unser Vergleich nichts an seiner Kraft ein, wenn von den sehr häufig nach innen umgebogenen Ektodermzellen sich bisweilen auch Zellen in anderer Richtung ablösen,

wobei auch diese Zellen augenscheinlich in den meisten Fällen die teloblastische Art der Vermehrung beibehalten.

Der angeführte Versuch zeigt, dass zwischen einer gewöhnlichen embryonalen Zelle und einer Zelle, welche sich teloblastisch vermehrt, kein radikaler Unterschied in deren Natur besteht: eine gewöhnliche Ektodermzelle geht unter gewissen Ernährungs- und Druckverhältnissen zur teloblastischen Vermehrungsweise über.

Es ist von Interesse zu betonen, dass weder das Mesoderm noch die Merocytenhülle dem Beispiele des Ektoderms folgen. Was das Mesoderm betrifft, so sind seine Zellen zu sehr beweglich, verändern ihre Form zu leicht, und passen sich jeder Lage zu sehr an, als dass die Druckbedingungen eine solch' energische Wirkung auf sie ausüben könnten, wie auf das Ektoderm.

In der That wachsen sowohl die Mesodermzellen (Fig. 25 *A*) als auch die Merocyten (Fig. 25 *B*) sehr häufig über den Rand des Ektoderms hinaus und kriechen aus der Vertiefung auf die Oberfläche des Eies heraus, obgleich sie doch nicht viel weiter wachsen. Bisweilen gelingt es auch dem Ektoderm über die Vertiefung hinauszuwachsen (Fig. 25 *C*), doch ist dies eine äußerst seltene Erscheinung. Wir sehen im Gegentheil, dass das Ektoderm, nachdem es sich die teloblastische Vermehrungsweise zu eigen gemacht hat, fortfährt an derselben festzuhalten (Fig. 31 *A*, 42, 43).

Wenn demnach auch die Bedingungen des Druckes und der Ernährung den Übergang der Embryonalzellen zum teloblastischen Wachsthum hervorrufen können, so unterwirft sich dennoch nicht eine jede Zelle der Einwirkung dieser Faktoren, und man wird immer die Natur der Zelle in Betracht ziehen müssen, ja sogar ihren Zustand. Die Ektodermzellen von *Loligo* gehen leicht zur teloblastischen Vermehrungsweise über, die Zellen des Mesoderms und die Merocyten dagegen gar nicht. Aber auch die Zellen des Ektoderms verhalten sich in früheren oder späteren Stadien verschieden zum Auftreten der Einschnürungen und bilden keine Teloblasten (s. weiter unten).

Es muss hervorgehoben werden, dass bei Keimen der normale teloblastische Vermehrungsmodus hauptsächlich bei denjenigen Zellen beobachtet wird, welche im hinteren Theile des Körpers liegen, d. h. da, wo die Bedingungen im Allgemeinen mit denjenigen Bedingungen übereinstimmen, welche wir bei der Vermehrung der Ektodermzellen von *Loligo* wahrgenommen haben. Nehmen wir zum Beispiel die Urmesodermzellen, so sind dieselben von hinten einem Druck seitens des am hinteren Ende des Embryos gelegenen Ektoderms ausgesetzt,

und liegen dabei zu gleicher Zeit im Bereich des hinteren Theiles des Darmtractus, wo sich wahrscheinlich der Process der Nahrungsaufsaugung abspielt. Ich fasse hier natürlich einen der einfachsten Fälle ins Auge, ohne Berücksichtigung der verwickelteren.

Den Veränderungen in den Bedingungen des Druckes schreibe ich den Wachstumsstillstand der Ektodermanlage überhaupt zu, außerdem aber den Stillstand, wie er bei Keimen beobachtet wurde, welche der Wirkung von Manganum sulphuricum (Fig. 8), Natrium bromatum und noch vielen anderen Stoffen ausgesetzt waren. Das Zusammenpressen der Keimscheibe erfolgt wahrscheinlich mit mehr Energie als dasjenige des Dotters, und in Folge dessen sinkt die Keimscheibe etwas in den Dotter ein. Jedenfalls ist die Fähigkeit des Ektoderms, sich parallel zur Oberfläche auszubreiten, durchaus nicht unterdrückt, worauf schon die Richtung einiger karyokinetischer Figuren (Fig. 34 B) hinweist, und nur weil das Ektoderm von der Peripherie her zusammengespreßt wird und sich nicht in der Flächenrichtung ausbreiten kann, bekommen seine Zellen die Tendenz zur mehrschichtigen Anordnung (Fig. 35—38). Die Erscheinungen, wie sie bei Cephalopoden beobachtet werden, sind demnach ganz anderer Natur als diejenigen, welche von O. HERTWIG und GURWITSCH<sup>1</sup> für Amphibien beschrieben wurden, wo die hemmende Wirkung der Lösungen deutlich zu sehen ist.

Das Fehlen von Teloblasten am Rande des Ektoderms in vielen Fällen erkläre ich durch den Umstand, dass die Hemmung hier in viel früheren Stadien eingetreten ist, und zwar während der Process der Absonderung des Mesoderms in vollem Gange war, oder aber im Anfange desselben. In solchen Fällen geht das Ektoderm an seiner Peripherie ohne scharf ausgesprochene Grenzen in das Mesoderm über (Fig. 34, 36, 37 und 38). Ist jedoch die Wachstumsheftung bei dem Keime nach dem Process der Mesodermbildung eingetreten, so zeigt das Ektoderm die Neigung zu teloblastischem Wachsthum. Wir sahen bereits, wozu die Verzögerung im Wachsthum des Ektoderms führt. Da die Keimscheibe auf eine geringe Größe beschränkt bleibt, so kommt das Mesoderm in einem sehr bedeutenden Umfange derselben zur Ausbildung, und repräsentirt eine massive, mit der Kon-

<sup>1</sup> GURWITSCH, Über die formative Wirkung des veränderten chemischen Mediums etc. Archiv für Entwicklungsmech. Bd. III. 1896. — O. HERTWIG, Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgesch. Theil I. Archiv für mikr. Anat. XLIV. 1895. — Derselbe, Experimentelle Erzeugung thierischer Missbildungen. Festschrift GEGENBAUR. Leipzig 1897. — Vgl. auch MORGAN, The orientation of the frog's egg. Quart. Journ. Vol. XXXV.

mirung sich immer mehr in den Dotter versenkenden Anlage. Unter dieser Anlage liegen bisweilen die in einer Vertiefung des Dotters angehäuften Kerne der ein Plasmodium bildenden Merocyten-schicht (Fig. 34, 36, 37). Meist hat diese Vertiefung die Gestalt eines Ringes, während die Oberfläche des Dotters dann die Form eines Flaschenbodens annimmt. In dieser Gestalt bietet der Embryo eine gewisse Ähnlichkeit mit der Gastrula eines Wirbelthieres, z. B. eines Sela-chiers oder noch mehr eines Arthropoden. Unter dem Ektoderm liegt die Meso-Entodermschicht, und unter dieser eine Schicht von Dotterzellen, welche aus indifferenten Zellen entstanden ist, wie z. B. die Dotterzellen der Arachniden. Der Unterschied besteht darin, dass bei den Arthropoden das Bildungscentrum des Meso-Entoderms in der Mitte der Keimscheibe liegt, hier aber am Rande derselben. Schwerer ist es die stellenweise Verdickung der Mesodermanlage am oberen Pole zu erklären, wie sie bei Embryonen in Lösungen von Coffein und Nikotin (Fig. 57 und 21) beobachtet wurde. Sollte die Erklärung dieser Erscheinung nicht in der verminderten Widerstandsfähigkeit des Dotters am oberen Pole gesucht werden, welche durch die Bildung von Extraovaten am unteren Pole hervorgerufen wurde? Für mich bleibt diese Frage einstweilen unaufgeklärt.

Was das tiefere Eindringen der Keimzellen in den Dotter in Gestalt eines Trichters betrifft, wie dies in Lösungen von Jodkali beobachtet wurde (s. p. 501), so haben hier vielleicht auch chemo-taktische Einflüsse, von denen weiter unten die Rede sein wird, eini-gen Einfluss.

Wenn die Bildung der äquatorialen Einschnürung in einem noch späteren Stadium stattgefunden hat, so wird (in Coffeinlösung) ein Einwachsen des Ektoderms, des Entoderms, und bisweilen auch der Merocytenhülle längs dem Äquator, oder parallel zu demselben (Fig. 60, 61) sowie die Bildung einer unvollkommenen Scheidewand zwischen der oberen und unteren Eihälfte beobachtet.

