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

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies.

Von

Dr. O. Schultze,

Prosektor der vergleichenden Anatomie in Würzburg.

Erste Abhandlung.

Mit Tafel XI—XIII.

Die ursprünglich gehegte Absicht, in einer zusammenhängenden Arbeit die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies zu veröffentlichen, scheiterte einerseits an der viele Zeit erfordernden Untersuchung und an deren Schwierigkeit, die Jeder kennen dürfte, welcher Eier von Amphibien zu mikroskopischer Untersuchung verarbeitet hat, andererseits an der Nothwendigkeit, eine große Menge von Fragen zu berücksichtigen, welche durch die vielen neueren Arbeiten über thierische Befruchtung angeregt sind. Desshalb sollen die gewonnenen Resultate in einzelnen Mittheilungen publicirt werden, und so muss ich wegen der aus dieser Art der Veröffentlichung hervorgehenden Lückenhaftigkeit, welche hervortritt, um Entschuldigung bitten.

Zu größtem Danke bin ich an dieser Stelle Herrn Geheimrath von Kölliker verpflichtet. Meine Arbeit wurde durch ihn auch in so fern wesentlich gefördert, als er mir die Eier des für den Histologen so überaus werthvollen Axolotls in reichlichster Menge zur Verfügung stellte.

Einen Theil der Beobachtungen durfte ich im anatomischen Institute zu Bonn anstellen, und ich ergreife auch hier die Gelegenheit, für die vielfache Belehrung, welche ich dort erfuhr, nochmals meinen herzlichen Dank auszusprechen.

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

Eintheilung.

1) Allgemeines über den Eierstock und das unreife[1] Ei.
2) Untersuchungsmethode der reifenden und reifen Eier.
3) Das reifende Ei.
4) Das reife Ei in der Mutter.
5) Das reife abgelegte Ei.
   a) Das unbefruchtete Ei.
   b) Das befruchtete Ei.
6) Allgemeines.

1. Allgemeines über den Eierstock und das unreife Ei.

Unter Anderen haben Waldeyer[2] und Spengel[3] Beschreibungen des Amphibieneierstocks gegeben, auf welche ich verweise.

Über die Stützsubstanz des Ovariums sagen schon Prévost und Dumas[4]: La membrane qui forme ces sacs se compose de deux feuillets du péritoine appliqués l'un à l'autre. . . . . Entre ces feuillets se trouvent placés les oeufs.

Auch Spengel[5] berichtet, dass der Hohlraum des Urodeleneierstocks von einem einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet sei.

Dasselbe Epithel erwähnt offenbar Leydig[6] bei Beschreibung des Eierstocks der einjährigen Rana arvalis, indem er sagt, dass die Eier eingebettet seien in Lymphräume, wie bei den Reptilien, welche von zarten epithelialen Zellen überkleidet seien.

Eben so konnte Nussbaum[7] durch Behandlung mit Argentum nitr. einen kontinuirlichen Belag von platten Zellen auf der inneren Ovarienfläche nachweisen.

Ergänzend hebe ich Folgendes hervor[8]: Die wesentliche

[1] Um die Eier mit einem Worte ihrem Alter nach bezeichnen und so Umschreibungen vermeiden zu können, nenne ich die kleinsten Eier unreif bis zu dem Stadium, in welchem mit dem Auftreten eines hellen und dunklen Feldes die Wanderung des Keimbläschens an die Peripherie beginnt. Dann nenne ich die Eier reifend, bis zu dem Augenblick, wo sie als reife Eier vom Stocke gelöst werden. Die Zeit des Reifens ist kurz im Vergleich mit der Zeit der Unreife.

[2] Waldeyer, Eierstock und Ei.

[3] Spengel, Das Urogenitalsystem der Amphibien. 1. Theil.

[4] Prévost et Dumas, Deuxième mémoire sur la génération. Annales des sc. nat. T. II. p. 101 u. 102. 1824.

[5] Spengel, l. c. p. 62.

[6] Leydig, Die anuren Batrachier etc. p. 137.

[7] Nussbaum, Zur Differenzirung des Geschlechts im Thierreich. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XVIII. p. 73.

[8] Zugleich verweise ich in Bezug hierauf und auf Anderes, was hier zur Be-

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

Stützsubstanz des bei den Anuren viel-, bei den Urodelen einkammerigen Eierstocks wird gebildet durch zwei aus platten Zellen geformte Membranen, von denen die äußere das Peritonealepithel darstellt. Die innere, das ist die den Hohlraum des Sackes begrenzende und die Eier überziehende Lage, will ich mir erlauben Innenepithel zu nennen. Zwischen ihm und dem Peritonealepithel liegen die Eier, und die fibrilläre Bindesubstanz tritt an Masse gegenüber den genannten Membranen ganz in den Hintergrund. In Fig. 1 ist das Innenepithel dargestellt, wie man es leicht von mit Argentum nitr. behandelten und in Alkohol konservirten reifenden Wintereiern der Rana fusca erhalten kann. Die Zellen sind platt, unregelmäßig polygonal und im Gegensatz zu den durch Argentum nitr. schwach gebräunten Zellkörpern erscheinen an solchen Präparaten die Kerne hell; meist, doch nicht immer, scharf begrenzt lagern sie häufig in der Zelle wandständig, so dass zwei oder auch drei Kerne nur durch die dunklen Zellgrenzen von einander getrennt sind. Bei der Ablösung bleiben gewöhnlich die Gefäße, welche das Ei als weite Kapillaren, wie im Ovarium der Teleosteer, umgeben, an dem Innenepithel haften. Das Follikelepithel erhält sich an solchen Präparaten wenig deutlich.

Andere Bilder (s. Fig. 2) liefert bei gleicher Methode der Herstellung die Umhüllung der unreifen, für die nächste Brunst bestimmten Eier der Rana fusca im Juni. Löst man von der dem Sacke zugewandten Fläche dieser die Umhüllung ab, so findet man eine doppelte Epithellage, deren innere, den Hohlraum zunächst begrenzende, ich als Innenepithel deute. Die darunter gelegene, deren Zellen sich durch geringere Größe und regelmäßigere polygonale Begrenzung kund geben, muss wohl als Follikelepithel angesehen werden. Untersuchen wir endlich größere Stücke der Sackwandung, die in besagter Weise präparirt sind, von denen man die reifenden Eier abgezupft hat, so bleibt kein Zweifel darüber, dass das Innenepithel überall von den unreifen Eiern sich kontinuirlich auf die Theile der Wandung fortsetzt, welche keine Eier zwischen ihren beiden Blättern einschließen; hier scheinen die Zellen des Innenepithels meist kleiner zu sein, als ob sie durch die nach dem Hohlraum mit dem zunehmenden Wachsthum mehr und mehr vorspringenden Eier noch keine mechanische Ausdehnung erfahren hätten. Einer solchen Stelle ist Fig. 3 entnommen. Die größeren Zellen geben die des Peritoneums, die kleineren darunter liegenden das Innenepithel wieder.

An derartigen größeren von der Innenfläche betrachteten Lamellen

schreibung kommt, auf die von mir gemachte vorläufige Mittheilung. Anatom. Anzeiger, herausgeg. von K. Bardeleben. Nr. 6. 1886.

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

des Ovarialsackes nimmt man an kleinen unreifen Eiern nur eine einfache aus platten Zellen gebildete Hülle wahr, und auch an Schnittpräparaten überzeugt man sich von der Anwesenheit nur einer einzigen plattzelligen Scheide des jungen Eies. Deutet man diese als Innenepithel, d. h. als Theca, wo ist dann das Follikelepithel? — deutet man sie als Follikelepithel, so grenzt dieses direkt an den Hohlraum des Sackes, wie die Zellen des Discus ovigerus im Säugethiereierstock an die Höhle des Follikels, und wo ist die Theca? Diese Fragen kann ich jetzt nicht beantworten. — Die fibrilläre Bindesubstanz in der Follikelwand ist außerordentlich spärlich, und bei den Anuren sind Fibrillen in der Umhüllung der großen und kleinen Eier nicht gleich nachzuweisen. Nur in Wasser oder Alkohol, nicht in Lackpräparaten, erkennt man an gut fixirten Eierstöcken ganz spärliche sich durchflechtende Fäserchen, die bei dem Abziehen des Innenepithels an diesem haften (vgl. Fig. 10). Etwas stärkere Entwicklung zeigen die Fasern bei den Urodelen.

Will man das Follikelepithel des Amphibieneies demonstriren, so wählt man hierzu, so viel mir bekannt, gewöhnlich größere unreife Eier, d. h. solche, in welchen das Keimbläschen[1] von außen noch deutlich sichtbar oder doch die Pigment- und Dotteransammlung noch keine so große ist, dass das Keimbläschen nicht durchschimmert. Und in der That gelingt es ja hier auch leicht, besonders nach Wasserzusatz, einen Zellenbelag, dessen Wasser einsaugende Zellen sich gegen den Dotter ausbauchen, mit deutlichen kreisrunden Kernen nachzuweisen. Auch lässt sich das Vorhandensein zweier durch Wasser quellbarer Zellschichten erkennen, von denen die eine gegen den Dotter, die andere nach außen in das umgebende Medium hinein quillt. Letztere ist das Innenepithel. Die in den Eikörper quellenden membranhaltigen Zellen nennt man Follikelepithelzellen. Aus den Befunden jedoch, welche die Untersuchung des Follikelepithels reifender Eier ergiebt, wird man zweifelhaft, ob die nunmehr als Follikelepithelzellen imponirenden Gebilde identisch sein können mit den an jungen Eiern membranhaltigen quellbaren Zellen. Wenn man nämlich ein reifendes Ei gegen Ende August vorsichtig in 0,5%iger Kochsalzlösung so präparirt, dass man den Dotter herauslässt und nach aufgelegtem gestütztem Deckglase mit gleicher Lösung auswäscht, dann treten unter der Follikelhaut eine Menge zarter blasser Zellen auf, die keine Membran erkennen lassen und zierliche spitze Fortsätze haben. Durch

[1] Wenn ich des Eies Kern nicht Eikern, sondern, wie meist noch üblich, Keimbläschen nenne, so geschieht dies, weil ich mit der Thatsache rechne, dass der Name Eikern bei uns gewöhnlich statt der wohl vorzuziehenden Bezeichnung weiblicher Vorkern im Gebrauch ist.

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

das Anastomosiren dieser Zellausläufer (s. Fig. 8) entstehen ganze Netze. Dasselbe kann man noch deutlicher an Wintereiern darstellen (s. Fig. 9). Hier enthalten Zellkörper und Fortsätze oft stark lichtbrechende Körnchen, die ganz den kleinsten Dotterkörnchen gleichen, während der Zellkern homogen erscheint und wenige Nucleolen birgt. Kann man annehmen, dass diese an reifen Eiern membranlosen, sternförmigen Zellen dasselbe Follikelepithel repräsentiren, welches an jungen Eiern aus mit deutlichen Membranen versehenen, polygonalen Zellen gebildet zu sein scheint? Ich weiß es nicht, denn meine bisher unvollständigen Untersuchungen setzen mich nicht in Stand, die schwierige Frage zu entscheiden. Doch ich darf es nicht unterlassen, hier nur darauf hinzudeuten, dass Manches in meinen Beobachtungen an das erinnert, was His[1] uns aus dem Eierstocke der Knochenfische mitgetheilt hat. His fand, dass an jungen Eiern dieser Thierklasse als einziger Repräsentant einer Follikelwandung eine einfache oder doppelte »Endothelscheide« vorhanden war und dass die einer Membrana granulosa vergleichbare Zellschicht an jungen Eiern fehlend, an großen Eiern in Form von Leucocyten auftritt. Natürlich bin ich ganz unberechtigt zu behaupten, dass bei den Amphibien das sogenannte Follikelepithel aus lymphoiden Zellen erstünde, und dass junge Follikel eines Epithels gänzlich entbehren. Auch sind mir die von vielen anderen Beobachtern der Knochenfische gemachten Angaben, welche denen von His widersprechen, sehr wohl bekannt. Für die allerersten in der Larve von Rana fusca auftretenden Follikelepithelzellen ist deren Herkunft von der jungen Eizelle durch Nussbaum[2] deutlich erwiesen. Andererseits muss ich die Angabe Pflüger's[3] in Erinnerung bringen, nach welcher an den jungen Follikeln der Rana fusca kein Epithel existirt. Dass thatsächlich zwischen unreifen Eiern und deren Innenepithel Leukocyten in größerer Menge vorkommen, davon habe ich mich kurz vor Abschluss dieser Arbeit an kleinen durchsichtigen Augusteiern überzeugt, aber nur in einigen ganz vereinzelten Fällen in dem einen untersuchten Eierstock. Hier bildeten die Zellen streckenweise zusammenhängende einschichtige Lagen. Um die Frage zu entscheiden, halte ich es für nöthig, von Juli bis September eine große Anzahl frisch eingefangener geschlechtsreifer Ranae fuscae zu untersuchen, was von mir nicht geschehen ist.

[1] W. His, Untersuchungen über das Ei und die Eientwicklung bei Knochenfischen. Leipzig 1873.

[2] Nussbaum, l. c. p. 5 ff.

[3] Pflüger, Einige Beobachtungen zur Frage über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen. Archiv f. die ges. Physiol. Bd. XXVI. p. 251.

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

In vielen Fällen zeigt sich die Höhlung des Ovarialsackes nach dem Einlegen in Chromsäuremischungen ausgefüllt von einer weißen Masse, die auch den Boden der Schale, in der man die Fixirung vornimmt, mehr oder weniger in der Umgebung des Ovariums bedeckt. Öffnet man eine Kammer, so kann man die Masse oft klumpenweise herausnehmen, und sie zeigt dann die Eindrücke der Eier. Offenbar handelt es sich hier um einen durch die Säurewirkung in der normal die Höhle ausfüllenden Flüssigkeit, die zum Theil in die umgebende Säure diffundirt, erzeugten massigen Niederschlag. Mikroskopisch erkennt man ein feinkörniges Gerinnsel, das mitunter kleine, stark lichtbrechende Körnchen enthält; es ist mit Karmin färbbar und ähnelt sehr dem im Keimbläschen durch die Säureeinwirkung entstehenden Gerinnsel. Hätte ich jemals lymphoide Zellen darin gefunden, so würde ich ohne Bedenken den Sack einen Lymphsack nennen.

Das interessante, im unreifen Froschei von Cramer[1] entdeckte und von J. V. Carus[2] mit dem Namen Dotterkern belegte Gebilde ist bekanntlich im reifenden Ei verschwunden. Über die Art und Weise, wie dies in die Erscheinung tritt, findet sich bei Carus folgende Angabe[3]: »Von der Peripherie dieses Körpers löst sich nun eben so wie beim Dotterkern des Spinneneies eine Körnerschicht nach der anderen los und mengt sich der Flüssigkeit bei.« Ohne die Möglichkeit solcher Lösung leugnen zu können, habe ich doch den Vorgang unter besonderen Erscheinungen beobachten können (s. Fig. 4 *a—d*).

In einem Falle, welchem die Zeichnungen entnommen sind und welcher einer jungen Rana fusca aus dem Mai entstammt, in deren Eierstock die zu schildernden Eier die ansehnlichsten waren, begannen die Körnchen des Dotterkerns sich zuerst in dem der Peripherie des Eies zugewandten Theile zu lockern (s. Fig. 4 *a*). Darauf lösten sich von den Enden des ovalen Dotterkernes, der sich mehr von dem Keimbläschen entfernt hatte, Körnchen los. Diese verbreiteten sich in einer koncentrischen dunklen Zone um das Keimbläschen. Die Membran des letzteren erschien wellig und um dasselbe war eine helle körnchenfreie Zone entstanden (Fig. 4 *b*). Auf weiterem Stadium hatten sich in die betreffende dunkle Zone mehr und mehr Körnchen abgelöst (s. Fig. 4 *c*) und schließlich war die Stelle, wo der Dotterkern gelegen, kaum mehr in der Körnchenzone zu erkennen (s. Fig. 4 *d*). Dieselbe helle Innenzone kann übrigens auch schon an Eiern sichtbar sein, welche noch

[1] H. Cramer, Bemerkungen über das Zellenleben in der Entwicklung des Froscheies. J. Müller's Archiv. 1848.

[2] J. V. Carus, Über die Entwicklung des Spinneneies. Diese Zeitschr. Bd. II.

[3] l. c. p. 103.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einen vollständigen Dotterkern beherbergen; ihr Auftreten ist also nicht an die Auflösung des Dotterkerns gebunden. Bei solchem Befunde ist es interessant, Worte zu lesen, aus denen hervorzugehen scheint, dass der Entdecker des Dotterkerns schon den gleichen Lösungsvorgang beobachtet hat[1]: »Wird das Ei etwas größer, dann erweicht die kleine Kugel und immer flüssiger werdend verbreiten sich die Massen in einem eleganten Halbmond in der Höhle des Dotterraumes und um das Keimbläschen.« Die besprochene helle, um den Kern gelegene Zone kommt bekanntlich an vielen Wirbelthiereiern vor und ist meines Wissens an Säugethiereiern zuerst von Pflüger[2] beschrieben, welcher die innere helle Zone als inneren Dotter von der äußeren dunklen als äußeren Dotter unterschied. His beschrieb Gleiches vom jungen Ei des Karpfens. Die Zone ist die bekannte »Nährplasmaschicht« von A. Brass.

Von dem Dotterkern wohl zu unterscheiden sind zahlreiche nur in der Peripherie des Eikörpers dicht unter der Follikelwand sichtbar werdende Anhäufungen kleiner Körnchen, die wahrscheinlich die ersten Spuren der Dotterelemente sind und durch ihre Gruppirung den Gedanken an die Herkunft von Zellen erwecken können. Schon von C. Vogt[3] aus unreifem Ei von Alytes Taf. I, Fig. 1 abgebildet, beschreibt auch Goette[4] dieselben und stellt sie dar auf Taf. I, Fig. 9. Sie vermehren sich bei Bombinator, rücken dicht zusammen und bilden endlich eine ganz gleichmäßige Körnerschicht. Dieselben Körnchenhaufen hat Schütz[5] bei Triton cristatus beschrieben (s. Fig. 14 *d*) und His hat ähnliche Gebilde im Ei der Salmoniden bekannt gemacht. In allen diesen Fällen treten Dotterelemente zuerst peripherisch in der Eizelle auf. Will[6] leitet, indem er wohl zweifellos dieselben Körnchenhaufen im Auge hat, diese von Keimflecken ab, die aus dem Keimbläschen ausgewandert seien (!).

Noch andere Körnchenansammlungen, welche durch ihren bräunlichen oder grünen Farbenton auffallen, kann man in unreifen noch mit Dotterkern versehenen Eiern wahrnehmen. Sie liegen bald in geringerer, bald in größerer Dichtigkeit nahe unter dem Innenepithel.

[1] Cramer, l. c. p. 21.

[2] Pflüger, Über die Eierstöcke der Säugethiere u. des Menschen. 1863. p. 78 und 79.

[3] C. Vogt, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. 1842.

[4] Goette, Entwicklungsgeschichte der Unke. p. 17.

[5] J. Schütz, Über den Dotterkern. Inaug.-Dissert. Bonn 1882. p. 12.

[6] L. Will, Über die Entstehung des Dotters etc. Zool. Anzeiger 1884, Nr. 167, p. 273.

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

Es steht seit langer Zeit fest, dass die Membran des Keimbläschens der jungen Amphibieneier nicht immer, wie man dies an Wintereiern, deren Stoffwechsel ein geringerer ist, fast durchgehends beobachtet, glatt ist und einen kugelrunden Kern umgrenzt, dass sie vielmehr häufig wellig erscheint, indem sie deutliche Vorsprünge und Einbuchtungen aufweist. Schon C. Vogt[1] sagt auf Grund von Beobachtungen frischer Eier, dass sich eine eigenthümliche Form des Keimbläschens mit dem Wachsthum der Eier ausbilde: »statt nämlich seine runde Gestalt beizubehalten, erhält es eine zackige, aus- und einbiegende Begrenzung, welche im Allgemeinen kreisförmig, fast regelmäßige Aus- und Einsprünge, etwa wie eine Mauerzinne mit abgerundeten Winkeln darstellt«. Eben so konnte Goette[2] feststellen, dass die wellige Begrenzung des Keimbläschens bei Bombinator ein normaler Befund sein könne, was sich auch hier aus der Untersuchung frischer Eier ergab.

