

Über den Reifungsprocess des Selachiereies.

Von

Dr. N. Kastschenko,

Professor der Zoologie an der Universität zu Tomsk.

Mit Tafel XVII.

Während meines neunmonatlichen Aufenthaltes in Neapel im Jahre 1887/88 habe ich mich hauptsächlich mit der Sammlung von Material wie auch mit der Bearbeitung desselben beschäftigt und es ist mir Dank der Liebenswürdigkeit und der Fürsorge der Verwaltung der Zoologischen Station gelungen einen so großen Vorrath von Präparaten vorzubereiten, dass eine baldige ausführliche Bearbeitung derselben unmöglich war. Es ist mir leider auch bis jetzt noch, wegen der Neuschaffung und Einrichtung eines zoologischen Instituts an der jungen Universität zu Tomsk, nicht möglich dieser Arbeit so viel Zeit zu widmen, als es mir wünschenswerth wäre. Ich beabsichtige desswegen die Resultate meiner Untersuchungen in einzelnen Abschnitten mitzutheilen, wobei ich mich, was den ganzen Umfang meiner Beobachtungen betrifft, auf meine vorläufige Mittheilung (8) beziehe. Dieser kleine Aufsatz stellt das erste Glied einer Reihe von Mittheilungen dar, die zusammen ein Ganzes bilden sollen.

I. Untersuchungsmethode.

Die Untersuchung der Keimbläschen, wie auch der Reifungserscheinungen derselben, habe ich hauptsächlich an den Eiern von *Pristiurus melanostomus*, *Torpedo ocellata* und *Scyllium canicula* ausgeführt. Die Eierstöcke resp. die Eier von den angegebenen Thieren waren nach der in der Zoologischen Station üblichen Methode (concentrirte Sublimatlösung, Entwässerung und Erhärtung in Alkohol mit einigen Tropfen Jodtinktur) behandelt und mit Boraxkarmin gefärbt. Jedes Ei habe ich auf zweierlei verschiedene Weise untersucht: 4) als

durchsichtiges Objekt und 2) in successiven Schnitten. Die Untersuchung der kleinen Ovarialeier in der ersten Weise bietet keine Schwierigkeiten; dieselbe geschieht nach der Aufhellung eines Theiles des gefärbten Eierstockes in Nelkenöl bei durchfallendem Lichte des Mikroskops. Zur Untersuchung in dieser Weise der größeren Ovarialeier, wie auch der Eier aus dem Eileiter resp. dem Uterus, braucht man nur die Keimscheibe sammt der umgebenden dünnen Schicht des Nahrungsdotters von der übrigen Masse des letzteren abzutrennen, was überhaupt sehr leicht vor sich geht. Hat man diese Trennung gleich nach der Fixirung im Sublimat nicht ausgeführt, so geschieht dieselbe fast immer während der späteren Behandlung des Präparates von selbst. Es gelingt nur bei großer Vorsicht die Keimscheibe in Verbindung mit dem umliegenden größeren Theile des Nahrungsdotters zu bearbeiten und die Untersuchung mancher solcher Präparate in successiven Schnitten hat mir gezeigt, dass nur die Keimscheibe und gelegentlich auch diejenige dünne Schicht des Nahrungsdotters, welche der Keimscheibe stets fest anhaftet, die Kerne resp. die denselben homologen Bildungen enthalten können. Was aber die ganze übrige Masse des Nahrungsdotters betrifft, so bleibt dieselbe in allen Entwicklungsstadien vollständig kernlos. Dies finde ich für nothwendig schon jetzt zu erklären, weil dieser Umstand eine große praktische Bedeutung hat. Interessirt man sich für die Geschichte irgend welcher Kerne im Ei, so findet man in allen Entwicklungsstadien in der dünnen Platte, welche aus der Keimscheibe und einer zuerst ganz dünnen, später etwas dickeren Schicht des Nahrungsdotters besteht und von der übrigen Eimasse ganz leicht sich trennen lässt resp. von selbst trennt, Alles, was überhaupt zu untersuchen ist. In den späteren Entwicklungsstadien wird diese Platte deshalb dicker, weil dann die Dotterkerne sich in den Nahrungsdotter immer weiter verbreiten und, indem sie ein dichteres Protoplasmanetz mitführen, die anliegenden Theile des Nahrungsdotters mit der Keimscheibe verbinden.

Die eben beschriebene Platte, nach der Färbung mit Boraxkarmin und Aufhellung mit Nelkenöl, unter Umständen auch nach der Einbettung in Kanadabalsam, lässt sich stets ganz leicht unter dem Mikroskop bei durchfallendem Lichte untersuchen. Nach der Untersuchung in toto und nach der Anfertigung der Zeichnungen, wurden die Keimscheiben in Paraffin eingebettet und mikrotomirt, wobei alle Vorsichtsmaßregeln getroffen waren, dass die Zugehörigkeit jedes Bildes in toto zu der bestimmten Serie der Schnitte genau angegeben war.

Hier will ich noch bemerken, dass die Reifung der Eier in beiden Ovarien desselben Thieres und die weitere Entwicklung der schon aus-

getretenen und befruchteten Eier gleichzeitig vor sich geht. Man findet deswegen in einem und demselben Thiere stets mehrere paarige Eier, wobei beide Eier eines jeden Paares dasselbe Entwicklungsstadium darstellen. Ein genaues Studium mehrerer solcher paarigen Eier hat mir gezeigt, dass der immer noch mögliche Unterschied in dem Entwicklungsstadium zwischen denselben außerordentlich gering ist. Gewöhnlich findet man in denselben sogar dasselbe Stadium der Kerntheilung. Diese Möglichkeit stets zwei ähnliche Stadien desselben Objektes zu haben, ist in höchstem Grade günstig für das Verständnis der Präparate.