Augenscheinlich geht die Sache im gegebenen Falle folgendermaßen vor sich: unter normalen Umständen wachsen die Zellen der Keimscheibe längs der Oberfläche des Dotters, sich allmählich nach unten zu ausbreitend. Die Einschnürung verändert die Wachstumsrichtung, da der Keimscheibenrand, indem er in diese Einschnürung geräth und damit eine in Bezug auf das Ei radiale Stellung annimmt, sein Wachstum so fortsetzt, als ob er sich in normaler Lage befände; indem der Rand der Keimscheibe den Widerstand des Dotters endlich überwindet, dringt er nunmehr in dessen Inneres ein. Die Wachstumsrichtung

wird demnach in dem vorliegenden Falle durch das Auftreten der Einschnürung und eine gewisse, dem Keimscheibenrand eigene und durch vererbte Eigenschaften bedingte Tendenz zu weiterem Wachstum beeinflusst.

Der Keimrand fährt fort in Gestalt einer kontinuierlichen Scheibe zu wachsen, d. h. so als ob er sich auf der Oberfläche befände, nicht aber indem seine Zellen sich im Dotter nach verschiedenen Richtungen hin ausbreiten. Man ist aber berechtigt zu glauben, dass hier auch die Chemotaxis eine gewisse Rolle spielt: die Zellen der Keimscheibe verfügen unzweifelhaft über einen gewissen positiv chemotaktischen Einfluss in Bezug auf den Dotter. Sie streben danach in die Vacuolen zu gelangen, welche nach der Bildung der Extraovate auf der Oberfläche des Dotters zurückgeblieben sind (Fig. 22, 29), aber diese Chemotaxis ist nicht stark genug, um den Widerstand der Dottermasse zu überwinden. Woher wird aber in dem in Frage stehenden Fall dieser Widerstand so leicht überwunden? Sollte hier nicht die negativ-chemotaktische Beziehung zum umgebenden Medium, d. h. zur Coffeinlösung mithelfen, welche die Zellen zwingt in die Tiefe des Dotters einzudringen? Eine derartige negative Einwirkung des umgebenden Mediums (d. h. der Lösung) auf die embryonalen Zellen möchte ich zur Erklärung von zwei Anomalien zulassen, und zwar erstens des Hereinwucherns von Mesodermzellen und Merocyten in den Dotter und der Bildung einer zur Oberfläche des Eies annähernd parallelen Scheidewand unter der Einwirkung von Cocain und Chlor-natrium (Fig. 62, 64), zweitens des Versinkens einzelner, die Gestalt runder und sternförmiger Zellen annehmender Merocyten in die oberflächlichen Schichten des Dotters, welches in Lösungen von Ortho-chlorphenol, Jodkali, Guanin und Chlor-Lithium (Fig. 46, 47) in viel bedeutenderem Maße vor sich geht als unter normalen Bedingungen (siehe p. 498 nach den Untersuchungen von KORSCHULT). In ersterem Falle wachsen das Mesoderm und die Merocytenhülle in den Dotter ein, indem sie dabei den Charakter einer flachen Scheibe beibehalten, ganz als ob das Wachstum auf der Oberfläche vor sich ginge, aber die Lage selbst der Scheibe — in der Nähe der Oberfläche und parallel zu derselben — oder ihre Verlagerung in tiefere Schichten des Dotters, wird wahrscheinlich durch negativ-chemotaktische Beziehungen zum umgebenden Medium bedingt. Ist die Lösung an der betreffenden Stelle tiefer in den Dotter eingedrungen, so wird auch die Scheibe bei ihrem Wachstum nach den tieferen Dotterschichten hin abgelenkt.

Die in Frage stehende Erscheinung erweist sich demnach als kompliziert und von einer Reihe von Faktoren abhängig: die Zellen der Keimscheibe besitzen eine erbliche Neigung zu weiterer Ausbreitung, und zwar zu einer Ausbreitung in scheibenförmiger Gestalt. Die Richtung des Wachstums ist in erster Linie durch die Lage des Keimscheibenrandes bedingt: liegt dieser Rand nicht an der Oberfläche des Eies, aber parallel zu ihr, so erfolgt auch das Wachstum parallel zur Oberfläche. Steht der Keimscheibenrand aber vertikal zur Eioberfläche, so geht auch das Wachstum in dieser Richtung vor sich. Was jedoch die Erklärung des Eindringens der Keimscheibenelemente in das Innere des Dotters trotz dem Widerstande der Dottermassen, und eben so die Erklärung des Abweichens von der Wachstumsrichtung bei den bereits in den Dotter eingedrungenen Zellen betrifft, so kann man hier eine Einwirkung negativ-chemotaktischer Eigenschaften in Bezug auf die Lösungen zulassen.

Wir sahen, dass in Lösungen von Jodkali, Chlorlithium und Guanin in gewissen Fällen die Invagination der Schalendrüsenanlage nicht erfolgt, und zwar dann, wenn das Wachstum des Keimes auf die polare Eiregion beschränkt bleibt und dieser sich in Folge der stärkeren Vermehrung des Mesoderms hügelartig vorwölbt (Fig. 37, 46, 47, 50). Man muss annehmen, dass einerseits der Druck auf die hügelartig vorspringende Anlage der Eihülle, andererseits der Widerstand, welchen das stark vermehrte Mesoderm ausübt, der Invagination der genannten Anlage hindernd entgegentreten. Die vererbte Tendenz findet aber trotzdem ihren Ausdruck in folgendem Vorgang: die die Anlage umgebenden Zellen theilen sich, wahrscheinlich in tangentialer Richtung, kriechen auf die Oberfläche der Anlage heraus, ordnen sich meist in Gestalt einer Deckschicht von flachen Zellen, und gehen dann zu Grunde. Indem wir die Bedingungen, unter welchen der Druck stattfindet, verändern, lassen wir demnach den Invaginationsprozess in einen Delaminationsprozess übergehen<sup>1</sup>. In

<sup>1</sup> Diese Erklärung passt auf die Mehrzahl der oben beschriebenen Fälle von anormaler Entwicklung des Schalendrüsensackes, mit Ausnahme des in den Fig. 46 und 47 abgebildeten Falles (Kali jodatum), wo keine verstärkte Entwicklung des Mesoderms statt hat. Die Bildung von Extraovaten an diesen Eiern zeigt jedoch, dass das allgemeine Zusammengespresstwerden der oberflächlichen Eischichten auch hier stattgefunden hat. Eine solche Pressung kann zu den gleichen Resultaten führen wie der von dem anwachsenden Mesoderm und der Eihülle ausgeübte Druck. Andererseits, falls der Dotter nachher von den Zellen aufgenommen wird, so können die Druckverhältnisse verändert werden und die Umwachsung des Keimscheibenrandes weitergehen (Fig. 57) und den

anderen Fällen, wenn es der Tendenz zur Invagination gelingt den Widerstand des Mesoderms zu besiegen, nimmt der Schalensack dennoch die Gestalt einer dicken, ektodermalen, in das Innere des Dotters versenkten Falte an (Fig. 38).

Die vollkommene Hemmung der Entwicklung des Schalendrüsensackes in denjenigen Fällen, wo der Keim sich auf der oberen Eihälfte allein entwickelt (konzentriertes Seewasser, Fig. 25), wird ebenfalls durch die Anhäufung des Mesoderms am oberen Pol verursacht. Das Mesoderm umwächst die untere Eihälfte nicht, sondern konzentriert sich ausschließlich auf der oberen Hälfte, woher das Ektoderm auch nicht im Stande ist den Widerstand des Mesoderms zu besiegen und eine Einstülpung nach innen zu bilden. Es ist möglich, dass die Anlage der Schalendrüse auch in diesem Falle auftritt, sie bleibt aber auf der Oberfläche, sinkt nicht ein, wird in der Folge verwischt und ihre Zellen nehmen den Charakter der umliegenden Zellen an.

Ist meine Annahme, der knopfförmige Ektodermvorsprung der in Fig. 51 A dargestellten Anomalie (in Chlorlithium) entspreche der nach außen vorgestülpten Otocyste, richtig, so haben wir es hier mit einer Störung in den osmotischen Processen zu thun, welche eine Vorstülpung statt eine Einstülpung hervorruft.

Diese Erscheinung zeigt eine vollständige Analogie mit der Bildung der Exogastrula an Seeigeleiern unter der Einwirkung des gleichen Lithiumsalzes<sup>1</sup>.

Unerklärlich bleibt mir einstweilen die Hypertrophie der Zellen des die untere Hälfte des Keimes bedeckenden Ektoderms, bei der Entwicklung in Orthochlorphenollösung, Chlorlithium und Guanin, wobei diese Hypertrophie von einem Einsinken der Merocyten in den Dotter begleitet wird (Fig. 30, 51, 52).