In der That gelingt es mit Bestimmtheit an ganz frischen Eiern sowohl der Urodelen als der Anuren neben den kreisrund begrenzten Keimbläschen solche zu sehen, deren Membran vielfach eingebuchtet ist. Aber auch an Schnitt- und Dauerpräparaten geht daraus, dass man in demselben Eierstock Keimbläschen mit kreisförmiger Begrenzung und solche mit gebuchtetem Rande findet, hervor, dass man es hier nicht mit einem Kunstprodukt zu thun hat. In Fig. 5 ist ein junges Ei von Rana esc. (mittlerer Durchmesser 0,3 mm) aus dem Februar dargestellt, an welchem die Gestalt des Keimbläschens mit den stark entwickelten Vorsprüngen deutlich ist. Die Keimkörperchen[3] lagern häufig in den Zacken, wie dies von Will[4] beschrieben wird; in den Dotter ausgetretene Keimkörperchen habe ich hier nie beobachtet. Von der Peripherie des Eikörpers her scheint sich die Dottersubstanz einzulagern, was in der Zeichnung nur an einer Stelle ausgeführt ist. Auch in der peripheren Dotterschicht findet man an solchen Eiern radiäre Züge, von denen ich aber nicht angeben kann, ob sie die direkte Fortsetzung der Keimbläschenvorsprünge sind. Mit diesen Vorsprüngen vergleicht Gegenbaur[5] ähnliche Bildungen am Keimbläschen des Kaimans und des Cyprinus auratus. Das ganze Bild hier erinnert an die

[1] C. Vogt, l. c. p. 3 und 4.

[2] Goette, l. c. p. 19.

[3] Im Anschluss an E. van Beneden brauche ich statt »Keimflecke« den Ausdruck Keimkörperchen.

[4] L. Will, l. c. p. 273.

[5] C. Gegenbaur, Über den Bau und die Entwicklung der Wirbelthiereier mit partieller Dottertheilung. J. Müller's Archiv. 1861. p. 520 und 521.

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

unten bei der Reifung des Eies zur Sprache kommenden Erscheinungen der normalen Keimbläschenschrumpfung. Sonach muss ich mit Brass die »Pseudopodien« als natürliches Vorkommnis hervorheben, und es treffen die Worte Hertwig's, dass diese Bildungen durch Schrumpfung in Folge der Einwirkung erhärtender Reagentien entstehen, nicht zu.

In einer großen Zahl von unreifen Eiern begegnete ich einmal bei einem mit Chromosmiumessigsäure fixirten Wintereierstock der Rana fusca nadelförmigen mehr oder weniger geschlängelten Körpern, welche die Fig. 6 *a* und *b* illustriren. In fast jedem Ei lagen ein bis zwei solcher an beiden Enden in eine feine Spitze auslaufender homogener Körper. Safranin färbte sie wie die Keimkörperchen. Es gelang durch passenden Druck aus Glycerinpräparaten die Körper zu isoliren; die größte Breite betrug 3 μ, die Länge bis 70 μ. Ihre Auffälligkeit und Seltenheit lässt an abnorme, vielleicht parasitäre Bildungen denken.

Auch das Vorhandensein von rothen Krystallnadeln (s. Fig. 7) in unreifen frischen Wintereiern von Rana fusca steht vereinzelt da. Wir fanden sie einmal gelegentlich des mikroskopischen Kurses. Der betreffende Eierstock zeigte bei der Nachuntersuchung noch in vielen anderen Eiern gleicher Größe dieselben Nadeln. Später fielen sie mir in einem zweiten Falle noch einmal auf. Vielleicht handelte es sich um Hämatoïdinkrystalle.

2. Untersuchungsmethode der reifenden und der reifen Eier.

Die Vortheile, welche die mannigfachen existirenden Methoden, Amphibieneier zu schneiden, bieten, weiß ich sehr wohl zu schätzen, und ich erlaube mir hier die Art und Weise, auf welche ich den jetzigen Anforderungen entsprechende, lückenlose Serien feiner Schnitte erhalten habe, den gebräuchlichen Methoden hinzuzufügen. Es wurden die Eier mit oder besser ohne die aus dem Eileiter stammenden Hüllen, die bei den Urodelen ganz, bei Rana bis auf eine dünne innerste Hüllschicht (vgl. unten bei Hüllen) mit der Schere oder Nadeln entfernt werden, in die Fixirungsflüssigkeit gebracht. Als solche dienten mir hauptsächlich:

1) Chromosmiumessigsäure: Chromsäure 1% 25 Theile, Überosmiumsäure 1% 10 Theile, Wasser 60 Theile, Essigsäure 2% 5 Theile,
2) Chromessigsäure: Chromsäure 1% 25 Theile, Essigsäure 2% 5 Theile, Wasser 70 Theile,

beide nach Flemming's Angabe.

In der einen oder der anderen von diesen vorzüglichen Mischungen bleiben die Eier bis 24 Stunden lang; dann wird die Säure abgegossen

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

und durch Aqua dest. ersetzt, das nicht häufig genug gewechselt werden kann. Eventuell werden die Eihüllen dann noch mit Nadeln abpräparirt, wobei die eiweißartige Flüssigkeit, welche die innere Kapsel der Urodeleneier erfüllt, als weißliches Wölkchen austritt. Jetzt eignen sich die Eier noch vorzüglich zum Oberflächenstudium. In Alkohol von 50% gebracht bleiben sie in diesem 24 Stunden, dann je 24 Stunden in Alkohol von 70, 85 und 95%. Letzterer wird mehrmals abgegossen und durch neuen ersetzt. Dann tritt Terpentin an seine Stelle (Bergamottöl und andere Öle scheinen hier keine Vorzüge zu haben), das die Eier je nach der Größe in 1—2 Stunden durchtränkt hat. Bisher wurden die Eier gar nicht aus der Schale herausgenommen; dies ist jetzt zum Zwecke der Einbettung in bereit stehendes bei 50° C. flüssiges Paraffin nöthig und muss, da die Eier natürlich sehr empfindlich sind, vorsichtig, wohl am besten mit Hilfe eines kleinen chirurgischen scharfen Löffels geschehen. Nach $^1/_2$—1 Stunde sind bei beständiger Überwachung des Paraffins die Eier gerade genügend imbibirt. Will man sie nicht orientiren, so nimmt man sie mit dem vorher angewärmten Löffel aus dem Paraffin und setzt sie mit dem im Löffel befindlichen Paraffintropfen auf einen harten, der Mikrotomklammer angepassten Paraffinblock. Nach dem Erkalten wird das Ganze mit warmer Nadel bequem zugerichtet. So einfach diese Vorschrift erscheint, da sie ja nichts Anderes ist, als die allgemeine Paraffinmethode, so kann doch nicht genug hervorgehoben werden, dass Alles auf die genaue Einhaltung der angegebenen Zeiten ankommt. Bleiben die Eier länger im Alkohol, Terpentin oder gar Paraffin, so ist das Spiel verloren, und man bringt es ohne Mühe zu steinharten, aus einander gesprengten, brüchigen, kurz ganz schlechten Eiern. Anderenfalls haben die Objekte ganz die Konsistenz des Paraffins, schneiden sich ausgezeichnet, d. h. in lückenlose Schnittserien von $^1/_{200}$ mm Schnittdicke (250—300 Schnitte von einem Siredonei). Das Schanzsche Mikrotom ermöglicht bekanntlich die Ausführung des vom Grafen von Spee so verdienstvoll eingebürgerten Bänderschneidens mit großer Schnelligkeit. Die Bandstücke wurden auf dem Objektträger mit schwacher Leimlösung fixirt und nach Verdunstung des Wassers tritt die allgemeine Weiterbehandlung ein. Will man die Eier orientiren, so geben hierüber die von Born gemachten Angaben bekanntlich schöne und genaue Vorschriften.

Durchfärbung in Boraxkarmin ist nach vielen Versuchen jetzt die Färbemethode, die mir Alles liefert, was ich wünschte. Die Farbe tritt im gegebenen Falle in obiger Angabe an Stelle des 50%-igen Alkohols, wirkt 24 Stunden und der salzsaure 70%ige Alkohol

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

enthält fünf Tropfen Acid. hydrochl. pur. auf 100 ccm. Bei häufigem Wechseln des letzteren entfärben sich auch die Dotterkörner, und nur die chromatische Substanz bleibt intensiv roth.

Die Chromosmiumessigsäure kann in angegebener Koncentration, wenn es sich um die Fixirung von central im Ei gelegenen Substanzen handelt, nicht mit Erfolg angewendet werden.

3. Das reifende Ei.

Nach den Untersuchungen Nussbaum's[1] ist im Oktober die Eibildung bei Rana fusca für die kommende Brunst abgeschlossen; sonach kann man, wenn es sich darum handelt, die Zahl der von Rana fusca abgelegten Eier festzustellen, dieselben im Eierstock während des Winters zählen. Beifolgende kleine Tabelle findet in dem Gedanken

	Datum	Linker Eierstock		Rechter Eierstock		Gesammtzahl der Eier
		Gewicht in Grammen	Zahl der Eier	Gewicht in Grammen	Zahl der Eier	
1.	13. XII.	2,0	632	3,0	910	1542
2.	13. XII.	3,6	1068	3,3	933	2001
3.	27. XII.	1,7	668	2,5	942	1610
4.	27. XII.	2,6	660	2,7	666	1326
5.	29. I.	2,3	673	2,4	715	1388
6.	31. I.	3,7	1230	4,0	1335	2565
7.	31. I.	3,5	911	2,9	725	1636

ihre Rechtfertigung, dass in dem so überaus dunklen Gebiete von dem Leben der Eizelle die möglichste Vertiefung in ein einzelnes, in großer Menge zur Verfügung stehendes Objekt zunächst am gerathensten erscheinen dürfte. Sie betrifft die Eierstöcke von sieben in den Wintermonaten getödteten Ranae fuscae, die nach dem Wägen bezeichnet und zur Zählung der Eier in Spiritus gehärtet wurden. In fünf Fällen überwog der rechte den linken, in zwei der linke den rechten Eierstock an Gewicht. Die Minimalzahl der in einer Brunst zur Ablage kommenden Eier beträgt hiernach 1326, die Maximalzahl 2565, woraus hervorgeht, dass ein Weibchen die doppelte Zahl Eier als ein anderes ablegen kann. Ob dies in der verschiedenen Ernährung gleichalteriger Thiere oder in verschiedenem Alter der Thiere oder sonst begründet ist, muss einstweilen dahingestellt sein. Die Durchschnittszahl der in einer Brunst abgelegten Eier beträgt 1724. Leuckart[2] giebt die Zahl der mit einem

[1] Nussbaum, l. c. p. 74.

[2] Leuckart, Zeugung. in: Wagner's Handwörterb. d. Physiol. 1853. IV. p. 712.

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

Mal vom »Frosch« gelaichten Eier auf 2500—3800 an, seine Durchschnittszahl beläuft sich also auf 3150. Worauf die Differenz zwischen unseren Angaben beruht, muss weiteres Studium zeigen; die sieben von mir untersuchten Exemplare, welche überdies von einem Fundort stammen, gestatten keine Verallgemeinerung.

Die Umhüllungen, welche das reifende Eierstocksei besitzt, sind zunächst, da wo es an die Höhlung angrenzt, das Innenepithel und außen das Peritonealepithel. Unter diesem folgen die oben besprochenen »Granulosazellen«, zwischen letzteren und ersteren die Gefäße. Viele Aufmerksamkeit wurde der sogenannten Dotterhaut zugewandt, und ich kam zu dem Schlusse, dass das reifende Eierstocksei der Anuren sowohl, als der Urodelen nur von einer einzigen Membran umgeben ist, mit welcher bekleidet das Ei den Eierstock verlässt. Am besten überzeugt man sich, wenn es sich um frische Präparate handelt, von der Anwesenheit dieser Membran, wenn man das Ei aus dem Eierstock mit feiner Pincette herauszupft, in einem großen Tropfen Kochsalzlösung auf dem Objektträger ansticht und dann bei gestütztem Deckglas, nachdem man mehrmals ausgewaschen, untersucht. Hierbei müssen die Umhüllungen des Eies, wenn man dafür sorgt, dass der Dotteraustritt nur ein bestimmtes Maximum erreicht, am Rande in nahezu natürlicher Spannung bleiben. Fig. 11 ist nach solchem frischen Präparat von einem Ei der Rana fusca aus dem März gezeichnet. Die von dem Innenepithel geformte Membran ist mit einer ihrer Innenfläche anhaftenden Kapillare etwas abgehoben; man sieht die Kerne der Granulosazellen und die Dotterhaut, die nach außen und innen gleich scharf begrenzt erscheint. Zwischen Dotterhaut und Eikörper nimmt man in günstigen Fällen eine schmale Zone wahr, die eine sehr feine radiäre Streifung erkennen lässt, die aber keine besondere Membran, sondern nur die peripherste Dotterschicht ist. Bis jetzt konnte sie nur an Eiern der Rana fusca frisch beobachtet werden, bei Triton taen. auch an Juni-Eiern in Chromessigsäurepräparaten. Eine Membran ist sie nicht, vielmehr nur die äußerste körnchenfreie Dotterschicht, und die Bedeutung der feinen Streifung, welche nur bis an die Dotterhaut herangeht, ist mir unklar geblieben. Dieselben Verhältnisse bezüglich der Eihaut zeigen feine Durchschnitte durch größte reifende Juni-Eier von Triton taen. Ein solcher ist in Fig. 12 bei hom. Imm. 1/18 von Zeiss dargestellt. Das Ei hat nur eine verhältnismäßig zarte Haut, die sich in Boraxkarmin an Chromessigsäurepräparaten gut färbt. Die Zona ist nicht sichtbar. Auch Triton cristatus und Siredon pisciformis zeigen nur eine einzige dem Dotter aufgelagerte Membran an feinsten Querschnitten. Dieselbe erlaube ich mir als

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

Zellmembran, d. i. als »Dotterhaut« zu erklären, weil mir die Auffassung einer um eine Zelle gelegenen Membran als »Zellmembran« am einfachsten und sogar zwingend erscheint, so lange nicht ein Bildungsmodus erwiesen ist, welcher dazu berechtigt, die Membran anders aufzufassen, als eine von der Zelle selbst erzeugte Bildung. Was die Zona angeht, so muss ich eine eingehende Besprechung vom vergleichenden Standpunkt und Abbildungen für jetzt verschieben, der Name »Zona radiata« dürfte immerhin gerechtfertigt sein.

Die Abbildung und Besprechung der Dotterhaut erschien mir desshalb nöthig, weil ich trotzdem, dass allenthalben von der Dotterhaut des Amphibieneies in der Litteratur die Rede ist, doch nirgends eine deutliche Abbildung finden konnte.

Ältere Autoren, z. B. C. Vogt [1], unterschieden nicht zwischen Dotterhaut und den sonstigen Umhüllungen des Eies.

Leuckart [2] hat zuerst deutlich die »dünne strukturlose Dotterhaut« genannt, welche weit zarter sei, als in den höheren Wirbelthierklassen. Auch unterscheidet er dieselbe von der »Epithelialschicht des zarthäutigen Drüsenfollikels«. Sie entsteht nach ihm, wie nach Cramer, erst ziemlich spät.

Bei Pelobates fehlt nach van Bambeke [3] an den reifen Eierstockseiern die Dotterhaut sogar ganz, und nur die »capsule ovarienne« bekleidet das reife Ei.

Nach Waldeyer [4] erscheint die Dotterhaut »bei ziemlich ausgewachsenen Follikeln feinstreifig, und zwar in radiärer Richtung«. Wahrscheinlich hat Waldeyer die feinen radiären Streifen der äußersten Dotterzone gesehen; die Dotterhaut selbst ist immer homogen. Ferner glaubte Waldeyer daraus, dass die Dotterhaut sich stets »nach innen vom Follikelepithel« bilde, schließen zu können, dass dieselbe in gleicher Weise als »eine Cuticularformation« aufzufassen sei, »wie die Zona pellucida des Säugethiereies und die Dotterhaut des Vogeleies«.

Dagegen bemerkt Ludwig [5], Waldeyer's Beobachtung, dass die Dotterhaut nicht scharf begrenzt sei gegen die äußerste feinkörnige Dotterlage, spräche mehr dafür, die Membran als Dotterhaut und nicht als Chorion zu erklären.

[1] C. Vogt, l. c. p. 2.

[2] Leuckart, l. c. p. 795.

[3] Ch. van Bambeke, Recherches sur le développement du pélobate brun. p. 10 und 14.

[4] Waldeyer, l. c. p. 75 und 76.

[5] H. Ludwig, Über die Eibildung im Thierreiche. Eine von der philosophischen Fakultät der Universität Würzburg gekrönte Preisschrift. 1874.

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

Über die Häute des Urodeleneies handelt ausführlich van Bambeke's[1] Untersuchung. Das Resultat ist das Vorhandensein von zwei das Ei umschließenden Membranen in dem Augenblick, in welchem das Ei den Eierstock verlassen will. van Bambeke unterscheidet zunächst eine Dotterhaut, von welcher er angiebt, dass er sie an frischen Eiern ohne Hilfe eines Reagens von jedem Theil der Dotteroberfläche habe abheben können. Sie ist innig verbunden mit der äußersten Dotterschicht, hebt sich aber, wenn man mit schwachem Alkohol behandelte Eier in Wasser bringt, von dem Dotter ab. Die zweite Umhüllung, welche sich schon in dem Augenblicke zeige, wo das Ei sich von dem Ovarium loslöst, sei zuerst fest auf die Dotterhaut gelagert; während der Furchung jedoch wird sie im Gegensatz zu dieser nicht in die Furchen einbezogen. Diese nennt van Bambeke Chorion.

In Bezug auf diese beiden schon die Eierstockseier umgebenden Hüllen muss ich wie oben hervorheben, dass das Ei der Urodelen, eben so wie das der Anuren, nur eine Membran hat, die Dotterhaut. Sie ist identisch mit der Haut, welche van Bambeke Chorion nennt. Aus der Beschreibung des geehrten belgischen Forschers geht nicht klar hervor, ob er die »membrane vitelline« an Eierstockseiern oder an gelegten Eiern beobachtete. Es scheint das Letztere der Fall gewesen zu sein, und für die gelegten Eier kann ich das Vorkommen der »membrane vitelline« nicht in Abrede stellen. In den Worten: »L'oeuf, au moment de se détacher de l'ovaire, est déjà entouré d'une deuxième membrane« scheint mir aber das Vorhandensein von zwei Membranen des Eierstockseies ausgesprochen zu sein.

Der wohl ziemlich allgemein herrschenden Ansicht gemäß besteht der Dotter des reifenden Amphibieneies nicht, wie in anderen Thierklassen, aus kugelrunden Elementen, sondern aus Plättchen oder Täfelchen, denen man mitunter noch das Beiwort »krystallinisch« hinzugefügt hat; oder der Dotter enthält wenigstens solche Elemente neben den Dotterkugeln.

C. Vogt[2] brauchte zuerst den Ausdruck »Stearintäfelchen«.

Dass es irrig sei, hier von Stearin zu reden, wies R. Virchow[3] vor Zeiten nach, indem er ja zeigte, dass der Dotter wohl ein Eiweißkörper sei.

Unter Anwendung der verschiedensten Reagentien, und gerade

[1] Ch. van Bambeke, Nouvelles recherches sur l'embryologie des Batraciens. p. 2 ff.

[2] C. Vogt, l. c. p. 3. 1842.

[3] R. Virchow, Über die Dotterplättchen bei Fischen und Amphibien. Diese Zeitschr. Bd. IV. 1853.

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

derer, welche gegenwärtig unsere besten Fixirungsmittel darstellen dürften, habe ich mich bemüht im Dotter der Amphibieneier, so wie in Embryonen, Täfelchen und Plättchen wahrzunehmen, bin jedoch zu der Behauptung gezwungen, dass die Vorstellung von Dottertäfelchen als natürliches Vorkommnis im Amphibienei ein alter eingefleischter Irrthum ist.

Ob neuere Autoren, z. B. Born, indem sie von Dotterkörnern reden, dasselbe sagen wollen, kann ich nicht entscheiden; es dürfte aber wohl wahrscheinlich sein. Es ist gewiss wahr, dass in vielen Fällen die Dotterelemente mehr oder weniger schön oval oder fast quadratisch erscheinen. Wären aber diese Formen die Flächenansichten von Plättchen, so müsste man natürlicherweise auf zahlreichen feinsten Schnitten durch ein und dasselbe Ei auch einmal stäbchenförmige Seitenansichten eines solchen »Plättchens« an irgend einer Stelle des Schnittes sehen, was mir in guten Präparaten nie vorgekommen ist. Auch gelingt solches nie, wenn man die Dotterelemente frisch mit oder ohne Zusatz indifferenter Flüssigkeiten untersucht. Vielmehr kann man sich dann klar überzeugen, dass die Körper mehr oder weniger deutlich kugel-, schlecht würfelförmig oder eiförmig sind. Eines der besten Objekte in dieser Hinsicht geben die großen Dotterkugeln in dem reifenden Ei der Salamandra maculata ab. Die Chromosmiumessigsäure, in der oben angegebenen Koncentration angewandt, ist dann vollends geeignet, uns über die Form der Dotterbestandtheile Aufschluss zu geben. Sie fixirt gut die peripheren Eischichten, worüber unten bei der Besprechung der Polkörperbildung Zeugnis abgelegt wird. In die centralen Dotterzonen gelangt das Fixirungsmittel jedoch in unzureichender Koncentration, und die Überosmiumsäure ist durch die peripheren Partien ganz verbraucht. An solchen Eiern erscheinen dann die Dotterelemente der Rindenzonen geradezu rund in allen Fällen, d. i. kugelförmig, wenn auch nicht immer exakt kreisrund; dies kann aber auch bei der häufig dichten Aneinanderlagerung und dem bei der Fixirung wohl unvermeidlichen Wasserverlust nicht verlangt werden. In den centralen Theilen der Schnitte solcher Eier, da also, wo die nach dem Centrum des Eies vordringende Säure in ihrer Wirkung abgeschwächt ist, findet man die Dotterbestandtheile mehr oval, auch wohl fast würfelförmig. Dann kann man zuweilen auch einen Zerfall der Dotterkugeln in wirkliche Plättchen wahrnehmen, wie es in Fig. 15 dargestellt ist. Da wo in solchen Eiern die Dotterkörner unter Zutritt der Überosmiumsäure nicht mehr gedunkelt erscheinen, gerade hier beginnen in solchen Fällen die nun meist eiförmigen Dotterkörner der Längsachse parallel kleine Risse zu bekommen, und dieser be-

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

ginnende künstliche Zerfall der Kugeln in Plättchen nimmt nach dem Centrum des Eies hin stetig zu. Nach alledem kann das normale Vorkommen von Dotterplättchen oder Täfelchen im Ei der Amphibien nicht angenommen werden, im Gegentheil muss behauptet werden, die normalen Dotterkugeln, welche, sobald sie aus ihrer natürlichen Lagerung entfernt werden, alle möglichen Übergangsformen von der Kugel- zur Ei- und zur Würfelform zeigen, können künstlich in Täfelchen zerfallen.

Bezüglich der Pigmentkörnchen bedarf es der Erwähnung, dass dieselben in den stark pigmentirten Eiern in geringer Menge durch den ganzen Eikörper hindurch sich finden. Bei den Anuren sind sie, wie die Elemente ja überhaupt, kleiner als bei den Urodelen.

Die schon von K. E. von Baer[1] gemachte Angabe, dass die Tubeneier der Batrachier des Keimbläschens entbehren, erweiterte Newport[2] in seinen ausgedehnten Forschungen in so fern, als er konstatirte, dass schon in den Eiern von Rana und Bufo kurz vor ihrem Austritt aus dem Ovarium das Keimbläschen nicht mehr aufzufinden war. Auch van Bambeke[3] und Goette[4] beobachteten das schon im Eierstocke vor sich gehende Verschwinden des Keimbläschens, ersterer bei Pelobates, letzterer bei Bombinator. O. Hertwig[5] vermisste das Keimbläschen an Bauchhöhleneiern der Rana fusca.

Die genannten Autoren stimmen darin überein, dass das an die Eiperipherie unter den schwarzen Pol verlagerte Keimbläschen in stetiger Zunahme schrumpft, und dass hierbei die Membran zahlreiche Buckel und Vorsprünge erzeugt. Nach Goette tritt bei dieser Schrumpfung aus dem Keimbläschen in dessen Umgebung Flüssigkeit aus, so dass der mehr und mehr schrumpfende Rest des Keimbläschens in einer von Flüssigkeit erfüllten Höhle gelegen ist. Indem dann das Keimbläschen noch weiter zurückgebildet wird, bricht die dasselbe umgebende Flüssigkeit nach dem stärker pigmentirten Felde durch und erzeugt so hier einen gelben Fleck. Diesem Befunde gegenüber halten van Bambeke und O. Hertwig den sich bei der Härtung der Eier um das Keimbläschen bildenden Hohlraum für ein Kunstprodukt. Hertwig stützte diese seine Auffassung durch die That-

[1] Carolus Ernestus a Baer de ovi mammalium et hominis genesi 1827. p. 28.

[2] Newport, On the impregnation of the ovum in the Amphibia. Phil. Transact. 1851. p. 177 und 178.

[3] van Bambeke, Recherches sur le développement du pélobate brun. p. 10.

[4] Goette, l. c. p. 20 und 21.

[5] O. Hertwig, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung u. Theilung des thierischen Eies. Morphol. Jahrb. Bd. III. p. 41.

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

sache, dass der Hohlraum sich dann nicht ausbilde, wenn man die Erhärtung der Eier in einem Gemisch von Wasser und Alkohol vornähme, dessen Koncentration man allmählich verstärke. Doch sagt auch Hertwig[1], dass man aus der wellenförmigen Kontour des Keimbläschens schließen könne, dass dasselbe »gegen früher an Umfang durch Austritt von Kernsaft verloren hat«.

Mit dem Wunsche, diese Frage zum Ende zu führen, behandelte ich zahlreiche Eier vieler Amphibien mit den angegebenen Säuremischungen und gelangte zu der Überzeugung, dass thatsächlich in der Umgebung des schrumpfenden Keimbläschens im reifenden Ei eine Flüssigkeitsansammlung eintritt, und zwar derart, dass mit der regressiven Metamorphose des Keimbläschens die Menge der dasselbe umgebenden Flüssigkeit wächst. Je mehr die Reife des Eies sich nähert, um so größere Mengen einer feinkörnigen Masse findet man an gut konservirten Schnittpräparaten in der Umgebung des Keimbläschens. Hiervon kann man sich auch leidlich durch die Präparation der gehärteten Eier unter der Lupe überzeugen. Je größer die Menge dieser nach außen gegen den Dotter scharf abgegrenzten Masse, um so stärker ist die Schrumpfung des Keimbläschens. Dass diese feinkörnige, bei stärkster Vergrößerung manchmal feinfaserige Substanz ein aus einer Flüssigkeit ausgefällter reichlicher Niederschlag und nicht in natura vorhanden ist, dafür sprechen die mannigfachsten Umstände. Abgesehen davon, dass die Substanz ihrem Aussehen nach gleich an Gerinnsel erinnert und gleichartige Bilder in natürlichem Zustande kaum vorkommen dürften, glaube ich unten zeigen zu können, dass diese nämliche Masse sich innerhalb des fixirten Eies bis zu dem Augenblick verfolgen lässt, wo das flüssige Perivitellin ausgeschieden wird, welches unter dem Einflusse von Reagentien sich in eine gleiche feinkörnige Masse zweifellos umwandelt.

Da nun der in Rede stehende Niederschlag meistens, doch nicht immer, einen geringeren Raum einnimmt, als es die Flüssigkeit that, in welcher er erzeugt ist, so ist das Zustandekommen eines allerdings häufig vorhandenen Hohlraumes um das Keimbläschen erklärlich. Auch lässt sich wohl nicht in Abrede stellen, dass der Hohlraum zum Theil durch die Volumreduktion des Keimbläschens zu Stande kommt, welche sich bei der Fixirung nothwendigerweise ausbilden dürfte, da der Kernsaft innerhalb des Keimbläschens ebenfalls gerinnt. So muss ich bezüglich der Flüssigkeitsansammlung Goette, mit Bezug auf den Hohlraum, der als Kunstprodukt aufzufassen ist, van Bambeke und Hertwig beistimmen.

[1] O. Hertwig, l. c. p. 39.

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

Schließen wir gleich die Frage nach der Herkunft der Flüssigkeit an, so liegen wohl zwei Möglichkeiten vor. Entweder nimmt die Eizelle von außen die Flüssigkeit auf, und diese sammelt sich um das zugleich schrumpfende Keimbläschen an, oder die Flüssigkeit stammt aus dem Keimbläschen, ist ausgetretener Kernsaft, wie Goette angiebt. So wenig Anhaltspunkte ich für die erstere Auffassung finden kann, um so mehr ergeben sich gewiss für die letztere:

1) die Menge der Flüssigkeit wächst unter zunehmender Schrumpfung des Keimbläschens;

2) sie ist nach außen gegen den Eikörper scharf begrenzt, und dieser zeigt keine Veränderungen seiner Masse, was doch wohl, wenn die Flüssigkeit von außen hereinträte, der Fall sein müsste;

3) innerhalb des schrumpfenden Keimbläschens geht, wie wir unten sehen werden, eine Auflösung der Keimkörperchen vor sich, die zur Vermehrung des Kernsaftes führen dürfte. Das Keimbläschen schrumpft aber nichtsdestoweniger weiter;

4) gegen Reagentien und Farbstoffe verhalten sich Kernsaft und die umgebende Flüssigkeit gleich.

Demnach trage ich kein Bedenken anzunehmen, dass mit der Reifung des Eies das Keimbläschen sich in zwei Substanzen sondert, derart, dass die Membran desselben zurückgebildet wird, und dass dabei Kernsaft in zunehmender Menge austritt, der sich um das Keimbläschen in einem gegen den Dotter abgegrenzten Raum ansammelt. Derselbe Raum wird ursprünglich ganz von dem noch unveränderten Keimbläschen ausgefüllt und ist selbstverständlich kein »Hohlraum«.

Gehen wir näher auf das Verhalten der einzelnen Theile des Keimbläschens im reifenden Ei ein.

Die Membran bietet mannigfache, zum Theil schon erwähnte Eigenthümlichkeiten. In den Augusteiern der Rana fusca beginnt die dunklere Pigmentirung der einen Hälfte des Eies aufzutreten, und zugleich giebt das Keimbläschen seine centrale Lage auf. Bei vorsichtiger Präparation gelingt es, das Keimbläschen im frischen Zustande so zu sagen unversehrt zu untersuchen. Hat man ein Ei in indifferenter Flüssigkeit auf dem Objektträger isolirt, so tritt alsbald, wenn unter der Lupe mit der Nadel ein kleiner Riss in das dunkle Feld gemacht ist, das Keimbläschen aus. Man untersucht dann schnell ohne ein Deckglas aufzulegen und erhält ein schönes Bild von der auf diesem frühen Stadium schon höckerigen Oberfläche. Die in den Furchen zwischen den Vorsprüngen angesammelten Dotterkörner bilden ein zierliches, dunkel erscheinendes Netz auf der Oberfläche des durchsichtigen Keim-

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

bläschens. Sehr bald jedoch fließt die netzförmige Zeichnung aus einander, indem das Untersuchungsmedium in das Keimbläschen eindringt und dieses aufbläht, wobei die Buckel der Außenfläche verstreichen. Schnitte solcher Eier geben uns Aufschluss über die schon eingetretene excentrische Lage des Keimbläschens, das, schon mit den Einbuchtungen versehen, noch überall von dem Dotter umgeben ist. Die Keimbläschen älterer Eier aus dem Winter werden frisch in gleicher Weise, wie die der jüngeren Eier, untersucht; in Schnittpräparaten (s. Fig. 17 und 21) sieht man die oben geschilderte Sonderung der Substanzen.

Die Beschaffenheit der Keimbläschenmembran, bei jüngeren und älteren Eiern schon von den verschiedensten Autoren erwähnt und abgebildet, ist hier in den Fig. 16, 18, 19, 20 und 21 zu erkennen. Die Vorsprünge erscheinen bald mehr flach, bald konisch und langspitzig, und ihre Form variirt auch je nach der Richtung des Schnittes. Manchmal (s. Fig. 21) verlängern sie sich in feine Ausläufer, welche den ganzen Flüssigkeitsraum durchziehen und mit einer diesen Raum nach außen begrenzenden, bisweilen membranartigen Schicht zusammenhängen. Fig. 16 soll die Vorsprünge, die hier breit und stumpf sind, von der Fläche gesehen aus einem gehärteten Präparat darstellen.

Der Inhalt des Keimbläschens besteht aus zwei Substanzen, aus Kernsaft und Keimkörperchen. Der frisch völlig homogen aussehende Kernsaft gerinnt feinkörnig und färbt sich dann mit Karmin und anderen Farbstoffen. In ihm eingebettet findet man die Keimkörperchen in unreifen Eiern bekanntlich der Innenfläche der Kernwand anhaftend, doch auch im Inneren des Kernes und dann meist von größerer Feinheit. Dass sie sich durch Theilung vermehren, kann keinem Zweifel unterliegen, denn nicht nur sind dieselben in ganz jungen Eiern größer und weniger zahlreich als in etwas älteren noch durchsichtigen Eiern, sondern die größeren Keimkörperchen weisen durch Einschnürung und Zerklüftung auf eine Vermehrung durch Theilung hin. Auch kann man Gruppen kleinerer Keimkörperchen manchmal so dicht zusammengelagert finden, wie Furchungskugeln auf weit vorgeschrittenem Stadium. Dieser Vorgang kann uns nicht wunderbar sein, da ein Zerfall von Nucleolen vielfach erwiesen ist, von Nussbaum [1] z. B. auch im jungen Ei von Gadus lota, wo die Entstehung vieler kleiner Keimkörperchen durch Abtrennung von dem primären einzigen großen Keimkörperchen gezeigt wurde. Ob die Theilung eine solche ist, deren Theilprodukte von Neuem wachsen, um, sich wieder theilend, neue Generationen zu erzeugen, kann ich zwar nicht entscheiden, doch

[1] Nussbaum, l. c. p. 79.

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

kaum annehmen. Vielmehr möchte ich die Theilung auch bei diesen jungen Eiern für ein Lösungsphänomen halten, wie dies bei der Reifung des Eies thatsächlich eintritt.

Die Keimkörperchen in den reifenden Eiern der Rana fusca kommen frisch am besten in der Weise zur Untersuchung, dass man das ganz frisch isolirte Keimbläschen womöglich ohne Zusatz und ohne Deckglas bei starker Vergrößerung betrachtet. Bei schneller Manipulation ist man auf diese Weise sicher, normal aussehende Keimkörperchen vor sich zu haben; sie lagern noch im Kernsaft. Immer sind eine große Menge im Centrum des Keimbläschens angehäuft, wie dies schon Hertwig [1] als bezeichnend für die reifenden Eier angab. Im ganz frischen Zustande erscheinen diese unregelmäßig begrenzten, häufig gelappten — amöboide Bewegungen habe ich nicht direkt beobachtet —, eingeschnürten und gefurchten Keimkörperchen, deren größter Durchmesser bis zu 20 μ geht, völlig homogen. Es muss diese Homogeneität der Keimkörperchen als der natürliche Zustand derselben angesprochen werden auf Grund von Untersuchungen an einer großen Menge ganz frischer Keimbläschen. Sehr häufig nimmt man jedoch auch das an den Keimkörperchen wahr, was man eine Vacuole zu nennen sich gewöhnt hat. Selbst in Schnittpräparaten, die mit den »besten« Fixirungsmitteln gewonnen sind, finden sich in den größten und kleineren Keimkörperchen diese Vacuolen regelmäßig in wechselnder Menge. Trotzdem muss ich auf Grund der obigen Angaben die sogenannte Vacuolenbildung in den Keimkörperchen für einen unnatürlichen Zustand erklären, doch gilt dies natürlich nur für die hier in Betracht kommenden Amphibien. Wie sehr bei langdauernder Einwirkung der 0,5 %igen Kochsalzlösung die Vacuolenbildung zunimmt, kann man beobachten, wenn man im Verlauf von mehreren Stunden bei häufiger erneutem Zusatz von Flüssigkeit zu dem Präparat dieses in Zwischenräumen zeichnet. In Fig. 26 sind Keimkörperchen dargestellt, in welchen im Verlauf von sechs Stunden die Vacuolenbildung stetig zunahm, die kleineren verschmolzen zu größeren, bis schließlich in Fig. 26 *e* das Keimkörperchen wie ein von einer Membran umgebenes Bläschen erschien. Solche Bilder hat wohl auch Vogt [2] gesehen, wenn er die Keimflecke der reifenden Eier, die er in Wasser untersuchte, als hohle, von einer sehr dünnen strukturlosen Membran gebildete Blasen schildert.

Wir kommen zu der Anordnung der einzelnen Theile innerhalb des Keimbläschens, wie sie sich aus Dauerpräparaten ergiebt, wobei ich auf die Fig. 18, 19, 20, 22 und 23 verweise.

[1] O. Hertwig, l. c. p. 40 und Taf. IV, Fig. 13.

[2] C. Vogt, l. c. p. 4.

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

Zunächst fällt, abgesehen von den besprochenen Vorsprüngen der Membran, eine eigenthümliche Vertheilung der Keimkörperchen auf. Eine gewisse Menge derselben liegt peripherisch der Wand an, und speciell in den Vorsprüngen trifft man oft größere Mengen (Fig. 18), bald mehr vereinzelte (vgl. auch Fig. 16). Hier liegt also dieselbe Erscheinung vor, welche auch an unreifen Eiern zur Beobachtung kommt. In dem Stadium der Fig. 18, welches als ein den in Fig. 19 und 20 wiedergegebenen vorhergehendes zu betrachten ist, hatten die peripheren Keimkörperchen genau dieselbe Tinktionsfähigkeit, wie die centralen. Später jedoch, wenn die Zahl der wandständigen Keimkörperchen in Abnahme ist (Fig. 19), färben sich dieselben im Gegensatz zu den inneren auffallend schwach. Die Mehrzahl der Keimkörperchen ist in dem centralen Theil des Keimbläschens angehäuft, doch sind dieselben hier nicht gleichmäßig vertheilt, sondern sie lassen noch ein helles Centrum frei, erscheinen somit auf dem Durchschnitt in Form eines breiten Ringes angeordnet, dessen Mitte in Fig. 18 aus dem Juniovarium des Triton cristatus von einer Unzahl kleinster Keimkörperchen eingenommen wird; so offenbart sich auch hier das schon bei unreifen Keimbläschen wahrnehmbare Gesetz, dass die größten Keimkörperchen peripher, die kleinsten central liegen.

Innerhalb der mittleren Anhäufung nun treffen wir auf die interessantesten Vorgänge. Das Centrum derselben wird, wie erwähnt, in Fig. 18 von einer großen Zahl kleinster Körperchen eingenommen. Von einem Kerngerüst ist in diesen Keimbläschen nichts wahrzunehmen. Auch die Chromessigsäure, die gewiss ein gutes Mittel zur Darstellung von Kernstrukturen bildet, versagt hier, wie alle anderen angewandten Mittel, so dass ich zu dem Schlusse berechtigt bin, welcher durch die Untersuchung frischer Keimbläschen nur gestützt wird, dass dem Keimbläschen der reifenden Amphibieneier das Gerüst, welches wir sonst an ruhenden Kernen wahrnehmen, fehlt; es besteht das Keimbläschen nur aus Membran, Kernsaft und Keimkörperchen. Auch Hertwig[1], der in mittelgroßen Eiern von Rana fusca ein Kerngerüst sah, konnte ein Fadennetz in dem reifenden Ei des Frosches nicht nachweisen, möchte dies allerdings »auf Rechnung des Alkohols setzen, durch welchen eine mehr gleichmäßige Gerinnung des gesammten Inhaltes vom Keimbläschen herbeigeführt wird«. Mit der Thatsache, dass das in jüngeren Eiern vorhandene Kerngerüst in älteren fehlt, stimmen andere Beobachter überein, so E. van Beneden[2], welcher im Ei von Asteracanthion rubens bei dem central gelegenen Keimbläschen ein deutliches Gerüst

[1] O. Hertwig, l. c. p. 40.