Die Tendenz der Ektodermzellen zur Hypertrophie zeigt sich, wie schon früher angegeben wurde (siehe p. 495 über die Beobachtungen KORSCHULT's), auch bei ganz normalen Bedingungen, aber nicht in so starkem Maße wie in den von mir angeführten Fällen. Sollte nun nicht die besprochene Hypertrophie eine Folge des oben

---

Vorgang verwischen. Bei allen diesen Erklärungen ist man übrigens einstweilen noch bis zu einem gewissen Grade auf Muthmaßungen angewiesen, und eine definitive Antwort werden erst Versuche geben, bei welchen die Wirkung des Zuges und des Druckes auf das Ei auf rein mechanische Weise erprobt wird.

<sup>1</sup> HERBST, Experimentelle Untersuchungen etc. Diese Zeitschr. Bd. LV. 1892; Mitth. Zool. Station Neapel. Bd. XI. 1893. Arch. für Entwicklungsmech. Bd. II. 1896.

erwähnten Einsinkens der Merocyten in den Dotter sein, welches seinerseits durch eine Veränderung der chemotaktischen Beziehungen hervorgerufen würde? Oder sollte die erwähnte Hypertrophie der Ektodermzellen vielleicht noch während des erfolgten Wachstumsstillstandes und zwar im Zusammenhang mit dem Auftreten der Vertiefungen auf dem Dotter erworben worden sein, und die Zellen des Ektoderms, nachdem sie einmal eine bedeutendere Größe erreicht hatten, behielten dieselbe auch dann noch bei, als der Embryo auf der Oberfläche des Dotters sich weiter ausbreitete? Aber auch bei dieser Annahme müssen wir augenscheinlich dennoch eine gewisse Abhängigkeit der Hypertrophie der Ektodermzellen von dem Eindringen der Merocyten in den Dotter, welches die Assimilation des Dotters zum Zwecke hat, zulassen.

Was die Degeneration der Kerne unter der Einwirkung der Lösungen betrifft, so beginnt dieselbe in den meisten Fällen damit, dass die Chromatinkörner zu einem, zwei, drei oder vier größeren Chromatinbrocken verschmelzen. Dabei verlieren die Kerne augenscheinlich nicht das Vermögen sich durch direkte Theilung zu vermehren, wobei auch die Chromatinanhäufungen sich theilen, wenn auch durchaus nicht immer gleichmäßig (Fig. 39). Diese Erscheinung ist nach meinem Dafürhalten der erste Schritt zur Degeneration, welche in den verschiedenen Lösungen, wie wir sahen, einen etwas verschiedenen Charakter aufweist (vgl. die Degeneration in Manganium sulphuricum, in Coffein und in Cocain). Allein diese Verschiedenheiten sind von nur untergeordneter Bedeutung und haben kein theoretisches Interesse.

Was die Aufeinanderfolge im Process der Degeneration betrifft, so erscheint dieselbe gewöhnlich der Lagerung der embryonalen Blätter entgegengesetzt: zu allererst treten die Anzeichen von Degeneration in der Merocyten-schicht auf (die Kerne werden blasenförmig und bleich, die Zellen vereinigen sich zu einem Plasmodium, Fig. 33, 34 u. a. m.). Im Mesoderm ist der Degenerationsprocess (die Chromatinkörner fließen zu runden Klumpen zusammen) zu dieser Zeit erst im Entstehen begriffen. Ist nun der Process im Mesoderm auf seinem Höhepunkt angelangt (Fig. 35, 36, 37, 53, 56 u. a. m.), so fängt er jetzt erst an sich im Ektoderm zu zeigen. Bei der Degeneration in früheren Stadien erweisen sich die, ihrer Natur nach indifferenten, Segmente (Blastoconen, Fig. 44) bisweilen als am langlebigensten. Unter der Einwirkung von Substanzen, welche die Gewebe abtöden (Alkohol), geht das Absterben der embryonalen Blätter

naturgemäß in entgegengesetzter Reihenfolge vor sich, d. h. es beginnt von außen im Ektoderm und dringt von hier aus nach dem Inneren des Embryos vor (siehe p. 512).

Einige Kerne bewahren ihren wabigen (retikulären) Bau und vermehren sich dabei durch direkte Theilung (Natrium bromatum, Fig. 44), oder aber durch direkte Theilung und gleichzeitig durch Knospung (Manganum sulphuricum, Fig. 40, Coffein, Fig. 59), wobei sich von dem Kerne mehrere (drei bis vier) kleinere Kerne ablösen. In einigen Fällen erfolgt auf die Knospung augenscheinlich auch eine Theilung der Zellen. Auf weiteren Stadien der Kerndegeneration (Coffein), zeigt der Process schon einen völlig pathologischen Charakter, indem sich kleine (bisweilen an Centrosomen erinnernde) Bruchstücke vom Kerne ablösen.

Es sei hier bemerkt, dass FLEMMING<sup>1</sup> und DOGIEL einen entsprechenden Übergang von der mitotischen zur direkten Theilung in den oberflächlichen Epithelzellen in der Harnblase von Wirbelthieren beschrieben haben, wobei von FLEMMING auf die mögliche Abhängigkeit dieser Erscheinung von einem pathologischen Zustand der Blase hingewiesen wurde, während DOGIEL diese Erscheinung für eine normale hält, und es ist wohl möglich, dass auch in diesem Falle der Übergang zur amitotischen Theilung sich durch den Einfluss der im Harne enthaltenen Salze erklären lässt.

Wird nun aber die Vermehrungsweise der Kerne durch die Lösungen selbst beeinflusst, oder durch die Substanzen, welche sich während der Degeneration unter der Wirkung jener Lösungen in der Zelle ansammeln?

Die letztere Annahme hat mehr Wahrscheinlichkeit für sich, da die Einwirkung der Lösungen selbst ein mehr gleichförmiges Bild abgeben würde, als wir es in Wirklichkeit beobachten konnten. Und ist nicht auch unter normalen Bedingungen die eine oder die andere Art der Vermehrung des Kernes durch die Anhäufung dieser oder jener Stoffe im Kern und im Protoplasma bedingt?

Ich will die Möglichkeit solcher Abweichungen bei der Entwicklung der Cephalopoden, welche durch die hemmende Wirkung gewisser Lösungen auf einzelne Organanlagen verursacht werden, nicht bestreiten. Wenn ich keine derartigen Abweichungen bei meinen Versuchen erhalten habe, so hat dies seinen Grund höchst wahr-

<sup>1</sup> FLEMMING, Amitotische Kerntheilung im Blasenepithel des Salamanders. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXIV. — DOGIEL, Zur Frage über das Epithel der Harnblase. Ibid. Bd. XXXV.

scheinlich in dem Umstande, dass ich mit Eiern experimentirte, welche sich in späteren Stadien befanden, als zum Erzielen der genannten Abweichungen erforderlich ist.

Um die beschriebenen Abweichungen genügend zu erklären, genügt es aber jedenfalls die durch Formveränderungen bedingten veränderten Druckbedingungen im Ei, die chemotaktischen Einwirkungen der Lösungen auf gewisse Zellen des Keimes und endlich eine Störung in den osmotischen Erscheinungen (Evagination der Otocyste) zuzugeben.

Einen mehr specifischen Charakter zeigt die Wirkung der Lösungen auf den Charakter der Vermehrung und die Degeneration des Zellkernes.

St. Petersburg, im December 1899.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XXVIII.

Fig. 1—2. In concentrirtem Seewasser entwickeltes Ei, mit Einschnürung auf dem unteren Drittel, an welcher der Stillstand im Wachstum des Keimscheibenrandes eingetreten ist. Anlage der Arme in Gestalt eines ringförmigen Wulstes. Die Einschnürung liegt auf der oralen Seite (1) höher als auf der entgegengesetzten Seite (2). Bezeichnungen siehe Fig. 13.

Fig. 3. Ei, welches sich während sieben Tagen in concentrirter Lösung von Orthochlorphenolum carbonicum entwickelt hat. Oben die Anlage der Schalendrüse.

Fig. 4. Embryo, welcher sich in gesättigter Lösung von Orthochlorphenolum carbonicum im Verlauf von elf Tagen entwickelte. Anlage der Arme, welche eine scheibenförmige Verdickung umgeben.

Fig. 5. Embryo, welcher sich während fünf Tagen in  $\frac{1}{4}\%$ iger Glykogenlösung entwickelte; am Rande der Keimscheibe hat sich ein Wulst gebildet.

Fig. 6—8. Verschiedene Formen von Embryonen, welche sich während fünf Tagen in  $\frac{1}{2}\%$ iger Lösung von Manganum sulfuricum entwickelten.

Fig. 9. Ei, welches sich während sechs Tagen in  $\frac{1}{2}\%$ iger Lösung von Manganum sulfuricum entwickelte; unten eine kraterförmige Vertiefung, welche sich nach Ausscheidung der Extraovate gebildet hat.

Fig. 10—12. Verschiedene Formen der Keimscheibe von Eiern, welche sich während zwei Tagen in  $\frac{1}{2}\%$ iger Lösung von Kali jodatum entwickelten.

Fig. 13. Asymmetrischer Embryo, welcher sich während zehn Tagen in  $0,1\%$ iger Lösung von Lithium chloratum entwickelte. *ma*, Mantelanlage; *ht.f.*, hintere, *vd.f.*, vordere Trichterfalten; *k*, Kiemen; *ot*, Otocyste; *oc*, Augen; *Br*, Anlage der Arme.

Fig. 14. Ei, welches sich während fünf Tagen in gesättigter Lösung von Guanin entwickelte. mit unregelmäßiger Keimscheibe.

Fig. 15. Ei, welches sich während fünf Tagen in gesättigter Lösung von Guanin entwickelte.

Fig. 16. Ei, welches nach der Bildung des Mesoderms in  $\frac{1}{14}\%$ ige Lösung von Coffein verbracht wurde und an welchem sich zwei Einschnürungen gebildet haben, wobei der Wachstumsstillstand an der oberen Einschnürung erfolgte.

Fig. 17. Ein gleiches Ei. Es ist zur Bildung einer Einschnürung gekommen, und der Keimscheibenrand ist in den Dotter versenkt.

Fig. 18. Unregelmäßige Keimscheibe, welche sich nach zwei Tagen in  $\frac{1}{14}\%$ iger Coffeinelösung entwickelte.

Fig. 19. Ei, am Tage, nachdem dasselbe in  $\frac{1}{4}\%$ ige Alkohollösung übergeführt wurde. An den Rändern der Keimscheibe sieht man die Überreste der Segmente (Blastoconen), in der Mitte eine Einschnürung.

Fig. 20. Ei nach eintägigem Aufenthalt in  $\frac{1}{4}\%$ iger Alkohollösung; ringförmige Keimscheibe mit Überresten der Segmente am Rande; am unteren Pol Extraovate.

Fig. 21. Ei, welches sich während drei Tagen in  $0,050\%$ iger Nikotinelösung entwickelte; die Keimscheibe ist mit ihrem centralen Theil in den Dotter versenkt.

#### Tafel XXIX.

Fig. 22. Unterer Pol eines Eies, welches sich während fünf Tagen in konzentriertem Seewasser entwickelte, im Längsschnitt; die nach dem Austritt des Extraovates nachgebliebenen Vacuolen füllen sich mit Zellen (*z*) an.

Fig. 23. Unterer Pol eines anderen Eies, welches sich während fünf Tagen in konzentriertem Seewasser entwickelte, im Längsschnitt; die Zellen (*z*), welche nach Austritt des Extraovates in die Vacuolen eingedrungen waren, werden von den die Vacuolen aufs Neue erfüllenden Dotterkörnchen zusammengedrückt.

Fig. 24. Embryo, welcher sich während fünf Tagen in Seewasser, welchem Methylblau beigemischt war, entwickelte; vitale Färbung. Anlage der Schalendrüse (*Sd*), der Trichterfalten (*htf*, *vd*), der Otocyste (*ot*), der Augen (auf der entgegengesetzten Seite) und der Arme (*Br*); unten ein Extraovate (*Ex*) und die in den Dotter eingedrungenen Zellen (*z*).

Fig. 25. Seitlicher Längsschnitt durch einen Embryo, welcher sich während acht Tagen in konzentriertem Seewasser entwickelte. Die untere Seite des Eies ist unbedeckt geblieben. Links zeigt sich die Anlage des Auges (*oc*), oben diejenige des Mantels (*ma*).

Fig. 25 *A, B, C*. Randzelle der Keimscheibe des in Fig. 25 abgebildeten Embryos im Längsschnitt, bei stärkerer Vergrößerung; *A, B, C*, an drei verschiedenen Stellen; *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocytenschicht; *Rz*, Randzellen des Ektoderms; *D*, Dotter.

Fig. 26. Randzellen der Keimscheibe des in Fig. 1 und 2 abgebildeten Embryos. *A*, von der oralen Seite; *B* und *C*, von der analen Seite (wo der Trichter liegt). Bezeichnungen wie in Fig. 25. *Ec2*, zweite, nach innen umgebogene Reihe von Ektodermzellen.

Fig. 27. Schnitt durch die Keimscheibe eines Embryos, welcher sich während vier Tagen in konzentriertem Seewasser entwickelte. *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Sg*, Überreste der Segmente (Blastoconen).

Fig. 28. Schnitt durch die Keimscheibe eines Embryos, welcher sich wäh-

rend sechs Tagen in konzentrirtem Seewasser entwickelte. Alle Zellen sind in Degeneration begriffen.

Fig. 29. Embryo, welcher sich während vier Tagen in konzentrirtem Seewasser, welchem Methylenblau beigemischt war, entwickelte; vitale Färbung.  $z_I$ , Zone der degenerirenden Zellen;  $z_{II}$ , Zone der stärkeren Entwicklung des Mesoderms;  $z_{III}$ , Zone der flachen ektodermalen Zellen;  $z$ , in den Dotter eingedrungene Zellen; *Ex*, Extraovul.

Fig. 30. Theil eines Längsschnittes durch den in Fig. 4 abgebildeten Embryo, welcher sich während elf Tagen in gesättigter Lösung von Orthochlorphenolum carbonicum entwickelte. *Br*, Anlage der Arme; *Ec*, Ektoderm der unteren Eihälfte mit hypertrophirten Zellen.

Fig. 31. Längsschnitt durch den Keimscheibenrand des in Fig. 5 abgebildeten Embryos, welcher sich während fünf Tagen in  $\frac{1}{14}\%$ iger Glykogenlösung entwickelte. *A*, das Ektoderm bildet einen faltigen Wulst; *B*, die Randzellen (*Rz*) sind nach innen umgebogen; *C*, die Randzellen (*Rz*) sind umgebogen und durch eine Mesodermzwichenschicht von dem äußeren Ektoderm geschieden; *D*, Kerne der Randzellen; *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocytenschicht; *D*, Dotter.

Fig. 32. Längsschnitt durch eine asymmetrische Keimscheibe, welche sich während fünf Tagen in  $\frac{1}{7}\%$ iger Lösung von Manganum sulfuricum entwickelte. *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocyten; *D*, Dotter.

Fig. 33. Seitlicher Längsschnitt durch die Keimscheibe eines Eies, welches sich während zwei Tagen in  $\frac{1}{7}\%$ iger Lösung von Manganum sulfuricum entwickelte. Bezeichnungen wie bei der vorhergehenden Figur. *Eih*, Eihaut.

Fig. 34. Längsschnitte durch die Keimscheibe eines Eies, welches sich während zwei Tagen in  $\frac{1}{7}\%$ iger Lösung von Manganum sulfuricum entwickelte. Dieselben Bezeichnungen wie Fig. 32. *A*, näher zum Keimscheibenrand; *B*, in der Mitte der Scheibe.

Fig. 35. Zwei Längsschnitte durch die Keimscheibe eines gleichen Eies wie in Fig. 34. *A*, näher zum Rande; *B*, näher zur Mitte; *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocyten; *D*, Dotter.

Fig. 36. Längsschnitt durch die Keimscheibe des in Fig. 6, Taf. XXVIII abgebildeten Eies (fünftägige Entwicklung in  $\frac{1}{7}\%$ iger Lösung von Manganum sulfuricum). *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mcs*, helle Masse mit degenerirenden Mesodermzellen; *Sd*, Anlage der Schalendrüse.

Fig. 37. Längsschnitt durch einen gleichen Embryo wie in Fig. 36, aber mit Anlage des Kopfganglions *gc*. Bezeichnungen wie in Fig. 36.

Fig. 38. Längsschnitt durch den gleichen Embryo wie in Fig. 36, jedoch mit der spaltförmigen Anlage der Schalendrüse (*Sd*) und der Anlage des Ösophagus (*oe*) und einer schwach entwickelten Merocytenschicht (*Mc*).

### Tafel XXX.

Fig. 39. Verschiedene Formen degenerirender Kerne, welche in der Keimscheibe Fig. 37 (Manganum sulfuricum in  $\frac{1}{7}\%$ iger Lösung, nach fünf Tagen) beobachtet wurden. 1—11 in der hellen centralen Masse; 12—20 im Mesoderm.