[2] E. van Beneden, Contributions à l'histoire de la vésicule germinative etc.

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

erkannte, das sich in dem später excentrisch liegenden Kern auf keine Weise mehr darstellen ließ.

Die unmessbar feinen, die Mitte des centralen Haufens erfüllenden Körperchen, die ich, da man

1) häufig alle Übergänge findet von der Größe der stattlichen Keimkörperchen bis zu den kleinsten (s. Fig. 23),
2) auch die Auflösung der großen Keimkörperchen in viele kleine beobachtet und da
3) die kleinen Körperchen in dem Maße zunehmen, als die größeren abnehmen,

für Zerfallprodukte der großen Keimkörperchen zu halten geneigt bin, findet man auf weiterem Stadium (s. Fig. 23) in gewundene Fadenstücke gruppirt. Man überzeugt sich, dass die Körnchen, die ich jetzt wohl Mikrosomen[1] nennen darf, allmählich zur Erzeugung eines Fadenknäuels zusammentreten, der also nicht aus einem präformirten Kerngerüst entsteht, sondern sich direkt aus den winzigen Keimkörperchen herausbildet. Eine Unterscheidung von Nucleohyaloplasma und Nucleomicrosomata (Strasburger) wollte hier nicht gelingen.

Aus den Anfangs getrennten Fadenstücken entwickelt sich weiterhin ein im Verhältnis zur Größe des Kernes auffallend kleiner Fadenknäuel, der also umgeben ist von einer breiten Zone großer Keimkörperchen; diese haben mithin keinen Theil an der Bildung des Knäuels. Bei Rana fusca fand ich bis jetzt immer nur den feinfadigen Knäuel, und war, da ich bei Tritonen (Fig. 20) die Fäden in der ersten Zeit meiner Untersuchung dicker und spärlicher fand, zu der Annahme geneigt, dass in allen Stadien für Rana die feinen Fäden, für Triton die gröberen bezeichnend seien. Jedoch halte ich es nunmehr an der Hand der Fig. 22, die von Triton cristatus stammt und sehr feine Fadenschlingen zeigt, für sehr wahrscheinlich, dass auch hier, wie anderwärts, aus dem feinfadigen Knäuel ein grobfadiger lockerer hervorgeht. Fig. 22 soll noch das Verhalten der Kernsubstanzen gegen Karmin illustriren. Der Kernsaft, in dessen nicht ausgedrückte feinkörnige Gerinnung häufig feine intensiver gefärbte Keimkörperchen eingelagert sind (vgl. auch Fig. 19, wo der Kernsaft homogen gehalten ist), färbt sich stark rosa, intensiv roth die Substanz der Keimkörperchen, jedoch machen von dieser starken Färbung diejenigen kleineren

[1] Es könnten allerdings auch die Mikrosomen sich im Kernsaft oder sonst erst bilden; man muss dies im Einverständnis mit Strasburger z. B. auch für möglich halten. Dann könnte es der Fall sein, dass die wichtigen Substanzen des Kernes vor der Theilung hier den flüssigen Aggregatzustand durchmachen.

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

Körperchen eine Ausnahme, welche zwischen die Fadenschlingen eingelagert sind. Diese färben sich auffallend wenig; ich glaube dies aber nicht in der Weise auslegen zu müssen, dass wegen der geringeren Färbbarkeit dieser Körperchen dieselben als chemisch verschieden zu betrachten seien von den großen Keimkörperchen. Die kleineren können auch, als solche die der Auflösung nahe stehen, weniger kompakt sein, als die größeren.

In Fig. 20 findet sich ein Kern, in dessen Kernsaft sich eine Anzahl in dem ganzen Raum zwischen peripheren und centralen Keimkörperchen vorhandener Bildungen zeigen, die wie verschwommene Flecken erscheinen und meist an ihrer Peripherie angehäufte kleine Körperchen enthalten. Diese Gebilde färben sich intensiver, als der Kernsaft, und nicht so intensiv, wie die großen Körperchen; ich glaube nicht zu irren, wenn ich sie als Keimkörperchen deute, die aus einem festeren Zustand in flüssigen übergehen. Da die Erscheinung an in gleicher Weise behandelten Eiern bald auftritt, bald nicht zu erkennen ist, so kann ich nicht glauben, dass es sich um irgend ein unnatürliches Bild, etwa um eine ungleichmäßige Gerinnung des Kernsaftes handelt.

Die Thatsache, dass neben dem aus der Kernsubstanz entstandenen Fadenknäuel noch unversehrte Nucleolen — denn ich sehe keinen Grund die Keimkörperchen nicht auch als Nucleolen zu bezeichnen — neben den Fadenschlingen liegen, die sich fern von dem schon fertigen Knäuel auflösen, dürfte im Thierreich in gleich klarer Weise nicht bekannt sein. In pflanzlichen Zellen hat Strasburger[1] bei der Theilung der Kerne in dem protoplasmatischen Wandbeleg des Embryosacks von Fritillaria imperialis nachgewiesen, dass Nucleolen sich noch im ausgebildeten Knäuelstadium direkt im Kernsaft auflösen, ohne dass ihre Substanz sichtbar in die Fadenfigur aufgenommen wird.

Noch unmittelbar vor der Begattung trifft man das Keimbläschen in der geschilderten Beschaffenheit. Die Flüssigkeit, welche sich Anfangs stets an der der Eiperipherie zugewandten Fläche anzusammeln scheint, später aber das sich immer noch verkleinernde Keimbläschen allseitig umgiebt, ist noch gegen den Dotter scharf abgegrenzt. Sogar in Ovarien von Bufonen, die mit aufsitzendem Männchen gefangen wurden, konnte das Keimbläschen und das umgebende Gerinnsel an erhärteten Objekten noch konstatirt werden. Häufig jedoch fand ich auch bei schon in der Begattung gefangenen Bufonen, dass die noch nicht vom Stocke getrennten Eier den Kern nicht in der sonst so deutlichen

[1] Strasburger, Die Kontroversen der indirekten Kerntheilung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIII. p. 251.

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

Weise erkennen ließen, was mit der Beobachtung Newport's übereinstimmt. So liegt der Schluss nahe, dass — vorab bei Bufo vulgaris — das Keimbläschen und der es umgebende Kernsaft während der Begattung ihre Stelle verlassen und für das nur mit der Lupe bewaffnete Auge verschwinden. Es ist möglich, dass eine erhöhte Wärmeproduktion während der Umarmung in dem Eierstock die im Vergleich gegen früher rapiden Veränderungen hervorruft. Die Membran des Kernes wird gelöst, denn man findet auf lückenlosen Serien keine Spur von ihr; der vorher vielleicht zähflüssigere Kernsaft würde sich verflüssigen und kann sich so im Dotter vertheilen. Auch die Keimkörperchen werden ziemlich plötzlich gelöst, worüber das Nähere bei der Besprechung des reifen Eies. Nur derjenige minimale Theil des weiblichen Kernes, welcher vorher das Centrum des Kernes als winziger Knäuel einnahm, rückt hart unter die Oberfläche des Eies an die Stelle, wo die Pigmentrinde nunmehr verdünnt wird und als Fovea germinativa differenzirt ist.

Die letzten Angaben bedürfen zum Theil noch weiterer Untersuchungen, und ich bin weit entfernt davon, die Unvollständigkeit des Beobachteten zu verkennen; dieselbe ist größtentheils dadurch begründet, dass, wie schon O. Hertwig hervorhob, das »Verschwinden« des Keimbläschens sehr schnell vorübergehen muss. So kann ich mich für jetzt auch nicht gegen die Möglichkeit des Emporrückens des Kernes an die Oberfläche aussprechen, wie dasselbe von Hertwig[1] beschrieben und abgebildet ist. Hertwig zeichnet das Keimbläschen von einem Ei der Rana fusca kurz vor seinem Übertritt in die Bauchhöhle scharf nach außen gegen den Dotter begrenzt in oberflächlicher Lage unter dem dunklen Pol des Eies, ohne dass sich der Austritt von Kernsaft aus dem Kern des Eies bemerkbar macht. Dieser kann hier schon im Dotter vertheilt gewesen sein.

Für jetzt kann ich nur noch den Befund schildern, der sich bei zahlreichen Eierstockseiern von einer Bufo vulgaris ergeben hat, der das Männchen aufgesessen war (s. Fig. 24). Die Pigmentrinde ist an einer Stelle aufgelockert; in einer linsenförmigen pigmentarmen Stelle liegt ein im Verhältnis zur Größe des früheren Kernes außerordentlich kleines Gebilde, das im Ganzen roth gefärbt bei starker Vergrößerung deutlich einige Fäden und intensiv rothe Körnchen erkennen lässt. Es ist im Verhältnis zur Vergrößerung des Eies noch zu groß ausgefallen. Das Pigment verlängert sich in einen auf dem dünnen Schnitt nur schwach sichtbar gegen das Innere des Eies gerichteten Zapfen: eine

[1] O. Hertwig, l. c. Taf. IV, Fig. 7.

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

Andeutung der »figure claviforme« van Bambeke's[1]. van Bambeke wies bekanntlich an reifen Eiern einen von der Eiperipherie nach innen gehenden Pigmentstrang nach, der an seinem centralen Ende eine Anschwellung zeigte. Diese deutete er als die Stelle, an welcher das Keimbläschen vordem gelegen war, den Strang selbst aber als den Weg, auf welchem Keimbläschensubstanzen an die Oberfläche gelangten. Den ganzen pigmentirten Strang nannte der belgische Forscher figure claviforme.

Vergebens habe ich in lückenlosen Serien solcher Eier die Reste der Kernmembran gesucht. Das kleine eiförmige Körperchen wird konstant an derselben Stelle gefunden; es ist die Stelle, in deren nächster Nähe das Keimbläschen so zu sagen verschwand. Auch jetzt schon darf angenommen werden, dass dieses Körperchen die sogenannte Richtungsspindel ist, d. h. der minimale bedeutungsvolle Rest des Keimbläschens. Wir werden sehen, dass dieses Körperchen bei den Urodelen viel stattlichere Entwicklung zeigt, und dass es hier die Polkörper ausstößt.

4. Das reife Ei in der Mutter.

Da die Kleinheit des Keimbläschenrestes, d. h. der Richtungsspindel, bei den Anuren nicht gerade zum Studium verlockt und sich bald herausstellte, dass die Urodelen, wie sonst, so auch hier, angenehmere Objekte sind, beschränkte ich mich auf die letzteren. Von Siredon, dem histologischen Schatzkind, sind Tubeneier nicht wohl zu erhalten.

Nur spärlich war bisher die Ausbeute, doch zeigt Fig. 27, in welcher zwei auf einander folgende Schnittstücke aus einem Tubenei des Triton taeniatus dargestellt sind, immerhin, dass hier um einen noch mit einer Membran bekleideten, wie es scheint nicht mustergültig fixirten Rest des Keimbläschens an zwei polaren Enden je eine Strahlenfigur vorhanden war. Das Ganze lag mehr central im Dotter und nicht so nahe unter der Dotterhaut, wie es nach den Befunden aus dem Eierstock der Bufo vulgaris zu erwarten stand. Dieses Stadium dürfte ein dem von Bufo in Fig. 24 abgebildeten vorhergehendes sein. Danach scheint es, als ob in dem Augenblick, wo das Ei der Tritonen den Eierstock verlässt, noch mehr Spuren von dem Keimbläschen in diesem vorhanden sind, als bei den Anuren. Bei weiteren Studien wird auch auf die Gegend der Tuba zu achten sein, der das Ei entnommen wird. —

Der während des Reifens aus dem Kern ausgetretene Kernsaft resp. dessen Gerinnsel lässt sich in Tubeneiern noch deutlich nachweisen.

[1] Ch. van Bambeke, Recherches sur l'embryologie des Batraciens. Bull. de l'Acad. royale d. Belgique. t. LXI.

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

Gegen den Dotter ist der im Eikörper vertheilte Kernsaft nicht mehr, wie vordem, scharf abgegrenzt. Doch die Dotterkugeln sind in größerer Ausdehnung viel lockerer angeordnet, als vorher, und zwischen ihnen ist feinkörniges Gerinnsel aufgetreten, besonders im Bereich der dunklen Eihälfte. Dies färbt sich mit Farbstoffen in derselben Weise, wie der vorher das schrumpfende Keimbläschen einschließende Kernsaft. Bei Betrachtung mit homogener Immersion finden sich in ihm oft sehr intensiv mit Karmin gefärbte, kleine kreisrunde Chromatinkörperchen, offenbar die Reste der nicht völlig gelösten Keimkörperchen. Andererseits erhält man Bilder, welche ich nur als noch in Lösung stehende größere Keimkörperchen betrachten kann, die bei dem Schwunde der Kernmembran in den Dotter gelangt sind. Man erkennt zwischen den kleineren aufgelockerten Dotterkörnchen des dunklen Poles[1] ganz ähnliche ziemlich scharf umschriebene Flecken von färbbarer Substanz, wie sie in Fig. 20 in dem Centrum des Keimbläschens sich fanden. Auch hier kann ich diese auffallenden Körper, die sich an eben so behandelten Eierstockseiern im Eikörper nie darbieten, nur als in Auflösung begriffene Nucleolen deuten. Nicht immer ist der Kernsaft diffus zwischen den Dotterkörnern vertheilt, in manchen Fällen stößt man auch auf größere Mengen des Gerinnsels, die nach außen allmählich sich mit dem Dotter vermischen.

Neben diesen in den Eikörper übergegangenen Resten des Keimbläschens enthalten nun aber die Tubeneier noch einen anderen Rest des Kernes; das ist derjenige Theil, welchen wir mit größter Wahrscheinlichkeit als den kleinen umgewandelten Knäuel des Eierstockseies ansprechen können. Nunmehr tritt er in Form des Sternes oder der Kernplatte auf. Fig. 28 *a* und *b* entstammt zwei auf einander folgenden Schnitten durch Tubeneier des Triton cristatus. Hart an der Peripherie des Eies liegt ein membranloses, eiförmiges Gebilde. Es besteht aus tingirtem Kernsaft und Chromatinfäden. Die Längsachse ist der Dotteroberfläche parallel gerichtet, eben so die nunmehr in Form einer Kernplatte angeordnete chromatische Substanz. Eine Spaltung der Fäden ist schon eingetreten; je ein peripheres Paar liegt in der Richtung der Tangente des Eies. In dem Centrum der Spindel haben aber, wie dies an mehreren Präparaten sichtbar war, die Fäden eine senkrecht zur Oberfläche verlaufende Richtung, ohne dass sie, wie es scheint, mit den peripheren Fäden zusammenhängen. Achromatische Fäden sind nicht fixirt, doch hoffe ich bei dem Gebrauch der Chrom-

[1] Die hellgrünen schönen Eier des Triton cristatus besitzen bekanntlich auch ein dunkles und ein helles Feld, doch ist der Unterschied in der Färbung nicht sehr augenfällig.

essigsäure Flemming's auf bessere Resultate über die Struktur dieser wichtigen Körperchen.

5. Das reife abgelegte Ei.

a) Das unbefruchtete Ei.

Die Hüllen, welche die Eier in den Tuben erhalten, finden weiter unten bei der Frage von der Drehung des Froscheies ihre Besprechung. In erster Linie kommen die auf der Oberfläche wahrnehmbaren Strukturen, dann die Schnittbilder in Betracht.

Bekanntlich haben die frisch gelegten Eier der Anuren sowohl als der Urodelen auf dem dunklen Felde eine hellere Stelle, die von Prévost und Dumas zuerst gesehene sogenannte Cicatricula, welche von Baer[1] Keimpunkt, mein Vater[2] Fovea germinativa genannt hat. Dieser helle Fleck ist bei den Eiern vieler Amphibien, z. B. bei Rana esculenta, Siredon pisciformis und Triton alpestris sehr ausgedehnt, indem er bis $^1/_6$ der ganzen Eioberfläche einnehmen kann. Er wird also mit freiem Auge leicht erkannt. Anders verhalten sich jedoch die stark pigmentirten Eier, z. B. die der Rana fusca und des Bufo vulgaris, wo die Fovea germinativa nur mit Hilfe der Lupe als ein kleiner, ziemlich scharf begrenzter Fleck erkennbar wird. Dasselbe ist nach van Bambeke bei Pelobates der Fall. Im Ei des Siredon findet sich dann innerhalb des hier so großen hellen Fleckes erst noch ein kleinerer. Er ist scharf umschrieben und reiner weiß als seine Umgebung. Seine Größe ist immer noch beträchtlicher, als die der kleinen Fovea bei Rana fusca. Bei den Axolotleiern liegt der schneeweiße Fleck, der schon von van Bambeke[3] abgebildet ist, meist in der Mitte der großen hellen Stelle, doch kann er auch ganz excentrisch auftreten. Ein winzig kleiner schwarzer Punkt tritt bei Lupenbetrachtung in seiner Mitte auf, der sich auch in van Bambeke's Abbildung findet[4]. Schnitte lehren, dass dieses mit der Lupe sichtbare Pünktchen die Stelle der Richtungsspindel bezeichnet. Nach der Befruchtung verschwindet es, wie auch schon van Bambeke erwähnte. — Präparirt man von unbefruchteten Siredoneiern, welche in Chromessigsäure fixirt und ausge-

[1] K. E. von Baer, Die Metamorphose des Eies der Batrachier etc. J. Müller's Archiv. 1834. p. 485.

[2] Max Schultze, Observationes nonnullae de ovorum ranarum segmentatione. p. 14.

[3] Ch. van Bambeke, Sur les trous vitellins etc. Bull. d. l'Acad. royale de Belgique. t. XXX. 1870. Fig. 4.

[4] In seinen Recherches etc. beschreibt van Bambeke genau die Einzelheiten der Fovea bei dem Axolotl. p. 12, Anmerkung.

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

wässert sind, die Dotterhaut ab, so fällt manchmal ein kleiner weißer Körper von der Fovea ab, das ist ein Polkörper.

Sind die in Chromosmiumessigsäure und Wasser gelegenen Eier in Alkohohl von 50% gebracht, dann erscheint plötzlich, meist schon nach wenigen Sekunden, ein Theil der vorher ganz dunklen Dotteroberfläche weiß. Die Ursache dieses Schauspiels, das besonders bei Konservirung von Furchungsstadien reizende Bilder gewährt, indem hier allenthalben die Furchen plötzlich weiß erscheinen, ist die Gerinnung des Perivitellins.

Die Beobachtung unbefruchteter Eier von Rana fusca, die natürlich, wie bei Siredon, nach möglichster Entfernung der Hüllen geschehen muss, ermöglicht bei starker Lupenvergrößerung nach mehrstündigem Liegen der Eier in Wasser ebenfalls das Erkennen eines kleinen weißen Pünktchens, das der Fovea meist aufliegt, anderenfalls seitwärts sichtbar wird. Auch dies ist ein Polkörper; seiner außerordentlichen Kleinheit wegen bedient man sich zur ersten Erkennung am besten des Mikroskops mit schwachem Objektiv und untersucht bei auffallendem Sonnenlicht.

Was lehren die Schnittbilder über die Beschaffenheit der Fovea?

Schon von Baer[1] zweifelte nicht, dass sie »eine Spur von dem Hervordrängen und Schwinden des Keimbläschens« sei.

Nach Goette[2] kommt sie dadurch zu Stande, dass die Flüssigkeit, welche vordem um das Keimbläschen angehäuft war, unter die pigmentirte Oberfläche des Eies durchbricht.

Hertwig[3] unterscheidet bei Rana esculenta einen gelben Fleck in den fast reifen Eierstockseiern, welcher durch das unter die Oberfläche emporgestiegene Keimbläschen bedingt ist, von der Fovea. Diese deutet Hertwig[4] in anderer Weise auf Grund der Untersuchung von Schnittpräparaten befruchteter Eier von Rana fusca. Er fand nämlich, dass dem oberen Pol eine feinkörnige Substanzlage schleierförmig aufgelagert war und betrachtete diese, die schon van Bambeke[5] an Axolotleiern beschrieben hatte, als die Ursache der Fovea.

Dass die oberflächliche Lage des Keimbläschens im Eierstock der Rana esculenta, wenn ich dieselbe auch bis jetzt nicht in der Weise beobachten konnte, wie Hertwig dieselbe abbildet, schon den Grund

[1] K. E. v. Baer, Entwicklungsgeschichte. 1837. p. 283.
[2] Goette, l. c.
[3] O. Hertwig, l. c. p. 41.
[4] O. Hertwig, l. c. p. 46.
[5] van Bambeke, Recherches sur l'embryologie des Batraciens.

der Fovea abgiebt, davon habe ich mich an demselben Objekte überzeugt. Das Keimbläschen verdrängt das Pigment seitwärts und schimmert schon in fast reifen Ovarialeiern durch. Im Eileiterei, wo das Keimbläschen nicht mehr den Grund für den hellen Fleck bilden kann, da es bis auf für diese Frage unwesentliche Reste verschwunden ist, bleibt das Pigment verdrängt, mehr oder weniger diffus vertheilter Kernsaft und körniger Dotter füllt nun die Stelle aus, und die Fovea besteht fort. Ihr Zustandekommen ist sonach durch die seitwärts verdrängten Pigmentkörnchen einfachst erklärt, und der Goette'schen Deutung stimme ich bei. Geringe Mengen von Pigmentkörnchen bleiben auch im Bereiche der Fovea liegen. In dem stark pigmentirten Ei der Rana fusca ist die Pigmentverlagerung eine geringere, oder vielmehr es ist so viel Pigment vorhanden, dass die eintretende Verlagerung bei Betrachtung der Oberfläche nur an einer ganz kleinen Stelle, da wo die Spindel liegt (s. u.), zur Anschauung kommt.

Das in Alkohol und Säuren, wie der Kernsaft, weiß gerinnende Perivitellin besteht aus feinkörniger, mit Karmin färbbarer Substanz. Da es in jeder Beziehung dasselbe Verhalten und Aussehen zeigt, wie der aus dem Keimbläschen ausgetretene Kernsaft, so drängt sich die Folgerung auf, dass der bei der Reifung des Eies aus dem schrumpfenden Keimbläschen eliminirte und um dieses angesammelte Saft, der sich an Eileitereiern manchmal (Triton cristatus) mit Chromatinkörnchen untermischt im Dotter zerstreut findet, als sogenanntes Perivitellin aus dem Ei austritt und zwischen Dotter und Dotterhaut abgelagert wird. Allerdings wird bei diesem Vorgang eine Vermischung des Kernsaftes mit dem Zellsaft stattgefunden haben; die Hauptmasse des Perivitellins jedoch auf Rechnung des nach der Auflösung der Kernmembran in so großer Menge im Eikörper vorhandenen Kernsaftes zu setzen, scheint mir eine erlaubte Annahme.

Das geronnene Perivitellin ist schon von van Bambeke (s. o.) auf den Eiern des Axolotls beschrieben und illustrirt. Auch deutete van Bambeke gewiss richtig dasselbe als ausgestoßene Theile des Keimbläschens.

Eben so hat Hertwig, welcher das Perivitellin auf Taf. V, Fig. 3—6 abbildet, hervorgehoben: »Die schleierförmig ausgebreitete Substanzlage gleicht nach ihrer Zusammensetzung in auffälliger Weise der körnigen Masse, in welche vor der Auflösung des Keimbläschens die Nucleoli eingebettet sind.« Dass diese Masse aber nicht den Grund für die Fovea abgeben kann, erhellt einmal daraus, dass diese schon im Eierstocksei vorhanden ist, wo das Perivitellin, das ist diese Masse, fehlt; ferner aber daraus, dass das am lebenden Ei durchsichtige Perivitellin nicht eine weiße Färbung des dunklen Poles bedingen kann.

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

Das Perivitellingerinnsel ist hier in Fig. 37, wo es stückweise an der Dotterhaut haftet, und in Fig. 29 abgebildet.

Die Polkörperbildung konnte an einer großen Anzahl der schönen Eier des Siredon auf Schnittserien beobachtet werden, wenn auch nicht in erschöpfendem Maße. Auch hier in der Hoffnung, baldigst mehr zu finden, wurde nur eine Auswahl unter den Präparaten getroffen (s. Fig. 30—38). Sie sind bei Zeiss'scher homogener Immersion 1/18 und dem Beleuchtungsapparat gezeichnet.

Zunächst ist es auffallend, dass die Bilder, die also alle von Schnitten unbefruchteter, mit Chromosmiumessigsäure fixirter Eier stammen, so verschiedene Stadien der Polkörperbildung demonstriren. Zur Erklärung dieser Thatsache kann ich jetzt nichts Bestimmtes anführen. Möglicherweise hat dieselbe ihren Grund darin, dass die Eier verschieden lange Zeit nach der Ablage im Wasser gelegen haben, und dass vielleicht nach dem Laichen der Eier die Polkörperbildung auch ohne erfolgte Befruchtung in gewissen Grenzen fortschreitet. Leider wurde bisher wenig darauf geachtet, wie lange nach der Eiablage die Eier im Wasser verweilten. Dass einzelne dieser Eier doch befruchtet gewesen sein könnten, glaube ich nicht, denn an den Serien war von der, resp. den an befruchteten Eiern so auffälligen Pigmentstraßen nichts wahrzunehmen; eine dieser Straßen wird ja wohl zweifellos durch das eindringende Spermatozoon normalerweise erzeugt.

In Fig. 29 ist ein ganzer Eidurchschnitt etwas schematisch dargestellt mit der unter der Oberfläche inmitten der pigmentfreien Stelle liegenden kleinen »Richtungsspindel«, die einen Polkörper abgegeben hat, eine Abbildung, welche das Größenverhältnis der Spindel zu dem Ei verdeutlichen soll. Die Spindel und der Polkörper sind jedoch halb so groß zu denken. Ein Theil des hier feinkörnigen Perivitellins ist ausgestoßen.

Fig. 30, 31 und 32 sind Spindelansichten aus Eiern, an welchen von einem ausgestoßenen Polkörper nichts zu finden war. Die Knäuelform, die wir im Centrum der reifenden Eier gesehen, dürfte an die Peripherie des Eies gerückt sein. Sie ist in das Stadium getreten, das wir nach Betrachtung der Polansichten (vgl. Fig. 32) mit Flemming als die für die thierischen Zellen typische Sternform bezeichnen dürfen. Die chromatische Substanz besteht aus Fäden, die zu der Deutung verleiten, dass sie sich aus aufgereihten Körnern zusammensetzen, ohne dass man hier etwas Sicheres darüber aussagen kann. Die achromatischen Fäden geben, wenn auch gut sichtbar, kein scharfes Bild bezüglich ihres Verhältnisses zu den Chromatinfäden in

diesen, wie in den darauf folgenden Stadien. Richtig angewandte Reagentien dürften auch hier bessere Resultate geben.

In vielen Fällen, und dies besonders deutlich in Fig. 31, ist die Spindel eingehüllt von Pigmentkörnchen. Es beweist dieses Schnittbild, dass der winzige schwarze Punkt, welcher an frischen Eiern im Centrum der Fovea erkennbar ist, auf zahlreiche Pigmentkörnchen zurückzuführen ist, die einen schwarzen Mantel um die Spindel bilden. Diese kann also so zu sagen am lebenden unbefruchteten Ei sichtbar sein. Dann wird uns auch die von mir hierdurch bestätigte Angabe van Bambeke's erklärlich sein, dass dieser schwarze Punkt nach der Befruchtung verschwindet, denn alsdann muss die Spindel centralwärts wandern, um sich, wie wir von O. Hertwig wissen, mit dem männlichen Vorkern zu kopuliren.

In den Fig. 30 und 31 ist die Spindel mit ihrer Längsachse parallel zur Oberfläche des Eies gelagert, sie steht kurz gesagt tangential und nicht radiär, wie man erwarten sollte.

Andere Eier, bei welchen ebenfalls ein ausgestoßener Polkörper vermisst wurde, zeigen aber anders gestellte Spindeln, z. B. Fig. 33. Wenn auch nicht genau radiär, so ist doch die Spindellängsachse hier annähernd senkrecht gegen die Oberfläche gerichtet.

Leider folgt nun eine Lücke in meinen Beobachtungen, da ich keine deutlichen Bilder über die Ausstoßung des ersten Polkörpers besitze. Eine ganze Anzahl von Serien zeigt vielmehr den einen Polkörper schon ausgestoßen. In Fig. 34 liegt derselbe in einer Schnittebene mit der schief gegen die Oberfläche stehenden Spindel, und letztere steht in dem Stadium der Sternform (die aber bei der Seitenansicht nicht zur Anschauung kommt). Der Polkörper liegt in einer Vertiefung der Oberfläche, die ich einstweilen durch Druck des Polkörpers auf den nachgiebigeren Dotter erkläre, da die meist in den Zeichnungen nicht berücksichtigte Dotterhaut ein Ausweichen des Polkörpers nach außen nicht gestattet, es sei denn, dass das Perivitellin in genügender Menge auch bei der Fixirung des Eies gerade an der betreffenden Stelle angesammelt ist. Dies scheint in Fig. 37 der Fall gewesen zu sein. Hier hat wohl der im Übrigen auffallend kleine erste Polkörper keine Delle in der Dotteroberfläche verursacht, weil die Dotterhaut durch Perivitellin abgehoben war.

Was die Struktur des ersten Polkörpers betrifft, so besteht er

1) aus chromatischer Substanz, die in verschiedenster Weise angeordnet ist: in Form eines zusammenhängenden Stranges (Fig. 34),

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

als Körner (Fig. 35), als schwach tingirbarer Stern (Fig. 36), als regellos vertheilte Fadenstücke (Fig. 38 *b*);

2) aus Dotterbestandtheilen; diese sind unregelmäßig vertheilt oder in Gestalt zweier getrennter Ballen (Fig. 34), ferner in doppelter Stabform vorhanden (Fig. 36);

3) aus schwach tingirter, wohl geronnener Masse, in welcher wenige Pigmentkörnchen verstreut sind.

Bisweilen scheint sich außen eine Art Membran, vielleicht nur eine dichter geronnene Schicht abzugrenzen.

Der mittlere Durchmesser des Polkörpers beträgt 17 μ. — Dass nach der Abtrennung des ersten Polkörpers noch ein zweiter eliminirt wird, geht aus den Fig. 37 und 38 hervor. In Fig. 37 bildet das Chromatin zwei nach den Polen der Spindel aus einander gerückte Schleifenpaare, eine Kernform, die wir nach Flemming als einen hier allerdings wenig schönen Dyaster ansprechen können. Fig. 38 *a* und *b* stammen von einem Ei, der Polkörper lag mehrere Schnitte von der Spindel entfernt, die im Augenblick der Abtrennung eines zweiten Polkörpers genau radiär orientirt ist. — Das Durchschnittsmaß der Spindel bei Siredon ist 32 : 25 μ.

Präparate, welche von unbefruchteten Eiern stammen und zwei ausgestoßene Polkörper zeigen, fehlen mir ganz; eben so wenig konnte ich durch Oberflächenbetrachtung des frischen Eies die Zweizahl der Polkörper bei Siredon feststellen.

Aus dem geschilderten Verhalten geht mit Sicherheit hervor: Die kurz vor der Polkörperbildung tangential stehende Spindel steht während der Ablösung der Polkörper radiär; die Spindel dreht sich aus der tangentialen Stellung in die radiäre, und so ist es ermöglicht, dass die Theilung in einer auf der Längsachse der Spindel senkrecht stehenden Ebene erfolgen kann, entsprechend dem allgemeingültigen karyokinetischen Gesetz.

Es erübrigt noch die Beschreibung der Schnittbefunde unbefruchteter gelegter Eier von Rana fusca. Ich habe es bald aufgegeben, feine Schnitte in großer Anzahl durch die Eier von Rana fusca anzufertigen, sobald ich von den geringen Dimensionen der Polkörper und der Spindel der Anuren überzeugt war und ich das Glück hatte, mit Siredoneiern arbeiten zu können. In Fig. 39 erscheint in einem Schnitt durch die Fovea germinativa der Rana fusca die Pigmentrinde eine kurze Strecke unterbrochen und innerhalb der helleren Rindenschicht sieht man eine unheimlich kleine (Vergr. 350), senkrecht gegen die Oberfläche gestellte Spindel. Vier Schnitte weiter fand sich noch im Bereich

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

der Fovea der erste Polkörper (Fig. 40). Die Spindel ließ bei einer Größe von 17 : 12 μ spärliche Spindelfasern und Kernplattenelemente erkennen. Der Polkörper misst 20 μ in der Länge, 8 μ in der Breite und besteht aus einer helleren Substanz, in welche eine dichtere dunkle eingebettet ist. Durch die Spannung der Dotterhaut war er in die Oberfläche des Dotters eingepresst und hat diese Lagerung beibehalten. In anderen, gefärbten Präparaten enthielt der Polkörper chromatische Substanz.

b) Das befruchtete Ei.

Es kommen hier nur die Eier der Anuren, speciell das von Rana fusca zur Besprechung und vorwiegend das, was uns das lebende Ei lehrt. Auch ist es nicht möglich, von der Vereinigung des Eies mit dem Spermatozoon zu handeln.

Bei Rana fusca lässt sich die Ausstoßung des zweiten Polkörpers am lebenden befruchteten Ei direkt beobachten. Zu dem Zwecke ist es nöthig die Eihüllen, die an dem aus dem Uterus[1] entnommenen Ei unmittelbar nach dessen Einlegen in Wasser noch wenig durchsichtig sind, sobald eine geringe Quellung eingetreten ist, zu entfernen. Hierbei ist die Nachgiebigkeit des Dotters ein störendes Moment. Die Eier wurden einzeln befruchtet, von dem befruchteten Ei, sobald es eben möglich, schnell die zähe Gallerte mit Nadeln abgestreift und die Fovea unter starker Lupe permanent betrachtet. Das zur Untersuchung verwendete Wasser muss ganz rein sein, da sich ohnehin während der Beobachtung Fäserchen und Staubtheilchen aus der bewegten Luft auf das Ei festsetzen, die sehr unangenehm sind und die auch täuschen können. Meist liegt, wie an den unbefruchteten Eiern, ein weißes Pünktchen der Fovea fest auf, wo nicht, erscheint es sehr bald oder liegt schon in unmittelbarer Nähe der Fovea. Hat sich das Pünktchen neben die Fovea begeben, so blickt man anhaltend auf dieselbe. Schon sehr bald, längstens aber im Laufe der ersten halben Stunde, zeigt sich in der Fovea ein zweites weißes Körperchen. Auch dieses löst sich ab, und in der nun aufgetretenen noch geringen Menge von Perivitellin,

[1] So viel mir bekannt, werden die Eier zum Zwecke der Befruchtung immer durch den Kaiserschnitt gewonnen. Es gelingt auch die im Uterus liegenden Eier, wie bei den Fischen, auszudrücken, allerdings erfordert dies viel mehr Druck als dort und der After kann dabei etwas vorgetrieben werden. Die Thiere zeigten sich nach meinen Versuchen Anfangs etwas matt, erholten sich aber wieder recht gut. Als ich eins der Thiere einmal am folgenden Tage tödtete, sah ich, dass bis auf einige wenige Eier alle ausgedrückt worden waren. Der Versuch kann vielleicht einige Wichtigkeit haben, wenn man aus irgend einem Grunde das Leben des Thieres schonen will.

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

die sich im Bereich der Fovea ansammelt, schwimmen die beiden Körperchen, die fast regelmäßig genau gleich groß sind, umher. Nun nimmt das Perivitellin stetig zu. Es erfüllt dann den von Newport[1] als »respiratory chamber« bezeichneten Raum zwischen Dotter und Dotterhaut. Die Polkörper schwimmen genau genommen nicht im Perivitellin, sind zwar frei beweglich in demselben, liegen aber bei ruhiger Lage des Eies auf dem Boden der »respiratory chamber«, d. h. auf dem Dotter (s. Fig. 42). Die Ansammlung des Perivitellins oberhalb des Dotters erklärt sich aus seiner größeren Leichtigkeit; die Polkörper sind schwerer als das Perivitellin, denn sie enthalten Dotter. Da die »respiratory chamber« die Form eines Kugelabschnittes hat, ist der Dotter abgeplattet. Auf dieser horizontalen Abplattung tritt später die erste Furche in Form einer zunächst gestreckten Linie auf, die mit den bekannten Falten geziert ist. Von dem Vorhandensein der Abplattung überzeugt man sich leicht bei seitlicher Betrachtung der Eier, eben so schien mir immer die Eiachse, d. h. die Verbindungslinie der Mittelpunkte von schwarzem und hellem Feld mit der Horizontalen einen Winkel von circa 45° zu bilden. Roux[2] hat dies schon als Regel hervorgehoben, von Born[3] wurde dann aber der Roux'sche Befund als Ausnahmefall erwähnt. Da mich dies auch in meiner Beobachtung stutzig macht, werde ich die Lage der Eiachse von Neuem prüfen.

Da die Betrachtung der beiden Polkörper an einem lebenden, leicht zu erhaltenden Wirbelthierei gewiss Interesse beansprucht, so erlaube ich mir Folgendes zu empfehlen: Zwei Stunden nach der Befruchtung werden die gequollenen Hüllen von dem Ei entfernt, wobei die Dotterhaut und eine dieser fest aufgelagerte Schicht (s. u.) auf dem Ei haften bleiben. Dann wird die schwarze Dotterfläche im Bereiche des Flüssigkeitsraumes, welcher sich bald nach der Einstellung des Eies auf dem schwarzen Felde bildet, bei starker Lupenvergrößerung abgesucht. In den meisten Fällen wird man beide Polkörper innerhalb jenes Raumes dem Dotter aufgelagert finden, häufig auch noch die Spuren der Fovea erkennen (s. Fig. 42). Manchmal jedoch sucht man hier vergebens nach den Polkörpern und dies ist dann der Fall, wenn die Körperchen auf einen anderen Theil der Dotteroberfläche verlagert sind. Dies kann bei der freien Beweglichkeit des Perivitellins zwischen Dotter und Dotterhaut, durch welche die Polkörper

[1] Newport, l. c. p. 187.

[2] Roux, Über die Zeit der Bestimmung der Hauptrichtungen des Froschembryo. p. 19.

[3] Born, Biologische Untersuchungen: Über den Einfluss der Schwere auf das Froschei. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIV. p. 476.

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

mitgeschleppt werden, leicht erfolgen. Durch ein kleines Experiment überzeugt man sich von der Art und Weise, wie dann die Verlagerung zu Stande kommt. Angenommen, es liegt ein Ei vor mit seiner innersten Hülle, die ich der Kürze halber einen Augenblick als Dotterhaut bezeichne. Ei, Perivitellin und Polkörper haben die normale Lage. Jetzt dreht man Ei und Dotterhaut schnell um 180° und fixirt die Dotterhaut in dieser Stellung. Natürlich sieht zunächst das weiße Feld nach oben und schnell steigt das Perivitellin, das durch die Drehung nach unten gelangt war, empor. Hierbei sucht es die Polkörper mit sich zu reißen. Doch sie folgen nicht vollends, sondern nur eine Strecke weit. Schon hat das Perivitellin, das bei seiner Bewegung immer den Dotter abplattet, sich wieder oben angesammelt, die schwereren Polkörper werden aber seitlich zwischen Dotter und Dotterhaut eingezwängt, sind nun nicht mehr frei beweglich und liegen an einer anderen Stelle der Dotteroberfläche als in natura, welche näher dem weißen Felde ist. Während des ganzen Vorganges hat aber auch schon der verlagerte Dotter seine Gleichgewichtslage wieder einzunehmen sich bemüht, doch langsam im Vergleich zu der schnelleren Bewegung des Perivitellins. Hierbei müssen die Polkörper nicht nothwendig wieder mit dem Perivitellin in Berührung kommen, dann bleiben sie fest zwischen Dotter und seiner Haut eingekeilt und imponiren als weiße in die Dottersubstanz eingefügte Knöpfe oder wie kleine Löcher in dem dunklen Dotter. Dann sind sie leichter zu beobachten, als wenn sie im Perivitellin schwimmen.

Wenn man das ganze interessante und doch so einfache Schauspiel am lebenden Ei selbst gesehen, wird man sich eine bessere Vorstellung davon machen können.