Fig. 40. Verschiedene Formen degenerirender Kerne aus dem Mesoderm der Keimscheibe eines Eies, welches sich während zwei Tagen in  $\frac{1}{7}\%$ iger Lösung von Manganum sulfuricum entwickelte (direkte Theilung und Knospung).

Fig. 41. Verschiedene Formen degenerirender Kerne im Mesoderm der

Keimscheibe eines Eies, welches sich während zwei Tagen in  $\frac{1}{7}^0/0$ iger Lösung von Manganum sulfuricum entwickelte.

Fig. 42. Längsschnitt durch die Keimscheibe eines Eies, welches sich während vier Tagen in einer  $\frac{3}{14}^0/0$ igen Lösung von Bromnatrium entwickelte. *Sd*, Schalendrüsenanlage; *Ec*, Ektoderm; *Rz*, dessen Randzellen; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocytschicht; *D*, Dotter.

Fig. 43. Schnitt durch die Keimscheibe eines gleichen Eies wie in Fig. 42, aber die Schalendrüsenanlage (*Sd*) in Gestalt einer spaltförmigen Vertiefung. Bezeichnungen siehe Fig. 42.

Fig. 44. Verschiedene Kernformen aus der Keimscheibe eines Eies, welches sich während vier Tagen in einer  $\frac{3}{14}^0/0$ igen Lösung von Bromnatrium entwickelte. 1—4, Kerne des Mesoderms, in Theilung begriffen; 5—6, degenerirte Kerne des Mesoderms; 7—8, Randzellen des Ektoderms.

Fig. 45. Längsschnitt durch das in Fig. 12 abgebildete Ei, welches sich während zwei Tagen in  $\frac{1}{2}^0/0$ iger Lösung von Kali jodatum entwickelte. *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocytschicht; *z*, Zellen, welche in die nach Ablösung des Extraovates entstandene Öffnung eindringen.

Fig. 46—47. Zwei Längsschnitte durch das obere Ende eines Eies, welches sich während drei Tagen in  $\frac{1}{2}^0/0$ iger Lösung von Kali jodatum entwickelte (bei verschiedener Vergrößerung), mit Schalendrüsenanlage (*Sd*) und Ektodermzellen (*Ez*), welche an den Rändern der Schalendrüsenanlage an die Oberfläche des Ektoderms hervortreten; einzelne Zellen (*Mz*) der Merocytschicht versenken sich in den Dotter. Für die weiteren Bezeichnungen siehe Fig. 45.

Fig. 48. Längsschnitt durch eine während vier Tagen in  $\frac{1}{10}$ iger Lösung von Chlorlithium asymmetrisch entwickelte Keimscheibe. *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocytenkerne; *Sg*, Überreste der Segmente (Blastocoenen).

Fig. 49. Schnitt durch den Rand der Keimscheibe eines Eies, welches sich während sechs Tagen in  $\frac{1}{10}$ iger Lösung von Lithium chloratum entwickelte. *Sg*, Reste der Segmente (Blastocoenen); *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm.

Fig. 50. Längsschnitt durch die Keimscheibe eines Eies, welches sich während zehn Tagen in  $0,1^0/0$ iger Lösung von Lithium chloratum entwickelte; mit Anlage der Schalendrüse (*Sd*) und auf der Oberfläche dieser Anlage liegenden Ektodermzellen (*Ez*). Der Hohlraum im Mesoderm (*Ms*) ist ein Kunstprodukt. Bezeichnungen wie in Fig. 48.

Fig. 51. *A*, Längsschnitt durch einen Keim, welcher sich während zehn Tagen in  $0,1^0/0$ iger Lösung von Lithium chloratum entwickelte (in Fig. 13 abgebildet). *Ma*, Anlage des Mantels; *htf*, hintere Trichterfalten; *ot*, die nach außen vorgestülpte Otocyste.

*B*, Anlage des Auges (*oc*), aus einem anderen Längsschnitte desselben Keimes; *C*, Anlage der Schalendrüse (*Sd*) am oberen Pol desselben Keimes.

Fig. 52. Längsschnitt durch einen Embryo, welcher sich während fünf Tagen in gesättigter Guaninlösung entwickelte; mit hypertrophirten Ektodermzellen am unteren Pol, und Merocyten (*Mz*), welche zum Theil in den Dotter versenkt sind. *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocytschicht.

Fig. 53 *A* u. *B*. Zwei Längsschnitte durch einen Embryo, welcher sich während fünf Tagen in einer gesättigten Guaninlösung entwickelte. *Sd*, Schalendrüsenanlage mit Deckschicht (*Ez*); die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 51.

Fig. 54. Ektodermzellen, welche die untere Fläche des in Fig. 51 und 13 dargestellten Embryos bedecken.

Fig. 55. Längsschnitt durch die Keimscheibe eines Eies, nach achttägigem

Aufenthalt in  $\frac{1}{14}^0/0$ iger Coffeinelösung. *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Mc*, Merocytenkerne.

Fig. 56. Längsschnitt durch die Keimscheibe eines Eies, nach sechstägigem Aufenthalt in  $\frac{1}{14}^0/0$ iger Coffeinelösung; Schalendrüse (*Sd*) kaum angedeutet. Bezeichnungen wie in Fig. 55.

### Tafel XXXI.

Fig. 57. Schnitt durch die Keimscheibe eines Eies nach viertägiger Entwicklung in  $\frac{1}{14}^0/0$ iger Coffeinelösung. Das Mesoderm (*Ms*) hat eine Verdickung gebildet, welche in den Dotter hineinragt. *Ec*, Ektoderm; *Mc*, Merocyten.

Fig. 58. Verschiedene Formen degenerirender Kerne der Ektodermzellen einer Keimscheibe nach sechstägigem Aufenthalt in  $\frac{1}{14}^0/0$ iger Coffeinelösung.

Fig. 59. Verschiedene Formen der Knospung (1—11) degenerirender Zellen des Ekto- und Mesoderms, ferner der definitiven Degeneration der Kerne (12—15). Keimscheibe der Fig. 55 (acht Tage in  $\frac{1}{14}^0/0$ iger Coffeinelösung).

Fig. 60. Seitlicher Längsschnitt durch ein Ei mit Einschnürung am oberen Drittel und Scheidewand aus Ektoderm. Das Ei wurde in einem späteren Stadium, und zwar nach erfolgter Bildung des Mesoderms, in  $\frac{1}{14}^0/0$ ige Coffeinelösung gelegt, und den nächsten Tag untersucht. Bezeichnungen wie in Fig. 57.

Fig. 61. Ein gleiches Ei, aber die Einschnürung liegt unter dem Äquator (dasselbe Ei ist auch in Fig. 17 abgebildet); eine Merocytenhaut ist nicht vorhanden, jedoch bilden die Merocyten augenscheinlich die centralen Theile der horizontalen Scheidewand. Bezeichnungen wie in Fig. 57.

Fig. 62. Längsschnitt durch ein Ei nach viertägigem Aufenthalt in  $0,02^0/0$ iger Cocainlösung. Die Elemente des Mesoderms (*Ms*) und die Merocyten (*Mc*) bilden eine ringförmige Scheidewand im Dotter. *Ec*, Ektoderm. Die Kerne des Keimes sind abgestorben.

Fig. 63. Verschiedene Formen degenerirender Zellen des Mesoderms der Keimscheibe eines Eies nach zweitägigem Aufenthalt in  $0,02^0/0$ iger Cocainlösung.

Fig. 64—65. Längsschnitt durch ein Ei nach dreitägiger Entwicklung in  $0,2^0/0$ iger Lösung von Chlornatrium. Die Ektodermzellen (*Ec*) und fast alle Mesodermzellen (*Ms*) sind abgestorben. Ein lebendes Aussehen haben nur die Kerne der Merocyten (*Mc*) und wenige Mesodermkerne, hauptsächlich in den die Zwischenwand bildenden Zellen, beibehalten (vgl. Fig. 62).

Fig. 66. Längsschnitt durch die Keimscheibe des in Fig. 19, Taf. XXVIII abgebildeten Eies, welches einen Tag lang in  $\frac{1}{4}^0/0$ igem Alkohol gelegen hatte. *Ec*, Ektoderm; *Ms*, Mesoderm; *Sg*, Überreste der Segmente (Blastocoenen).

Fig. 67. Längsschnitt durch die Keimscheibe des in Fig. 20 abgebildeten Eies (eintägiger Aufenthalt in  $\frac{1}{4}^0/0$ igem Alkohol); der Pol des Eies ist von Zellen entblößt, und die Keimscheibe hat die Gestalt eines Ringes. Das Ektoderm (*Ec*) und die Reste der Segmente sind abgestorben, das Mesoderm (*Ms*) ist noch lebend.