Bekanntlich hat Ch. van Bambeke[1] zuerst wichtige Bildungen auf der Oberfläche der befruchteten Amphibieneier bekannt gemacht, die er als »trous vitellins« bezeichnete. Sie bestehen bei den Urodelen in dunklen meist auf die stärker pigmentirte Dotterfläche beschränkten Punkten, die bald nach der Befruchtung auftreten. Die Untersuchung von Schnitten der betreffenden Eier offenbarte pigmentirte Zapfen, die von den Löchern ausgehend in das Eiinnere sich erstrecken; über das nähere Verhalten und die Deutung, welche der geehrte Embryologe diesen Bildungen giebt, muss ich für jetzt auf die Arbeit verweisen.

Das Thatsächliche dieser Beobachtungen kann ich, was das Oberflächenstudium des lebenden Eies betrifft, völlig bestätigen. van Bambeke's Untersuchungen erstrecken sich vornehmlich auf die Eier der

[1] Ch. van Bambeke, Sur les trous vitellins etc. s. o.

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

Urodelen, doch giebt er auch an, an dem Ei der Rana fusca gleiche Bildungen wahrgenommen zu haben. Hier seien die Löcher nur viel kleiner und nicht regelmäßig vorhanden.

Da ich die »trous vitellins« der Urodelen, der Tritonen sowohl als des Siredon, häufig gesehen und viele Eier von Rana fusca von gleichem Gesichtspunkte aus untersuchte, so unterliegt es für mich keinem Zweifel, dass van Bambeke, indem er von den kleinen »trous vitellins« der Rana fusca handelt, die Polkörper schon gesehen hat, ohne jedoch ihre Bedeutung als solche zu kennen. Es kommen andere Bildungen, als die Fovea und die Polkörper, welche bei der Deutung der trous vitellins der Rana fusca in Anschlag kommen könnten, in den ersten Stunden nach der Befruchtung bei Rana fusca nicht vor. So denke ich mir, dass bei der Beobachtung der Eier der Rana fusca die zwischen Dotter und Dotterhaut fest liegenden Polkörper van Bambeke veranlasst haben, diese für den trous vitellins der Urodelen gleichartige Gebilde anzusprechen. Dass die Polkörper bei Rana fusca viel kleiner sind, als die mit freiem Auge sichtbaren »trous vitellins« der Urodelen, stimmt auch mit van Bambeke's Angaben überein. Über die trous vitellins von Rana esculenta und Pelobates fuscus, welche van Bambeke erwähnt, habe ich kein Urtheil. Weitere Studien müssen entscheiden, wie es sich mit der »Anzahl dunkler Punkte«, die auf dem braunen Felde der Rana esculenta von Remak schon erwähnt und abgebildet sind, verhält.

Das in den Eileiter der Amphibien eintretende Ei ist nur von der strukturlosen Dotterhaut umgeben. Auf diese wird alsdann die sogenannte Gallerthülle bei Rana aufgelagert, welche, um die vielbesprochene Frage der Drehung des Froscheies zu behandeln, einer eingehenderen Besprechung bedarf. Ich verweise hierbei auf die Fig. 42 und 44. Zugleich bemerke ich, dass von Baer, Remak und Newport den Bau der Hüllen schon im Wesentlichen beschrieben. Die Dotterhaut ist in Fig. 42 wegen der geringen Vergrößerung kaum kenntlich, wohl aber in Fig. 44. In Fig. 42 entspricht die 1—2 mm breit gezeichnete Schicht der Dotterhaut und der innersten Schicht der Gallerthülle, die fest mit der Dotterhaut verbunden ist. Diese innerste Hüllschicht lässt bei starker Vergrößerung (s. Fig. 44) eine der Oberfläche parallel laufende Streifung erkennen, welche von Hertwig Taf. IV, Fig. 14 abgebildet ist. Nach außen giebt sie feine Fäserchen ab. Diese durchsetzen den »mit Wasser erfüllten Raum«, welcher an den Eiern in der ersten Zeit der Quellung der Hüllen hervortritt, nachher aber weniger gut zu sehen ist. Die feinen Fasern setzen sich, im Allgemeinen koncentrisch verlaufend, in die äußerste

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

Hüllschicht fort, welche in Fig. 42 dunkler gehalten ist. Die ganze Hülle besteht also aus drei Schichten, die in der ersten Zeit nach der Eiablage deutlich gesondert sind, die innerste verhältnismäßig sehr schmale und feste Hüllschicht, die mittlere äußerst lockere Schicht (der »mit Wasser erfüllte Raum«) und die äußerste breite Schicht. Das sich zwischen den Fasern der mittleren Schicht Anfangs sehr schnell ansammelnde Wasser hat sich nachher gleichmäßig nach außen vertheilt. In der äußersten Schicht bemerkt man an Präparaten, die mit ganz schwachem Alkohol konservirt sind, stark lichtbrechende Körnchen.

Für die Drehfrage geht aus diesem Baue hervor, dass das Ei sich nur in seinen sämmtlichen Hüllen, die alle mit einander fest verbunden sind, drehen, resp. dass die Drehung nur in der Dotterhaut erfolgen kann, wie von Baer[1] richtig angab.

Durch die Untersuchungen von Roux und Born wissen wir, dass der Unterschied des Gewichts zwischen dem leichteren dunklen und dem schwereren hellen Eisegment, der durch die Vertheilung der Dottersubstanzen bedingt ist, auch schon im Eierstocksei besteht. Das von der Dotterhaut fest umschlossene Ei hat also das Bestreben sich so einzustellen, dass das dunkle Feld nach oben, das helle nach unten gerichtet ist. Diese Einstellung kann aber erst dann eintreten, wenn die starke Reibung, welche der Dotter an der Innenfläche der Dotterhaut erfährt, gemindert wird; dass sie nicht schon im Ovarium erfolgt, das dürfte, abgesehen davon, dass die Eier in der Mutter befestigt sind, an der »lebendigen Kraft« der Eizelle selbst liegen, welche die Anziehungskraft der Erde überwiegt, wie dies schon O. Hertwig hervorhob.

Da wir nun gesehen haben, dass das Perivitellin zwischen Dotter und Dotterhaut aus dem Ei ausgeschieden wird und hiermit jedenfalls eine, wenn auch geringe Volumverminderung des Dotters (»Kontraktion«) sich verbindet, so dürfte kein Zweifel mehr darüber herrschen, wie die Drehung bewerkstelligt wird. An befruchteten Eiern wird schon in der ersten Viertelstunde eine verhältnismäßig große Quantität Perivitellin ausgeschieden, an unbefruchteten Eiern in längerer Zeitdauer nur eine geringe Menge. In beiden Fällen ist das Perivitellin gleichsam das Öl, das die Maschine schmiert; es ermöglicht, indem es austritt, dass die Schwerkraft bei dem Ei ihr Recht zur Geltung bringt. In Fig. 41 ist schematisch an einem Durchschnitt durch ein unbefruchtetes (*a*) und durch ein befruchtetes Ei (*b*) das Massenverhältnis des Perivitellins verzeichnet. Der zwischen Ei und Dotterhaut frei gelassene Raum wird normal von Perivitellin erfüllt.

[1] K. E. von Baer, Entwicklungsgeschichte der Thiere. 1837. p. 283.

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

Eine andere Erklärung des Drehungsvorganges ist von O. Hertwig [1], welcher die Drehung richtig in der Dotterhaut sich vollziehen lässt, gegeben worden: Die Befruchtung bewirkt in dem Ei von Rana eine reichlichere Ansammlung von »Bildungsdotter« am dunklen Pol, und hierdurch wird der Gewichtsunterschied zwischen dunklem und hellem Pol gesteigert. In Folge dessen dreht sich dann das befruchtete Ei energischer als das unbefruchtete.

Die Möglichkeit einer reichlicheren Anhäufung von »Bildungsdotter« in dem dunklen Eisegment will ich nicht leugnen, eben so nicht, dass sie den Gewichtsunterschied der beiden Eihälften und damit die Drehung steigern würde. Vorläufig ist eine derartige Anhäufung bei Rana nicht erwiesen; sie müsste, um die schnelle Drehung zu erklären, in der ersten Viertelstunde erfolgen.

Bezüglich der Hüllen des Urodeleneies, welche im Eileiter gebildet werden, schließe ich mich den Ausführungen van Bambeke's an. Ein Vergleich zwischen den Hüllen des Anureneies und denen des Eies der Urodelen lässt sich wohl nur in so fern anstellen, als die Grundsubstanz in beiden Fällen faserig und mehrfach geschichtet ist. Die Dichtigkeit und die Anordnung der Hüllschichten variirt bekanntlich außerordentlich, und eine ausführliche Beschreibung derselben entspricht nicht meinem Zwecke.

Besondere Aufmerksamkeit dürfte die bei den Urodelen vorhandene Flüssigkeit verdienen, welche den Hohlraum der Innenkapsel (»Capsule interne« van Bambeke) ausfüllt. Sie enthält zahlreiche, verschieden große, stark lichtbrechende Körnchen (»granulations brillantes« van Bambeke), die ganz das Aussehen der kleinsten Dotterkörnchen darbieten. Die Flüssigkeit darf wohl als eine eiweißreiche bezeichnet werden. Es könnte von Wichtigkeit sein zu entscheiden, ob diese dotterähnliche Flüssigkeit von direkter Bedeutung für die Ernährung des Eies ist. Sie ist wohl eine Abscheidung aus den oberen Zellen des Eileiters und stammt nicht aus dem Ei selbst. Gegen letzteres spricht direkt die große Menge der Substanz und ferner das Vorhandensein von zahlreichen Körperchen in derselben, die, wenn auch wie gesagt dotterähnlich, doch schwerlich durch die Dotterhaut, an der man vergeblich irgend welche größere Öffnungen sucht, ausgetreten sein können. Wenn sich die Vermuthung, dass die Flüssigkeit ein Sekret aus dem oberen Theil des Eileiters ist, bestätigen sollte und sie wirklich für die Ernährung des befruchteten Eies noch nachträglich verwerthet wird, so würde die Erscheinung, dass in der Klasse der Wirbelthiere Zellen

[1] O. Hertwig, Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? p. 16 und 17.

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

des Generationsorgans, welche eine von der Keimdrüse entfernte Lage haben, Nährmaterial für das Ei abgeben, von vergleichend-anatomischem Standpunkt aus sehr interessant sein. Bisher haben mir Versuche mit einigen Siredoneiern gezeigt, dass solche, die bei Beginn der Furchung von den Hüllen befreit und damit außer Berührung mit der betreffenden Flüssigkeit gesetzt wurden, sich nicht weiter entwickelten, während die aus der Umhüllung isolirten Gastrulae die schönsten Embryonen liefern [1].

6. Allgemeines.

1) Dass bei der Reifung des Eies diejenigen Theile, welche nicht zur Bildung der Richtungsspindel verbraucht werden, eine Auflösung erfahren und in den Eikörper eintreten müssen, war bisher nicht zweifelhaft. Im Vorliegenden konnte auch gezeigt werden, dass die Theile des Keimbläschens sich bei diesem Eintritt in die Eizellsubstanz und noch weiter direkt verfolgen lassen. Durch Goette [2] wurde schon festgestellt, dass die Bestandtheile des Keimbläschens bei der Reifung sich in umgebende Flüssigkeit und den Rest des Kernes sondern, und dass die erstere nachher in den Eikörper eintritt. Unsere übereinstimmenden Resultate gewinnen zusammengestellt mit den Beobachtungen anderer Forscher, deren Untersuchungsobjekte anderen Thierklassen entnommen sind, eine allgemeinere Bedeutung, welche kurz hervorzuheben in Rücksicht darauf gestattet sein möge, dass die der Befruchtung vorhergehende völlige Vermischung der weiblichen Kern- und Zellsubstanz bisher wenig betont wurde.

Ohne die Beobachtungen aller Forscher aus der umfangreichen Litteratur hier anführen zu können, erwähne ich nur Folgendes:

Kleinenberg [3] sagt über die Reifungserscheinungen des Eies der Hydra viridis: »Der körnige Inhalt des Keimbläschens verflüssigt sich mehr und mehr, zugleich tritt ein Theil desselben durch die Membran aus, denn diese, die bisher prall gespannt war, sinkt zu einem meist eiförmigen Schlauch zusammen, dessen Wandung verdickt und stellenweise gefaltet ist.«

Im Jahre 1875 beschrieb E. van Beneden [4] die Reifung des Eier-

[1] Dies kann bei embryologischen Studien zur Verwerthung kommen, weil die Herausnahme der so zarten Embryonen der Urodelen aus den Hüllen, wenn sie einmal länglich geworden sind, mit mehr Gefahr für das Leben der Objekte verbunden ist, als zur Zeit der Gastrula oder der noch offenen Rückenrinne. — Desgleichen empfiehlt sich dies Verfahren zum Zwecke der Aufzucht, wo dann fließendes Wasser bekanntlich vorzuziehen ist.

[2] Goette, l. c. [3] Kleinenberg, Hydra. p. 42.

[4] E. van Beneden, La maturation, la fécondation, et les premières phases du

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

stockseies beim Kaninchen. Um das Keimbläschen des reifenden Eies sammelt sich eine homogene Masse an, welche zusammen mit dem eingeschlossenen Keimbläschen die Form einer bikonvexen Linse hat (lentille cicatriculaire). Später vermischt sich der flüssige Inhalt des Keimbläschens mit der außen lagernden Masse, wahrscheinlich in Folge des Durchbruches der Membran des Kernes, die vorher sich überall dort, wo sie in Berührung mit jener homogenen Masse stand, verdünnt hatte (s'amincit). Allerdings spricht van Beneden sich nicht bestimmt über die Herkunft jener Masse aus, doch legen die Verhältnisse bei Rana den Gedanken sehr nahe, dass auch jene Masse ausgetretener Kernsaft sein könne.

Hierher gehören auch die von Oellacher[1] am reifenden Hühnerei gemachten Beobachtungen. Schon früher (Stricker's Laboratoriumsheft 1870) hatte Oellacher im Hühnerei »einen fein granulirten Körper beschrieben, der auf Medianschnitten eine trapezähnliche Figur bildet, die mit der größten, nach außen konvexen Seite der Dotterhaut anliegt und mit ihrer kleinsten, nach dem Eicentrum zu konkaven, auf einer quer-elliptischen Höhle sitzt, die außer wenigen Granulis keinerlei geformte Bestandtheile enthält«..... »Das Keimbläschen wird nämlich von unten und außen her zusammengedrückt, wodurch es sich gegen die Dotterhaut abplattet und derselben mit einer immer größeren Partie seiner Oberfläche anliegt. Es bekommt dadurch im Durchschnitte eine annäherungsweise dreieckige Gestalt. Sehr bald tritt dann unter ihm eine kleine Höhle auf. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese Höhle nicht leer, sondern mit Flüssigkeit erfüllt ist. So wie aber die Höhle auftritt, bekommt auch das Keimbläschen jenen Eindruck an der nach dem Eicentrum liegenden Seite, wodurch es eben jene auf dem Durchschnitte trapezähnliche Figur annimmt.« Im Weiteren glaubt Oellacher dann den ganzen Vorgang durch Kontraktionen des Keims erklären zu können. Seine Angaben erlauben den einen Schluss, dass die Flüssigkeit unter dem Keimbläschen sich auf Kosten des Volumens dieses ansammelt; die wenigen Granuli können Theile des durch die Konservirung wie bei Rana in der Flüssigkeit erzeugten Niederschlages sein.

Wichtig sind ferner die Vorgänge, welche sich bei der Reifung des Eies von Asteracanthion rubens nach E. van Beneden[2] abspielen; sie

développement embryonnaire des mammifères d'après des recherches faites chez le Lapin.

[1] J. Oellacher, Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthierei. Archiv f. mikr. Anat. Bd. VIII. p. 17 und 18.

[2] E. van Beneden, Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du premier noyau embryonnaire.

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

stimmen sehr mit den bei den Amphibien beobachteten Veränderungen des Keimbläschens überein. Die günstigen Verhältnisse ermöglichen es hier die Reifungserscheinungen am lebenden Ei direkt zu verfolgen. Das Kerngerüst, im unreifen Ei schön erkennbar, verschwindet im reifenden. Die in dasselbe eingebetteten Kernkörperchen (pseudonucléoles et nucléole) erfahren eine successive Auflösung, indem zunächst die kleineren Pseudonucleolen verflüssigt werden. Weiter: »Le nucléole (tache germinative) se résout brusquement en un grand nombre de fragments, qui vont en divergeant se répandre dans toute l'étendue de la vésicule germinative«..... »Tous ces fragments nucléolaires augmentent un peu de volume et deviennent de moins en moins réfringents.« Alsdann werden sie alle aufgelöst, auch die Membran des Kernes wird in den Lösungsvorgang hereingezogen, sie platzt (se déchire ou tout au moins se troue) und der Kernsaft wird nach dem Centrum des Eies hin entleert in Form eines klaren Tropfens (cf. die Tafel). Dieser nimmt schnell auf Kosten des Keimbläschens an Größe zu, dessen Membran sich faltet. Schließlich liegt der Rest des Keimbläschens als ein gefalteter Sack excentrisch in dem ausgetretenen Kernsaft resp. der Nucleolenlösung. »Il ne reste plus alors de la vésicule germinative qu'une tache claire dont les contours mal définis deviennent de plus en plus irréguliers. La tache devient de plus en plus petite; elle finit par disparaître complétement.« Heute sind wir in Bezug auf letzteren Punkt auf Grund von O. Hertwig's Untersuchungen anderer Ansicht. — Später vertheilt sich der Kernsaft in Dotter.

2) Der um das in rückgängiger Metamorphose begriffene Keimbläschen angehäufte Kernsaft ist von dem Dotter Anfangs scharf getrennt, ja sogar in einzelnen Fällen durch eine membranöse Schicht zeitweise an der Vermischung mit den Eikörpersubstanzen gehindert. Alsdann verschwindet jedoch die scharfe Abgrenzung gegen die letzteren und der Kernsaft tritt in kurzer Zeit in den Eikörper. Bald darauf wird das Perivitellin ausgeschieden. Wir wissen also, dass eine plötzliche Zunahme flüssiger Substanz innerhalb des Eikörpers durch aufgenommenen Kernsaft bedingt ist. Sehr bald nachher wird aber Flüssigkeit aus dem Eikörper eliminirt. Da erscheint es in der That am einfachsten diese auf Rechnung des vorher aufgenommenen Kernsaftes zu setzen, um so mehr, da das Verhalten der Reagentien und Farbstoffe dem Kernsaft und dem Perivitellin gegenüber ein gleiches ist. Allerdings muss im Auge behalten werden, dass vor der Abgabe des Perivitellins eine Vermischung des Kernsaftes mit dem Zellsaft stattgefunden haben möchte. Wie dem auch sei, die Zelle giebt

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

das Perivitellin von sich, und dieses bleibt in vornehmlichem Kontakt mit den späteren animalen Zellen.

Hier kommen die Mittheilungen Oellacher's[1] in Betracht, die sich auf den unbefruchteten Forellenkeim beziehen. Das von einer dicken Membran umgebene Keimbläschen des reifen Eies entleert seinen Inhalt direkt nach außen zwischen Keim- und Dotterhaut. Die Membran des Keimbläschens wird ausgestoßen und nach diesem Vorgang noch als schleierförmiger Körper auf dem Keime nachgewiesen. Es ist denkbar, dass die so starke Membran des Keimbläschens den Kernsaft länger zurückhält und dass dadurch letzterer erst verhältnismäßig spät, wenn der Kern vollends an der Peripherie angelangt ist, direkt nach außen entleert wird.

3) Ein Theil der chromatischen Substanz — jener zierliche Knäuel des Eierstockseies höchst wahrscheinlich — rückt hart an die Oberfläche des Eies und giebt hier unter zweimaliger mitotischer Theilung je einen Polkörper ab. Hierbei konnten Formen wahrgenommen werden, die wir nach Flemming's Vorgang als Mutter- und Tochtersterne bezeichnen. Es überrascht die anfänglich tangential stehende Richtungsspindel, doch ihre Stellung wird zum Zwecke der Polkörperbildung in eine radiäre umgeändert. So steht dann die Theilungsebene lothrecht auf der Spindellängsachse, und wir erkennen in der Formation der wichtigen Körperchen die echte Mitose.