Fig. 68. Keimscheibe eines Eies, welches einen Tag lang in  $\frac{1}{4}^0/0$ igem Alkohol gelegen hatte. Ektoderm (*Ec*) abgestorben; Mesoderm (*Ms*) in Degeneration begriffen; Merocyten (*Mc*) fast normal.

*Schrift f. wiss. Zoologie Bd LXVII.*

ma  
mf -----k  
i  
b



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 11.



Fig. 12.

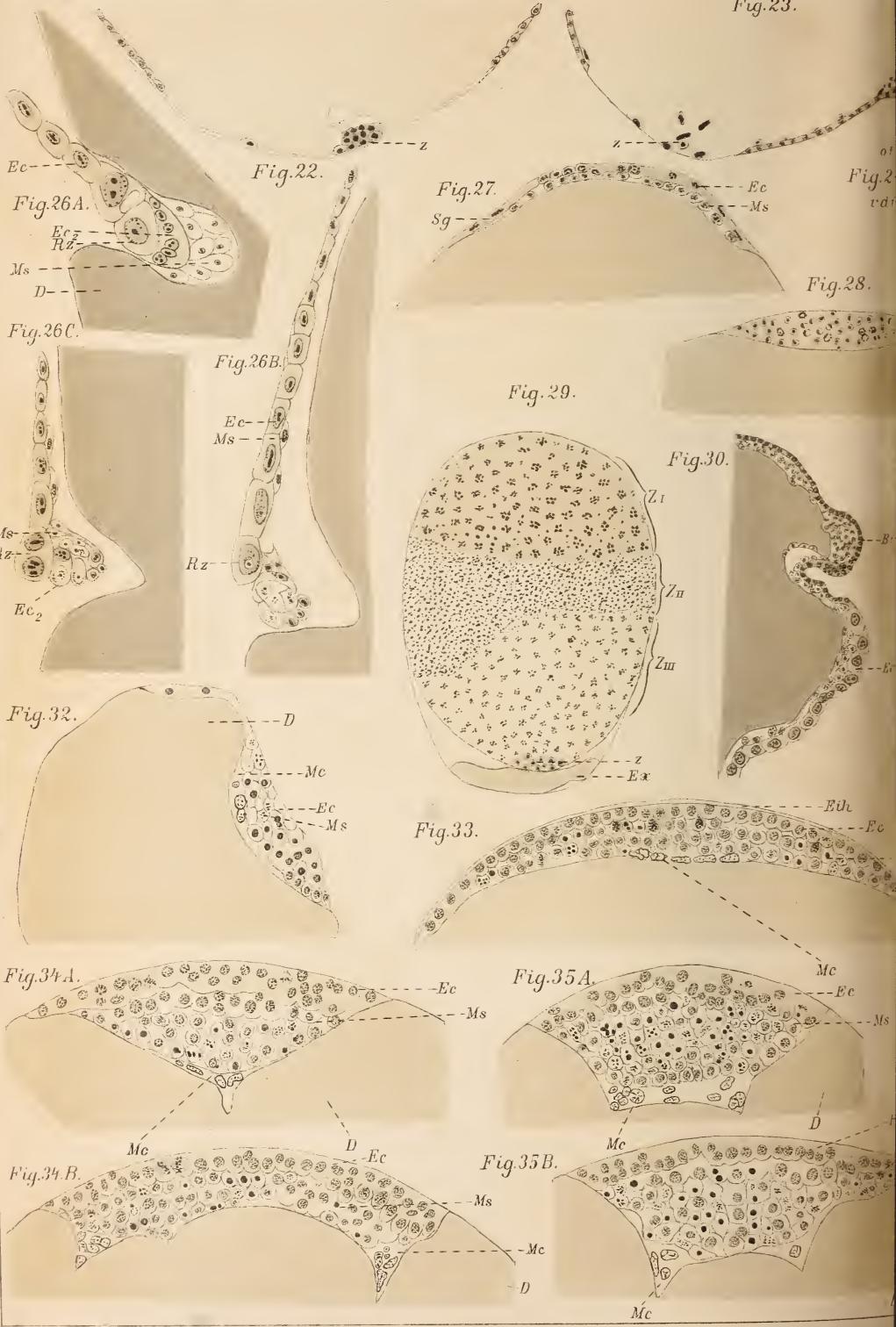


Fig. 16.



Fig. 17.





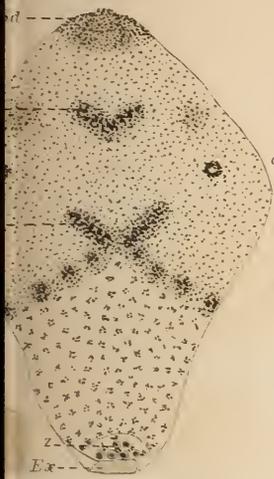


Fig. 31A.



Fig. 25.

Fig. 25B.



Fig. 25A.

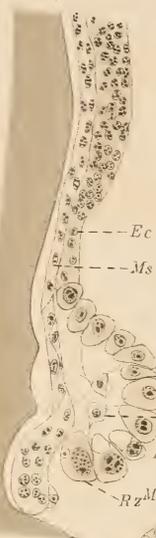


Fig. 25C.

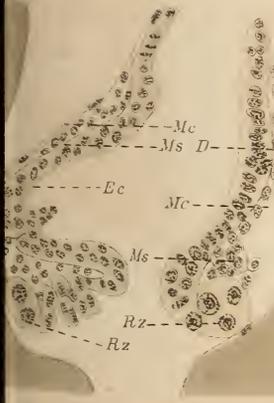


Fig. 31B.

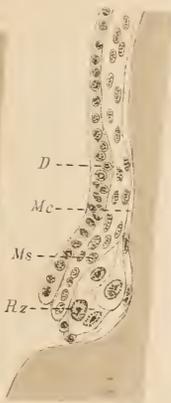


Fig. 31C.

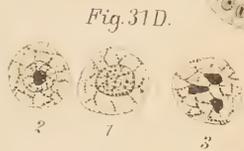


Fig. 31D.

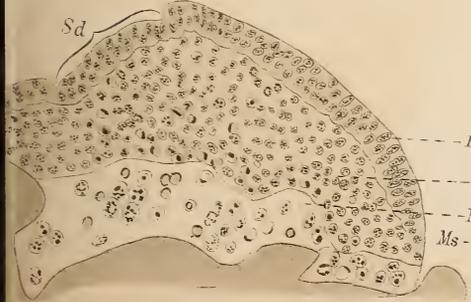


Fig. 36.

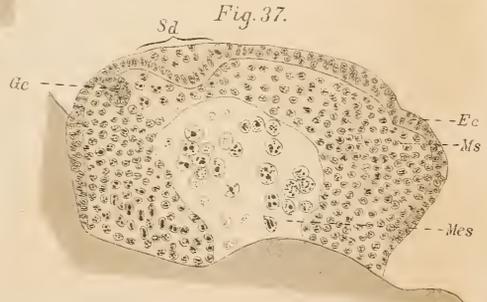


Fig. 37.

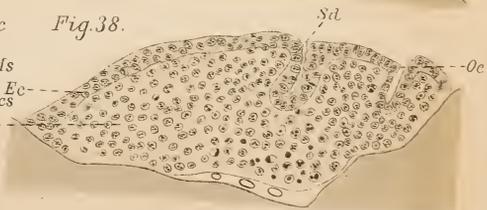


Fig. 38.