Denken wir über den Grund dieser unser Interesse fesselnden Erscheinungen nach, so werden dieselben im Hinblick auf die von Hertwig[2] gemachten Auseinandersetzungen in gewissem, natürlich nur geringem Grade aufgeklärt. Es gipfeln die Ideen Hertwig's in den Sätzen, dass der Kern der Zelle stets »die Mitte seiner Wirkungssphäre einzunehmen« sucht und dass die (an den Kernen der ersten Zellen) »bei jeder Theilung auftretenden Kraftcentra sich in der Richtung der größten Protoplasmaansammlungen der Zelle bilden«.

Wir müssen hier etwas weiter ausholen.

In dem unreifen Ei der Amphibien nimmt das Keimbläschen so lange eine centrale Lage ein, als die flüssigen Substanzen desselben in der Richtung aller Radien gleich gruppirt sind. Bald häufen sich deutlich sichtbare Dotterkörnchen an, innerhalb derer an einer für uns nicht näher präcisirbaren, excentrischen Stelle die Dotterkörnchen zu größeren Dotterkörnern werden. Unter solchen Umständen erscheint das »Protoplasma« (»Bildungsdotter«) einseitig angehäuft: das Ei ist telolecithal geworden.

[1] Oellacher, l. c. [2] O. Hertwig, Welchen Einfluss etc.

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

Das Keimbläschen muss nun vermöge des Bestrebens, die »Mitte seiner Wirkungssphäre einzunehmen«, nach der Eiperipherie zu wandern beginnen, wie dies schon O. Hertwig aussprach. In dem nun telolecithalen Ei fällt »die Mitte der Wirkungssphäre« nicht mit dem Centrum des Eies, sondern, da wir das »Protoplasma« hier als in Form eines Kugelabschnittes angeordnet auffassen können, mit dem Schwerpunkt des Kugelabschnittes, d. h. mit dem Mittelpunkt der Höhe desselben zusammen[1]. Nun verkleinert die Dotterzunahme am vegetativen Eipole immer mehr das Kugelsegment. So rückt das Keimbläschen in dem Schwerpunkt des Kugelsegmentes stets näher an die Peripherie. Bald finden wir — wahrscheinlich — den centralen Knäuel aus dem Kern des Eies in geringer Entfernung von der Dotteroberfläche, er ist umgewandelt in eine tangential stehende Spindel. Und wie erklären wir nunmehr am einfachsten diese Lagerung der Spindel? Sie muss nach dem Hertwig'schen Gesetz der Streckung des Kernes als die einzig mögliche erscheinen, dehnt sich doch der Kern gleichsam in die größten und beiderseits gleichen Mengen flüssiger Substanzen hinein, d. h. vielleicht in der Richtung des geringsten Widerstandes. Die der Kernspindel innewohnende Kraft vermag jedoch nicht eine solche Theilung durchzusetzen, welche sie anfänglich ihrer Stellung nach gewillt zu sein scheint, und wie sie nachher durch die an Kraft reichere erste Furchungsspindel vollzogen wird. Doch die einmal begonnene Theilung will vollendet sein: Da spricht das keine Ausnahme duldende allgemeine Theilungsgesetz gleichsam das Machtwort, stellt die Spindel in den Radius des Eies und zwingt sie zur Theilung in der Äquatorialebene. Allein die Kollision der beiden Gesetze führt dazu, dass eins der neuen Individuen als nicht lebensfähiger Zellkrüppel in die Erscheinung tritt, der wohl sammt den übrigen ausgestoßenen Kernsubstanzen von dem hungrigen Embryo wieder resorbirt wird.

Tangential zur Dotteroberfläche orientirte Richtungsspindeln finden sich schon mehrfach abgebildet, so bei Bütschli[2] Taf. III, Fig. 12 von Cucullanus elegans. — Ferner hat O. Hertwig[3] nach Studien an Eiern der verschiedensten Thiere tangential gelagerte Spindeln und hierhergehörige Drehungen der Spindel genau beobachtet. Sehr an die Amphibien erinnern die Abbildungen Fol's auf Taf. II[4]. In Fig. 8 nimmt

[1] Bei dem Vergleich wird von der verschwindend geringen Menge »Protoplasma«, welche sich zwischen den dicht gelagerten Dotterkörnern des hellen Eisegmentes befindet, im Interesse besserer Verständigung abgesehen.

[2] Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge in der Eizelle, die Zelltheilung und die Konjugation der Infusorien. 1876.

[3] O. Hertwig, Morph. Jahrb. Bd. IV. Text und Taf. VI und IX.

[4] Fol, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux.

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

der »Amphiaster de rebut« eine tangentiale Lage ein, in Fig. 9 ist er schief gegen die Oberfläche gerichtet; die Fig. 10 u. 11 zeigen ihn während der Bildung des ersten Polkörpers radiär eingestellt. Ich glaube auch hier eine zum Zweck der Polkörperausscheidung in der Weise wie bei Rana erfolgende Drehung der Spindelachse annehmen zu müssen. Noch mehr deuten die Abbildungen an. In Fig. 2 ist das erste Auftreten der Richtungsspindel dargestellt, und diese liegt radiär im Ei, hat also eine Stellung, welche bei der Bildung der Polkörper in anderen Eiern von Anfang an die Regel ist z. B. in den Eiern von Nephelis nach den Untersuchungen von O. Hertwig. Bald nachher aber, am klarsten in Fig. 8, fanden wir die Spindel in tangentialer Position (vgl. Siredon Fig. 30), dann zum Zweck der Bildung des ersten Polkörpers in schiefer (vgl. Siredon Fig. 33), endlich in radiärer. Es folgt die Eliminirung des ersten Polkörpers und darauf scheint wieder (Fig. 12) für eine kurze Zeit die Spindel sich schief zu stellen (vgl. Siredon Fig. 34), schließlich giebt die wieder senkrecht gerichtete Spindel den zweiten Polkörper ab (Fol, Fig. 13 u. 14, Siredon Fig. 38*a*).

Unter solchen Verhältnissen möchte ich die Möglichkeit andeuten, dass auch hier die abwechselnde Einstellung der Spindel kurz gesagt aus dem Kampfe zwischen dem karyokinetischen Gesetz und dem Gesetz der Kernstreckung hervorgeht. Spätere Untersuchungen dürften zeigen müssen, ob diese Auffassung sich verallgemeinern lässt und auf welchen Beziehungen der Lage der Spindelachse zu der Vertheilung des umgebenden Fluidums die Fälle beruhen, welche nach den bisherigen Forschungen einfacher verlaufen.

Interessante Bewegungen der einer Richtungsspindel zu vergleichenden sogenannten »figure ypsiliforme« im Ei von Ascaris megalocephala finden nach E. van Beneden's[1] ausführlicher Darstellung auch im Ei dieses Thieres statt, und es ergeben sich manche Vergleichungspunkte mit unseren Auseinandersetzungen. Eine genaue Durchführung des Vergleiches ist aber nach Studium der van Beneden'schen Arbeit allein nicht möglich.

Anfangs ist die Spindel schief gegen die Oberfläche gerichtet (Fig. 17 und 19, Taf. XV s. p. 217), dann tritt sie in die tangentiale Stellung ein (Taf. XV, Fig. 18, 21 u. 23 p. 217). Um die Parallele mit Asterias und Siredon durchführen zu können, müsste sich jetzt die tangentiale Stellung in die radiäre umändern, was jedoch nach van Beneden's Darstellung nicht erfolgt. Vielmehr muss man, wie mir scheint, aus seiner Schilderung entnehmen, dass die Spindel sich nun um ihre Längsachse

[1] E. van Beneden, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. 1883.

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

und nicht um eine ihrer queren dreht. Denn, nachdem die tangentiale Spindelstellung erreicht ist, dreht sich die ganze figure ypsiliforme (siehe p. 223) so, dass der vertikale Schenkel derselben (»la tige du bilboquet«), welcher vorher in der Richtung des Halbmessers lag, nunmehr die Oberfläche erreicht und ihr parallel zu liegen kommt. Hierbei muss sich die Spindel nothwendigerweise um ihre Längsachse um 90° drehen.

Nussbaum jedoch, welcher vor[1] und nach[2] dem Erscheinen der van Beneden'schen Arbeit die Polkörperbildung bei Ascaris megalocephala untersuchte, hebt van Beneden gegenüber hervor, dass diesem »das Stadium entgangen ist, in dem die Anfangs an der Peripherie tangential zum Eidotter gestellte Spindel (siehe van Beneden, Arch. de Biologie T. IV., Planche XV, Fig. 22) sich verkürzt und wieder in einen Radius, also senkrecht auf die Eihülle einstellt. Die unfärbbaren Spindelfasern bleiben von da bis fast zur völligen Abschnürung des Richtungskörpers als radial zum Ei gestellte Striche sichtbar, an deren Polen sich die färbbaren Elemente befinden. Damit ist denn bewiesen, dass auch bei den mit Säure behandelten Eiern von Ascaris megalocephala das erste Richtungskörperchen sich nach dem Schema der Mitose abspaltet, da die färbbaren Elemente aus dem Centrum der Spindel nach den Polen wandern und die Spindel der Quere nach halbirt wird«.

Nach Nussbaum erfolgt also auch bei Ascaris megalocephala die für Siredon, für Asterias u. a. eigenthümliche Drehung der tangentialen Spindel derart, dass die Spindel sich in den Eiradius einstellt[3].

Indem wir also die Beobachtungen der beiden Forscher kombiniren, kommen wir zu dem Resultat, dass auch die Polkörperbildung im Ei des Nematoden bezüglich der Drehungsvorgänge an der Spindel mit den besprochenen alle Analogien darbietet.

Was die Deutung anlangt, welche E. van Beneden im Gegensatz zu Nussbaum der Ausscheidung der Polkörper giebt, so darf ich dieselbe auf Grund meiner eigenen Beobachtungen an Siredon, welche ich für meine Auffassung als maßgebend an dieser Stelle mir voranzustellen erlaube, auf Grund derer von Nussbaum und auf Grund derer von vielen Forschern nicht annehmen. Die Kollision zwischen den beiden oben besprochenen Gesetzen, welche bei der Polkörperbildung eintritt, führt

[1] M. Nussbaum, Über die Veränderungen der Geschlechtsprodukte bis zur Eifurchung; ein Beitrag zur Lehre von der Vererbung. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXIII.

[2] Derselbe, Über die Theilbarkeit der lebendigen Materie. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXVI.

[3] Aus den Abbildungen Carnoy's über diesen Gegenstand geht dasselbe hervor. (La Cellule. Tome II.)

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

im Ei der Ascaris megalocephala offenbar zu einem sehr interessanten und wechselnden Formenspiel. Das Resultat desselben muss immer der Sieg des karyokinetischen Gesetzes sein, welches in letzter Instanz darauf hinausläuft, die in bestimmter uns verschlossener Weise gruppirten Eiweißmoleküle der chromatischen Substanzen in einer aus der Anordnung sich direkt ergebenden Ebene zu trennen.

4) Es sei noch ein Wort gestattet über die Bezeichnung »Pseudo-Karyokinese«, welche der hochverdiente Forscher van Beneden in Folge seiner Auffassung der Polkörperausscheidung bei Ascaris megalocephala für diesen Process wählt, welcher bei dem genannten Thiere nach van Beneden bekanntlich zu einer Theilung der chromatischen Substanzen in einer auf der sonst bei der Theilung allgemeingültigen Ebene lothrechten Richtung führt. Die Nomenklatur ist durch den Gedanken begründet, dass die bei der Polkörperbildung stattfindenden karyomitotischen Erscheinungen auf unsere allgemeine Beurtheilung der Karyomitose ein falsches Licht werfen könnten.

Da nun aber, wie ich glaube gezeigt zu haben, die hier in Rede stehende Mitose eher geeignet ist, durch interessante Nebenerscheinungen auf die Karyokinese im Allgemeinen kein falsches, sondern ein schönes Licht zu werfen, so ist es mir fraglich, ob man diese Form der Karyokinese durch das Beiwort »Pseudo« charakterisiren darf.

5) Eine Zusammenstellung der bei den Wirbelthieren konstatirten Fälle von Polkörpern ergiebt Folgendes:

Bei den Säugern wurden die Polkörper durch Barry[1] und besonders durch Bischoff[2] am Ei des Hundes, Meerschweinchens, Rehes und Kaninchens zuerst genauer bekannt.

Hensen[3] erkannte schon ausgetretene Polkörper im Eierstocksei des Meerschweinchens.

E. van Beneden[4] verfolgte die Entstehung dieser Körper am Ei des Kaninchens. Beide Polkörper werden im Ovarium eliminirt, der erste (corps nucléolaire) entsteht im Wesentlichen aus dem Nucleolus des

[1] M. Barry, Researches in Embryology. Third series. Philos. Trans of the Roy. soc. of London. 1840.

[2] Th. Bischoff, Entwicklung des Hundeeies. Braunschweig 1845.
Derselbe, Entwicklung des Kaninchenei es. 1842.
Derselbe, Entwicklung des Meerschweinchens. 1852.
Derselbe, Entwicklung des Rehes. 1854.

[3] V. Hensen, Beobachtungen über die Befruchtung u. Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens. Zeitschr. f. Anat. und Entwickl. 1875.

[4] E. van Beneden, l. c. 1880. Nach neueren Mittheilungen van Beneden's entsteht beim Kaninchen nur der erste Polkörper im Ovarium. (Recherches sur la fécondation. 1883.)

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

Keimbläschens, der zweite (corps nucléoplasmique) aus den Pseudonucleolen und dem Nucleoplasma. Derselbe Autor[1] fand mit Ch. Julin die Polkörper im Eierstocksei von verschiedenen Fledermäusen.

Dass auch bei den Säugern die Polkörperbildung eine Karyokinese ist, hat Flemming[2] durch das Auffinden der Richtungsfiguren im Eierstocksei des Kaninchens sehr wahrscheinlich gemacht; besondere Aufmerksamkeit verdient auch hier wie Flemming hervorhebt, die schief zur Eioberfläche gelagerte Spindel, gleichfalls die stumpfwinkelige Knickung derselben mit Bezug auf das von van Beneden bei Ascaris festgestellte Verhalten. Allerdings sind nach Flemming die Eier, in welchen die Spindeln zur Beobachtung kamen, als abnorme zu betrachten.

Über Polkörper bei Vögeln und Reptilien fehlen noch jegliche Angaben.

Bei den Amphibien kommen zwei Polkörper vor. Im Ei von Rana fusca wird der eine der Regel nach vor der Befruchtung, der andere nach derselben ausgestoßen. Bei den Urodelen ist ein Polkörper mit Sicherheit nachgewiesen, und die Umwandlung der Spindel zur Abgabe des zweiten unabhängig von der Befruchtung.

Über die Knochenfische lehren uns die schönen Untersuchungen Hoffmann's[3], dass eine Polkörperbildung bei Scorpaena, Julis u. A. erfolgt. Wir haben Grund zu der Annahme, dass das Vorhandensein der durch geeignete Essigsäurewirkung nachgewiesenen Spindel auf einen den Amphibien analogen Bildungsmodus hinweist. Die Längsachse der Spindel bildet mit der Oberfläche des Keimes einen Winkel von 45°. Die Polkörper werden am abgelegten Ei ausgestoßen; hierbei verschließt der Polkörper die Mikropyle, welcher nach der Befruchtung abgegeben wird und verlegt weiteren Spermatozoen den Weg. Auch an unbefruchteten Eiern kam ein Polkörper zur Beobachtung.

Bei Petromyzon sah schon 1864 Aug. Müller[4] den Austritt von einem oder zwei Polkörpern, wie ich Bütschli's »Studien« entnehme. Auch verglich er dieselben mit den Polkörpern der Wirbellosen und der Säugethiere.

[1] E. van Beneden et Ch. Julin, Observations sur la maturation, la fécondation et la segmentation de l'oeuf chez les cheiroptères. 1880.

[2] W. Flemming, Über die Bildung von Richtungsfiguren in Säugethiereiern beim Untergang Graaf'scher Follikel. Archiv f. Anat. und Entw. 1885.

[3] C. K. Hoffmann, Zur Ontogenie der Knochenfische. 1881.

[4] Aug. Müller, Über die Befruchtungserscheinungen im Ei der Neunaugen. Die Arbeit war mir leider nicht zugänglich.

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

Nach C. Kupffer und B. Benecke[1] wird bei Petromyzon Planeri ein Polkörper vor, ein zweiter nach der Befruchtung aus dem Eie entleert.

Hatschek[2] fand einen Polkörper am Ei des Amphioxus kurz nach dem Austritt desselben aus der Kiemenhöhle.

Würzburg, den 13. Oktober 1886.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

Fig. 1. Innenepithel der Eierstockskammer von Rana fusca, abgetrennt von reifendem Novemberei. Argentum nitricum, Alkohol.

Fig. 2. Von der Umhüllung des unreifen größten Junieies der Rana fusca. Die größeren Zellen stellen das Innenepithel, die kleineren das Follikelepithel (vgl. Text) dar. Behandlung wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Die Wandung der Eierstockskammer, da wo sie keine Eier einschließt. Die großen Zellen sind das Peritonealepithel, die kleineren das Innenepithel. Novemberovarium der geschlechtsreifen Rana fusca. Behandlung wie vorher. Vergr. bei Fig. 1—3: 350.

Fig. 4 *a—d*. Auflösung des Dotterkernes im Ei der jungen, noch nicht geschlechtsreifen Rana fusca. Kleinenberg's Pikrin-Schwefelsäure. Scheinbare Querschnitte.

Fig. 5. Unreifes Ei von Rana esculenta aus dem Februar. »Pseudopodien« des Kernes, helle Zone um denselben. Erste Anhäufung der Dotterkörnchen an der Peripherie des Eies (nur theilweise gezeichnet). Pikrin-Schwefelsäure. Boraxkarmin. Vergr. 250.

Fig. 6 *a* und *b*. Eigenthümliche nadelförmige Körper in jungen Eiern der geschlechtsreifen Rana fusca, Winter. Chromosmiumessigsäure, Glycerin. *b*, durch Druck aus dem Ei isolirt bei stärkerer Vergrößerung.

Fig. 7. Rothe Krystallnadeln aus unreifem frischem Winterei der Rana fusca, frisch in 0,5%iger Kochsalzlösung.

Fig. 8. Netz der »Granulosazellen« aus reifendem Ei der Rana fusca, Ende August. Frisch in 0,5%iger Kochsalzlösung. Leitz, I, 7.

Fig. 9. Netz der »Granulosazellen« des reifenden Eies der Rana fusca von Ende Oktober. Behandlung wie vorher. Leitz, I, 7; langer Tubus.

Fig. 10. Umhüllung des reifenden Eies der Rana esculenta aus dem Juni, von der Innenfläche. Die Dotterhaut ist dunkel gehalten, unter ihr die von dem Innenepithel geformte Membran, dieser aufgelagert das spärliche fibrilläre Bindegewebe. Kleinenberg's Pikrin-Schwefelsäure.

[1] Kupffer und Benecke, Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen. Königsberg 1878.

[2] Hatschek, Studien über die Entwicklung des Amphioxus. Arbeiten aus dem zool. Inst. Wien. IV.

Fig. 11. Umhüllung des reifenden Eies der Rana fusca aus dem März. Frisch in 0,5%iger Kochsalzlösung. Von außen nach innen: Innenepithel mit Kapillare abgehoben, Kerne der Granulosazellen, Dotterhaut, nicht deutlich sichtbare Zona radiata. Vergr. 350.

Fig. 12. Von einem Schnitt durch reifendes Juniei des Triton taeniatus. Von außen nach innen: Innenepithel, rechts zwischen zwei Kernen der Granulosazellen Kapillare, dann Dotterhaut. Zona nicht sichtbar. Chromessigsäure, Boraxkarmin. Zeiss 1/18, Oc. 2.

Fig. 13. Schnitttheil von reifendem Siredonei, Mai, die zarte Dotterhaut bei 350facher Vergr. Innenepithel abgehoben. Chromessigsäure.

Fig. 14. Dotterkugeln des reifenden Triton taeniatus-Eies bei 350facher Vergrößerung aus Chromosmiumessigsäure. Präparat von der Peripherie des Eies.

Fig. 15. Zerfall der Dotterkugeln in Plättchen, stark vergrößert von demselben Schnitt wie Fig. 14 aus den centralen Partien des Eies.

Fig. 16. Keimbläschenmembran von der Außenfläche; reifendes Ei der Rana fusca aus dem Februar. Vorsprünge, in denselben Keimkörperchen. Chromosmiumessigsäure, Glycerin.