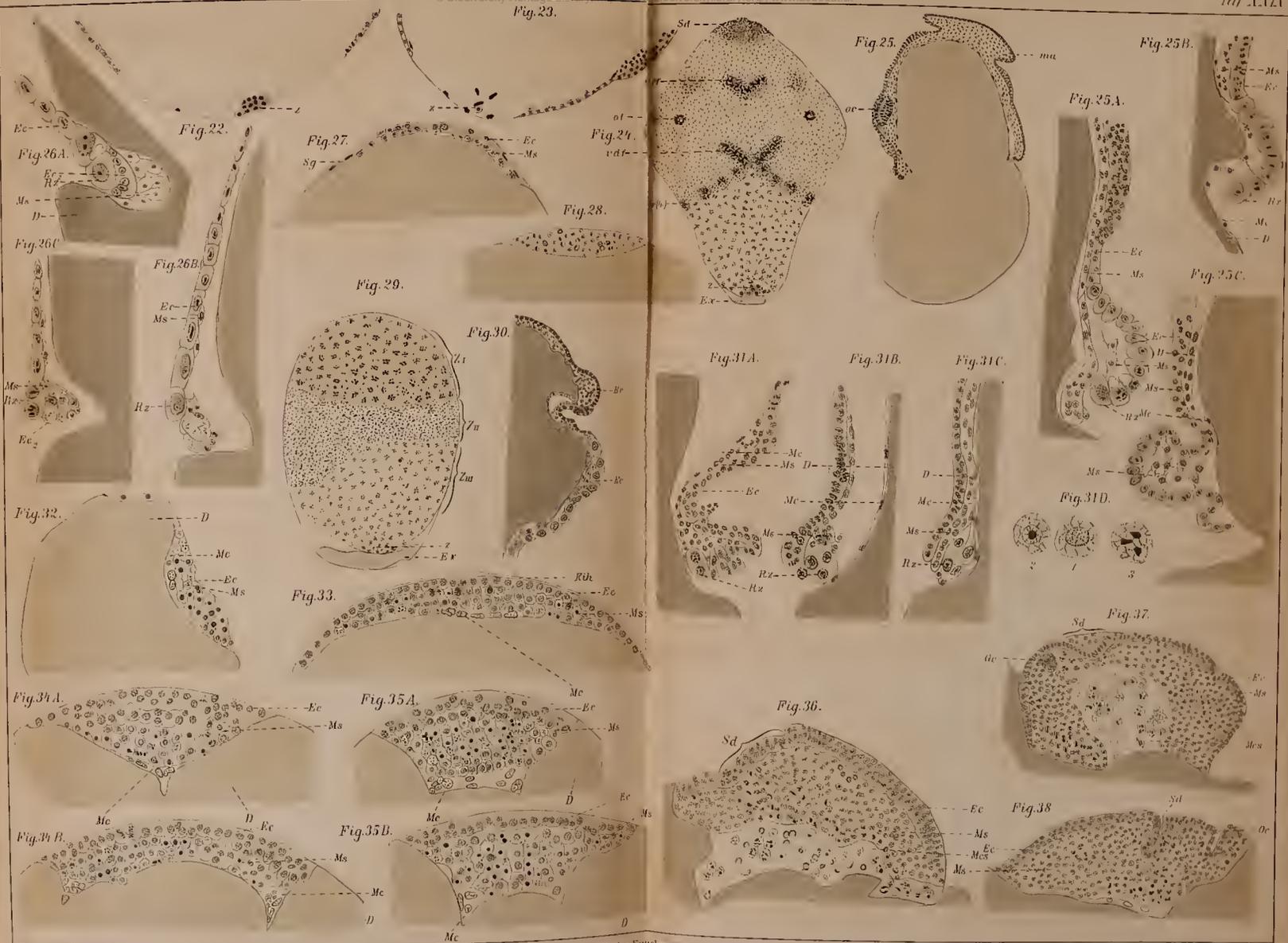


Fig.39.

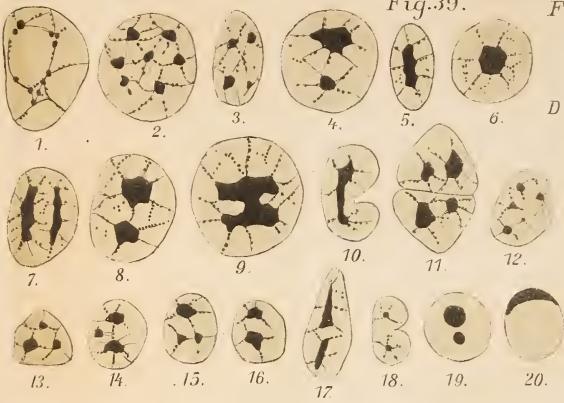


Fig.42.

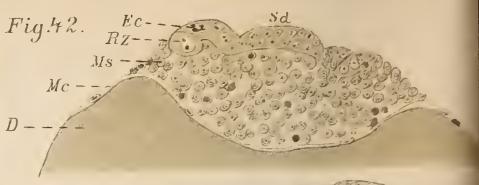


Fig.43.



Fig.44.

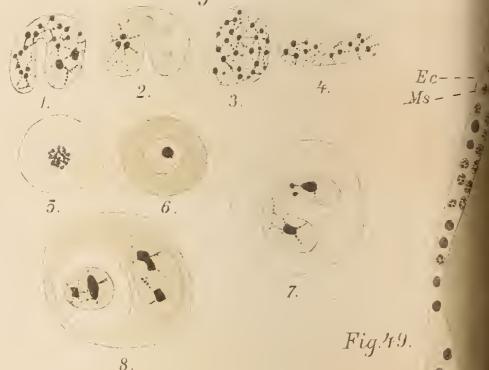


Fig.40.

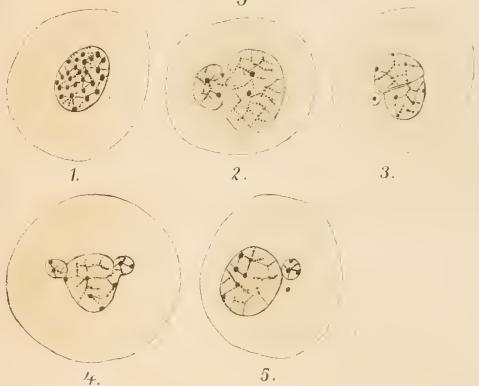


Fig.41.

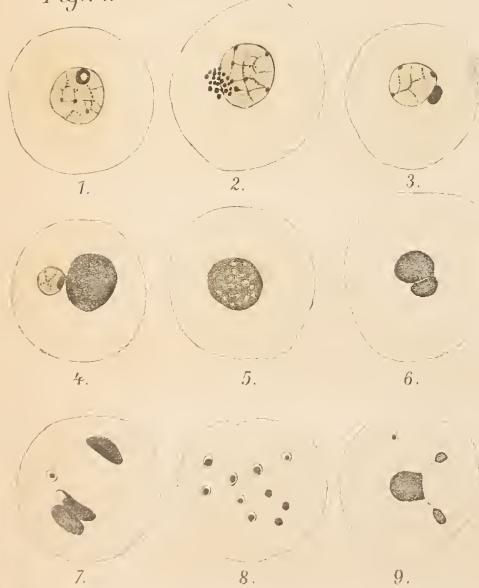


Fig.45.

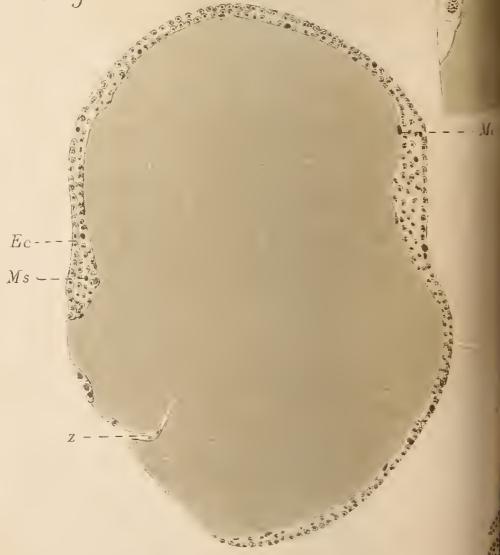


Fig.49.

Sg

Ec  
Ms

Ms

z

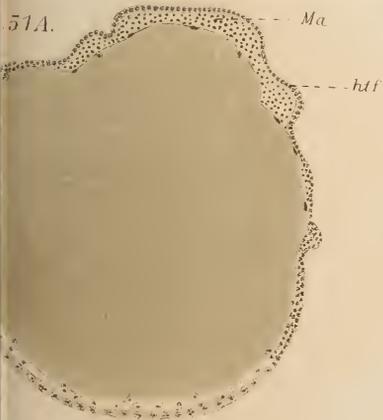
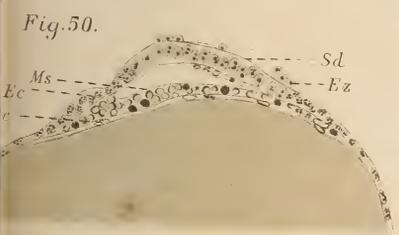
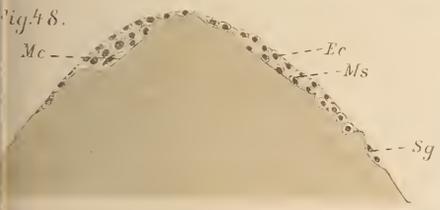
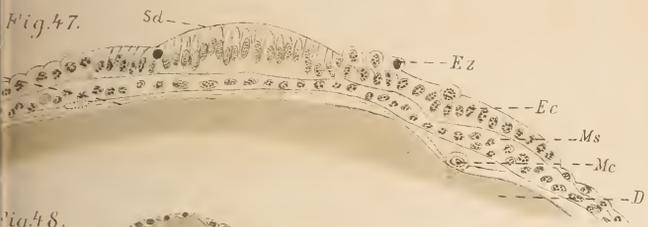
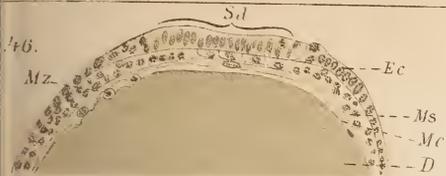


Fig. 52.