Fig. 17. Etwas schematisirter Schnitt durch ein mit Chromosmiumessigsäure fixirtes Ei von Rana fusca aus dem Februar. Sonderung des Keimbläschens in zwei Massen. Der ausgetretene Kernsaft lagert sich auf dem Schnitt halbmondförmig um das geschrumpfte Keimbläschen.

Tafel XII.

Fig. 18. Keimbläschen des reifenden Eies von Triton cristatus, Juni. Vorsprünge, Vertheilung der Keimkörperchen in verschiedenen Zonen. Der Kernsaft ist homogen gehalten. Ein Kerngerüst fehlt. Schnitt. Chromessigsäure. Boraxkarmin. Vergr. 350.

Fig. 19. Keimbläschen des reifenden Eies von Rana fusca, Februar. In der Mitte ist der feinfadige Knäuel gebildet.

Fig. 20. Keimbläschen des reifenden Eies von Triton cristatus. Dickfadiger Knäuel (die Theile desselben waren in neun Schnitten, der abgebildete enthielt die größte Masse). Auflösung der Nucleolen im Kernsaft.

Fig. 21. Keimbläschen bei schwächerer Vergrößerung sammt der umgebenden Flüssigkeit. Diese nach außen durch eine besondere Schicht abgegrenzt, zu welcher feine Fäden von der Membran aus verlaufen.

Fig. 22. Centraler Theil des Keimbläschens von Triton cristatus mit feinfadigem Knäuel des Mutterkerns. Die zwischen den Fäden gelegenen kleinen Keimkörperchen färben sich sehr schwach. Chromessigsäure, Boraxkarmin. Schnitt.

Fig. 23. Bildung des centralen Knäuels im reifenden Ei des Siredon aus den Mikrosomen (?). Chromessigsäure, Boraxkarmin.

Fig. 24. Winzige Richtungsspindel aus dem Eierstocksei der Bufo vulgaris nach Auflösung des Keimbläschens. Vergrößerung (des Eidurchmessers) 60. Die Spindel muss nur etwa halb so groß gedacht werden.

Fig. 25. In Zerfall begriffene Keimkörperchen aus reifendem Ei der Rana fusca. Frisch in 0,5%iger Kochsalzlösung.

Fig. 26. »Vacuolenbildung« in den Keimkörperchen von Rana fusca während sechsstündiger Einwirkung der 0,5%igen Kochsalzlösung.

Fig. 27. Zwei auf einander folgende Schnittpräparate eines Tubeneies von

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

Triton taeniatus, aus welchen das Vorhandensein des »Amphiaster« hervorgeht. Chromessigsäure, Boraxkarmin. April. Leitz, I, 7; langer Tubus.

Fig. 28 *a* und *b*. Zwei auf einander folgende Schnitte durch die »Richtungsspindel« von Triton cristatus. Tubenei. Zeiss 1/18. Chromosmiumessigsäure.

Tafel XIII.

Fig. 29. Schematisirter Schnitt durch ein unbefruchtetes Siredonei: in diesem die in der »Fovea germinativa« gelegene Richtungsspindel und der erste Polkörper, welche halb so groß im Verhältnis zur Vergrößerung des Eies zu denken sind. Im Bereich der Fovea das Perivitellingerinnsel. Chromosmiumessigsäure, Boraxkarmin. Vergr. 50.

Fig. 30—38. Die Polkörperbildung bei Siredon pisciformis nach Schnittpräparaten. Chromosmiumessigsäure, Boraxkarmin. Zeiss 1/18, meist Oc. II.

Fig. 30 u. 31. Tangential stehende Spindel in Äquatorialansicht. Phase: 1. Sternform des Mutterkerns.

Fig. 32. Gleiche Stellung und Phase der Spindel wie vorher in Polansicht.

Fig. 33. Schief, fast radiär stehende Spindel; Spindelfasern.

Fig. 34. Erster Polkörper und schief stehende Spindel. Phase: 2. Sternform des Mutterkerns in Äquatorialansicht.

Fig. 35 und 36. Erste Polkörper.

Fig. 37. Erster Polkörper ausgestoßen (auffallend klein). Schief orientirte Spindel. Phase: 2. Sternform der Tochterkerne.

Fig. 38 *a*. Radiär stehende Spindel im Begriffe den zweiten Polkörper auszustoßen.

Fig. 38 *b*. Erster Polkörper desselben Eies aus benachbartem Schnitt.

Fig. 39. Schnitt durch die Fovea germinativa der Rana fusca vom gelegten, unbefruchteten Ei. Leitz, I, 7.

Fig. 40. Erster Polkörper desselben Eies aus dem viertnächsten Schnitt.

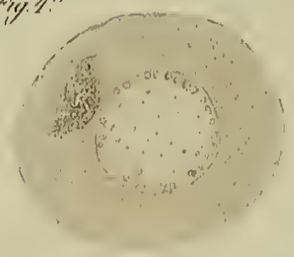
Fig. 41 *a* und *b*. Schematische Durchschnitte des unbefruchteten, längere Zeit in Wasser gelegenen Eies (*a*) und des eine Stunde befruchteten Eies von Rana fusca (*b*), um die Menge des Perivitellins anzuzeigen. Diese wird bezeichnet durch den zwischen Dotter und Dotterhaut befindlichen Raum.

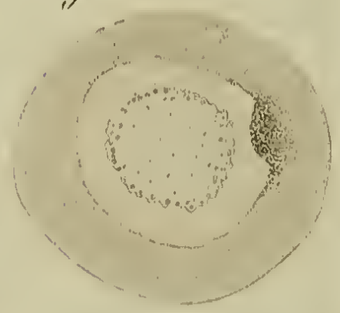
Fig. 42. Ei von Rana fusca zwei Stunden nach der Befruchtung. Auf der Abplattung des Dotters, die bedingt ist durch das leichte, oben angesammelte Perivitellin, ruhen die beiden Polkörper rechts. Die Fovea etwas größer und blasser links. Die Eiachse bildet mit der horizontalen einen Winkel von circa 45°. Vergrößerung des Eidurchmessers 15.

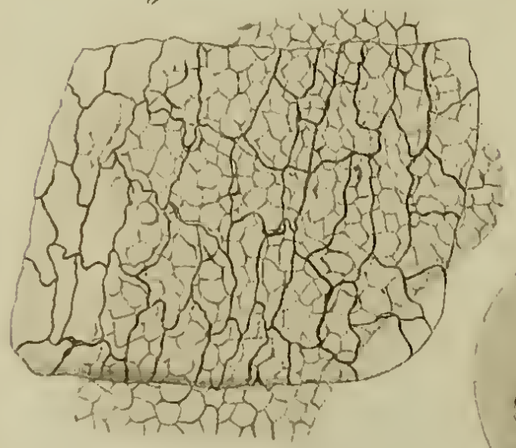
Fig. 43. Zwischen Dotterhaut und Dotter eingezwängter Polkörper (vgl. Fig. 40) bei mittlerer Vergrößerung von der Fläche gesehen.

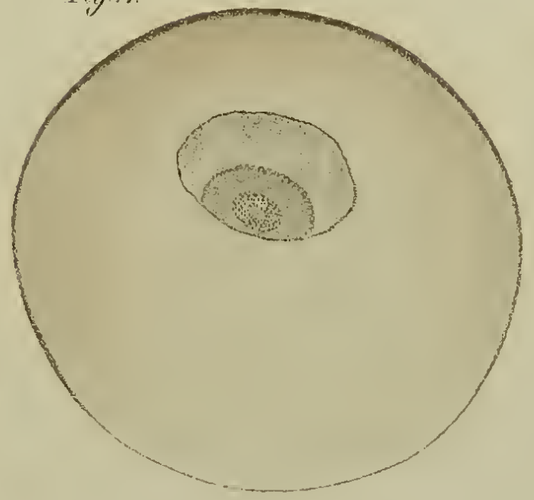
Fig. 44. Dotterhaut und innerste Hüllschicht des gelegten Eies von Rana fusca. Leitz, I, 7; langer Tubus.

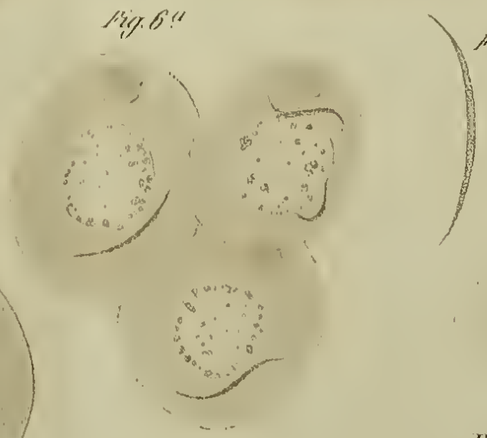
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

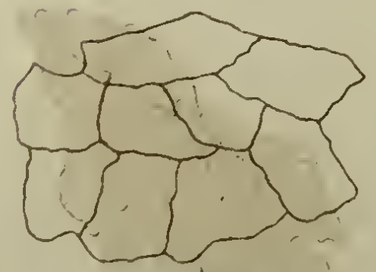








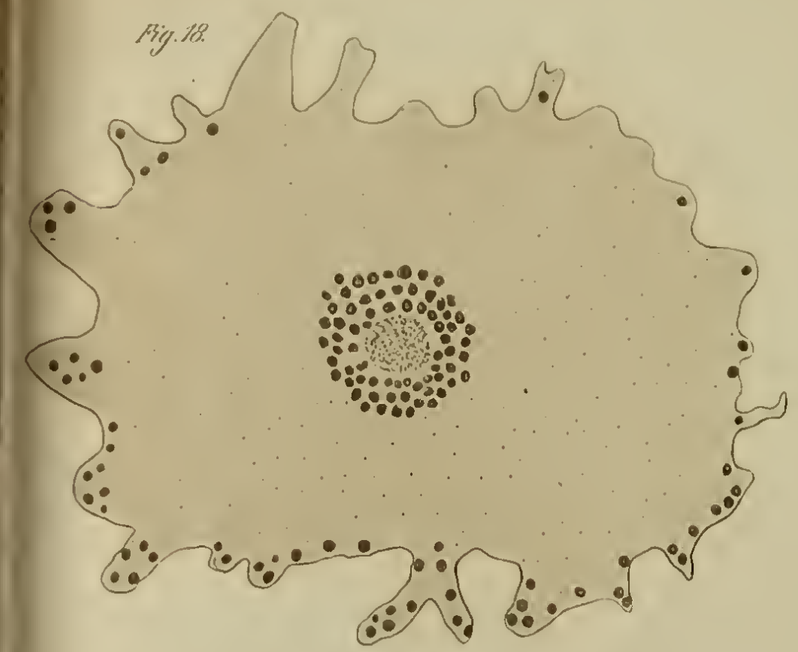


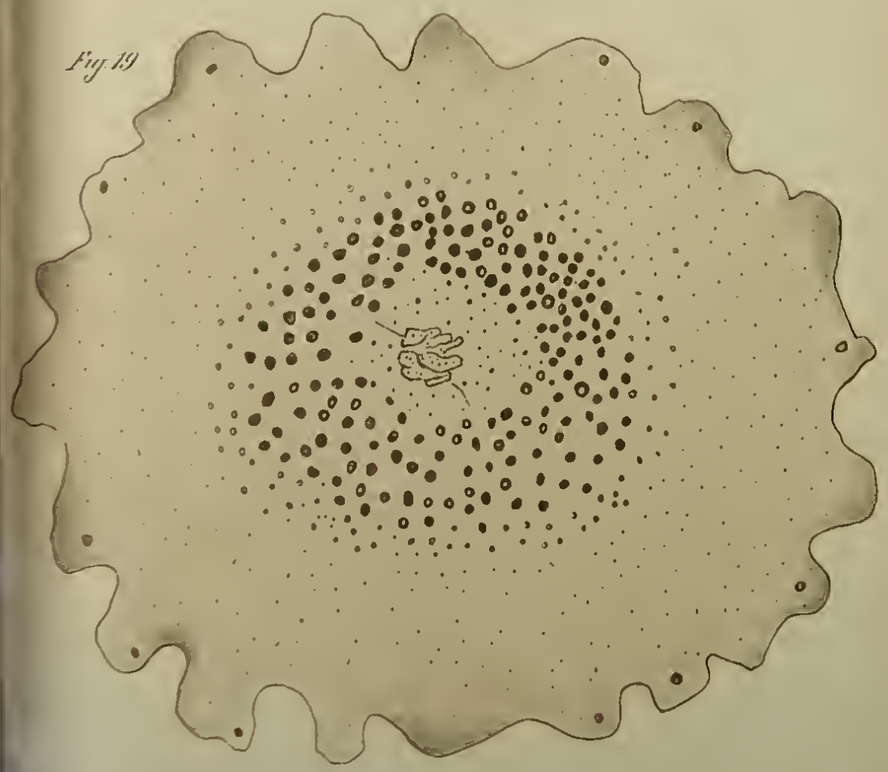


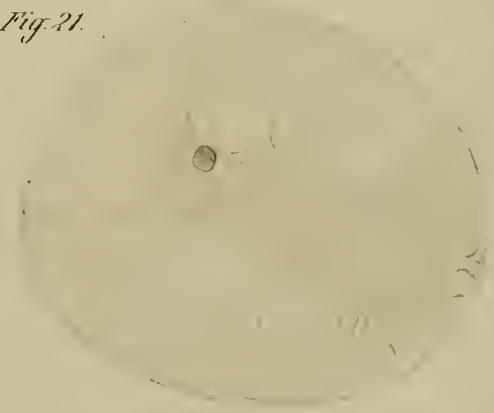
Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

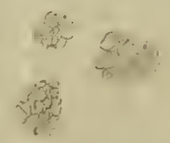
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

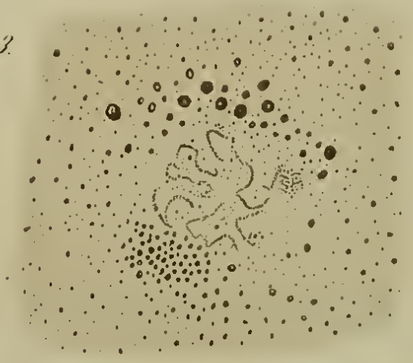
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

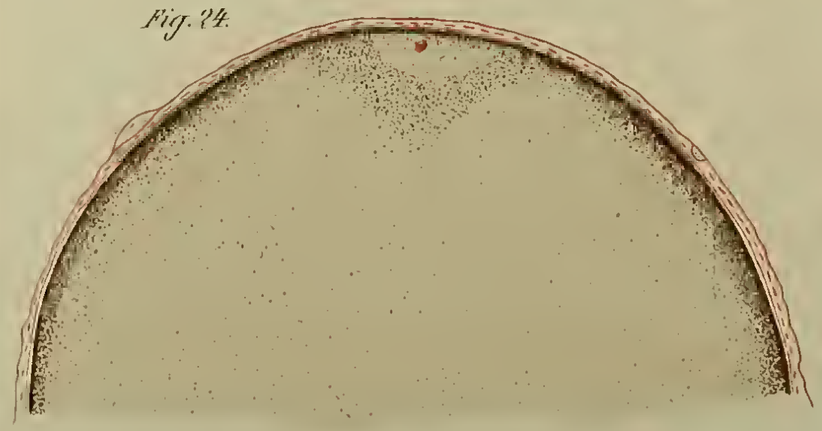


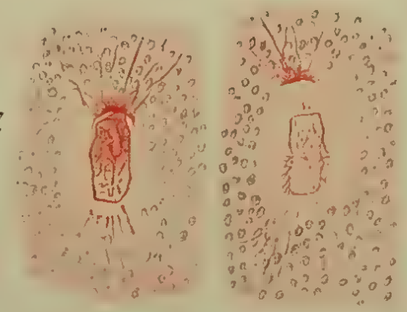


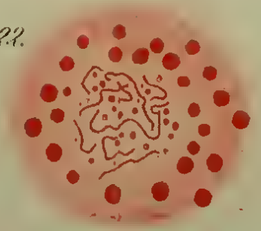


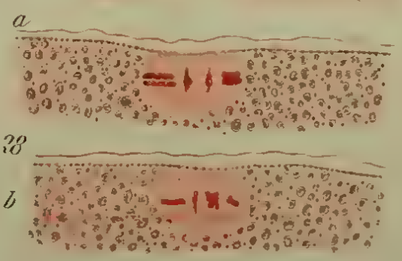








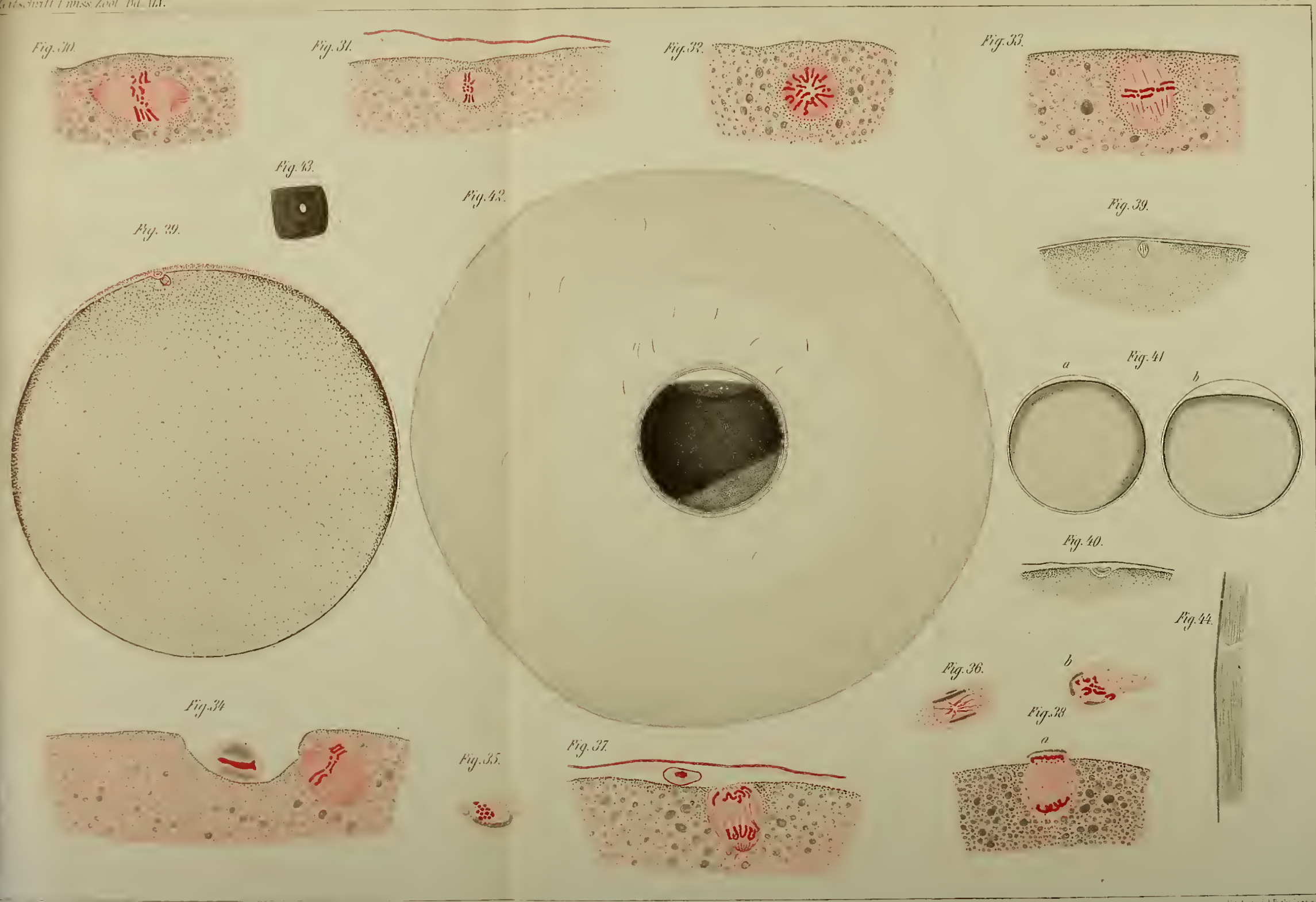




Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

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

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



Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: 45

Autor(en)/Author(s): Schultze Oskar

Artikel/Article: Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. 177-226