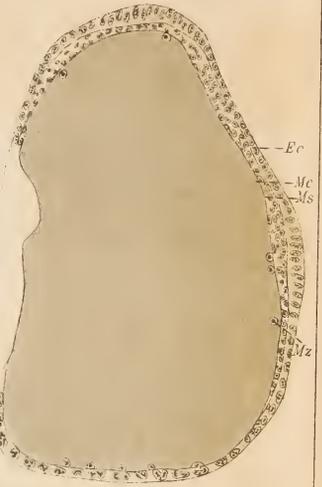


Fig. 53A.



Fig. 53B.



Fig. 54.

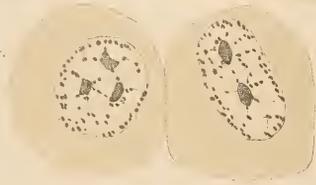


Fig. 55.

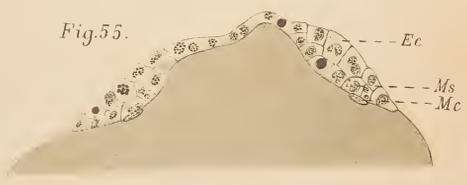
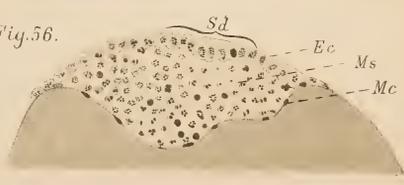


Fig. 56.



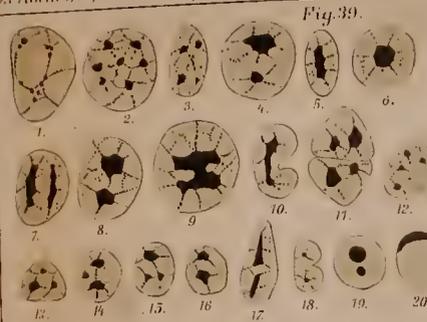


Fig. 39.



Fig. 42.



Fig. 43.



Fig. 44.



Fig. 49.



Fig. 45.



Fig. 46.

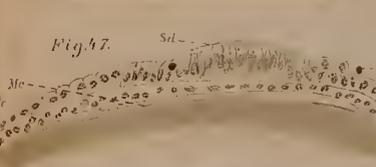


Fig. 47.



Fig. 48.

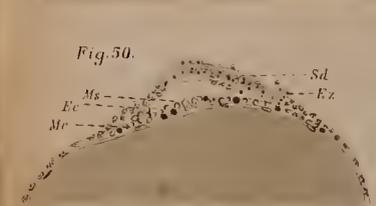


Fig. 50.

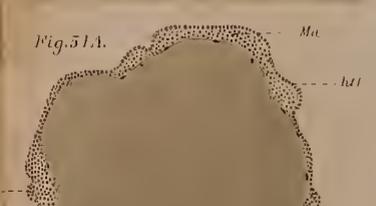


Fig. 51A.

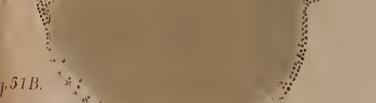


Fig. 51B.



Fig. 51C.

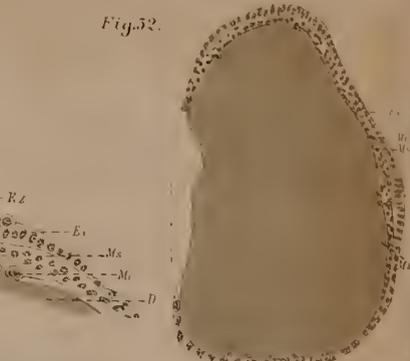


Fig. 52.



Fig. 53A.



Fig. 53B.



Fig. 54.



Fig. 55.



Fig. 56.

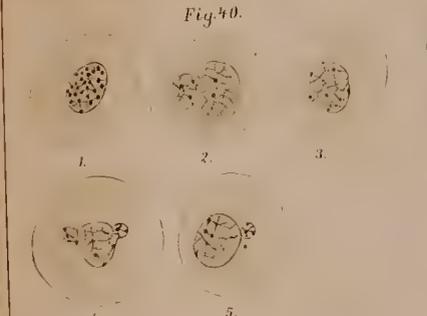


Fig. 40.



Fig. 41.

Fig. 57.



Fig. 58.

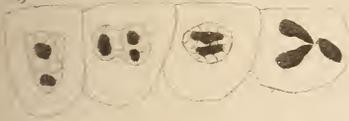


Fig. 59.

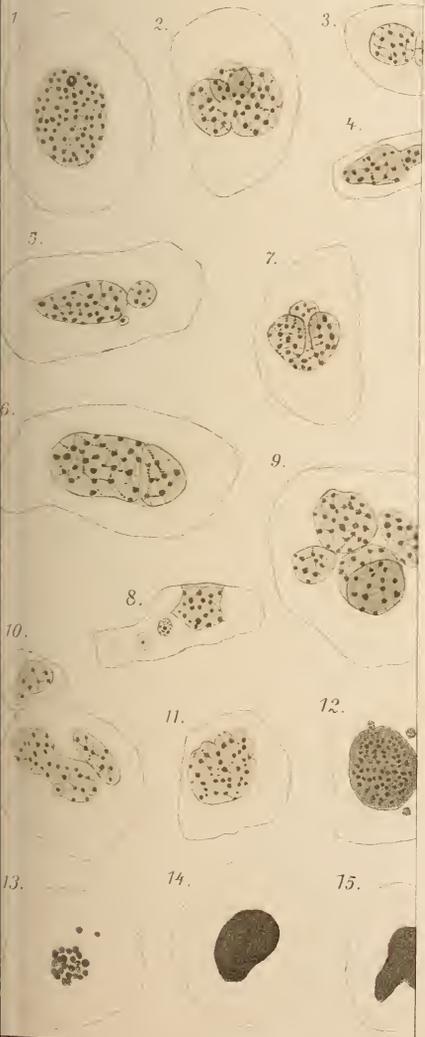


Fig. 57.



Fig. 60.



Fig. 63.

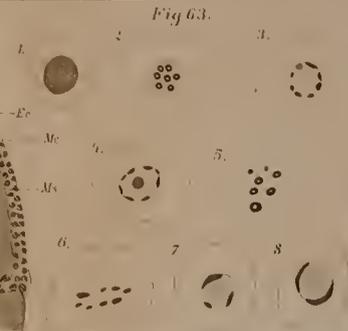


Fig. 58.



Fig. 59.

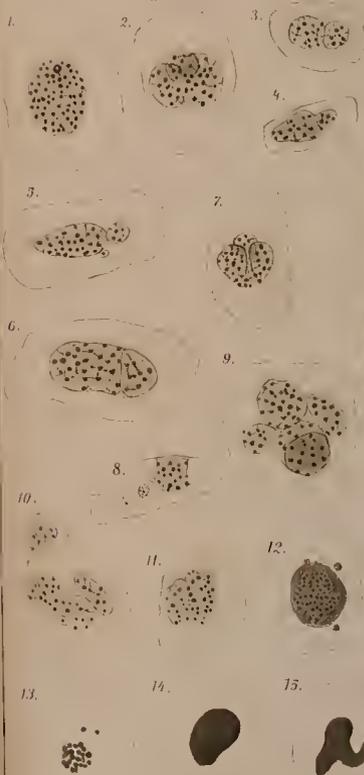


Fig. 61.



Fig. 64.



Fig. 65.



Fig. 66.



Fig. 62.

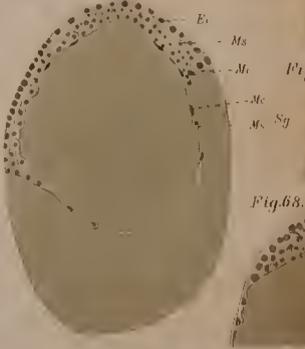


Fig. 67.



Fig. 68.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899-1900

Band/Volume: [67](#)

Autor(en)/Author(s): Schimkewitsch Wladimir

Artikel/Article: [Experimentelle Untersuchungen an meroblastischen Eiern. 491-528](#)