II. Das reife¹ Keimbläschen.

Die Keimscheibe des ovarialreifen Eies hat die Form einer flachkonvexen, ca. 1,6 mm breiten und 0,4—0,5 mm dicken Linse, deren flache Seite nach außen gerichtet ist und unmittelbar der Dotterhaut anliegt und deren konvexe Seite allmählich in den Nahrungsdotter übergeht. In gefärbten Präparaten erscheint die Keimscheibe schwach rosaroth, indem der umliegende Nahrungsdotter fast ungefärbt bleibt (Taf. XVII, Fig. 2). Die Färbung der Keimscheibe wird augenscheinlich durch das Protoplasmanetz bedingt, welches hier viel dichter als im Nahrungsdotter erscheint.

Genau in der Mitte der Keimscheibe sieht man schon mit unbewaffnetem Auge einen runden weißen Fleck von 0,3—0,4 mm im Durchmesser. Dieser Fleck ist das Keimbläschen, dessen Form nur an den Schnitten oder an den isolirten Objekten sich genauer erkennen lässt; dieselbe steht einer flachkonvexen 0,16—0,18 mm dicken Linse auch ziemlich nahe (Fig. 1 und 4) mit der Abweichung, dass der äußere Rand des Keimbläschens abgerundet ist und die obere (äußere) Fläche desselben zuweilen leicht eingebuchtet erscheint. An der Oberfläche ist das Keimbläschen mit einer dünnen homogenen Membran bekleidet. Außerhalb dieser Membran findet man zuweilen an den erhärteten Präparaten eine zweite dickere und körnige Hülle, welche mit der echten Membran nicht zu verwechseln ist. Diese Hülle besteht aus sehr kleinen Dotterkörnchen, welche wahrscheinlich durch ein dichtes Protoplasmanetz verkittet sind. Die homogene Membran des Keimbläschens liegt gewöhnlich dem Inhalte desselben fest an und ist wegen ihrer Dünne in den meisten Fällen gar nicht zu bemerken. Es ist leichter dieselbe in den vertikalen Schnitten zu sehen, weil die untere, d. h. gegen das Centrum des Eies gerichtete Wandung derselben in vielen

¹ Als reifes bezeichne ich ein solches Keimbläschen, welches die höchste Größe erreicht hat und noch keine Merkmale des späteren Zerfalles zeigt.

Fällen bedeutend dicker als in den anderen Richtungen ist und als ein breiter homogener oder concentrisch geschichteter Saum erscheint (Fig. 4). Den letzteren findet man zuweilen auch an dem isolirten Keimbläschen, wenn dasselbe auf seine Kante gestellt ist, wodurch bewiesen wird, dass die besprochene Verdickung der Membran in der That existirt und nicht etwa durch Faltung oder die schiefe Richtung der Schnitte hervorgerufen wird. Was die Existenz der Membran überhaupt betrifft, so wird man über dieselbe außer Zweifel gestellt, wenn man eine Anzahl der in Folge der Reifung des Eies schon geschrumpften Keimbläschen beobachtet. In solchen Fällen kommt es nicht selten vor, dass die Membran von dem Inhalte des Bläschens sich trennt und an der Oberfläche desselben sich in Falten legt. Trotz ihrer Feinheit erscheint dann gewöhnlich der optische Querschnitt der Membran doppelkontourirt (Fig. 6).

Der Inhalt des Keimbläschens enthält, außer der feinkörnigen mit Boraxkarmin sich nicht färbenden Masse, welche in einigen Fällen eine radiäre Lagerung ihrer Körnchen bemerken lässt und im lebenden Zustand wohl flüssig ist, geformte Gebilde von zweierlei Art, welche beide gefärbt erscheinen: Körner und Fäden (Fig. 4 und 40). Die Körner sind fast kugelförmig und verschieden groß. Die größten derselben erreichen jedoch in den reifen Keimbläschen selten mehr als 46μ im Durchmesser. In einem und demselben Keimbläschen findet man stets die verschiedenartigsten Abstufungen in der Größe der Körner, von der oben angegebenen Dimension, bis zu solchen, welche überhaupt bei stärkeren Vergrößerungen nur kaum noch zu bemerken sind. Diese Körner sind augenscheinlich nichts Anderes als die schon längst bei allen meroblastischen und bei vielen holoblastischen Eiern bekannten pluralen Keimflecke oder richtiger Keimkörperchen. Die größeren von denselben erhalten gewöhnlich je eine oder mehrere Vacuolen. In den reifen Keimbläschen liegen gewöhnlich die Keimkörperchen excentrisch und in der Nähe der oberen Fläche des Keimbläschens, in einen Haufen versammelt, wobei die größeren eine mehr peripherische, die kleineren aber eine mehr centrale Lage im Keimbläschen einnehmen.

So viel mir bekannt ist, sind die Keimkörperchen die einzigen chromatischen Gebilde, welche bis jetzt im reifen Keimbläschen der meroblastischen Eier oder überhaupt solcher Eier, welche mit einer großen Menge des Nahrungsmaterials versehen, beobachtet worden sind. Ich fand dagegen bei meinen Objecten, wie in den Schnitten so auch in den isolirten Keimbläschen, stets eine bedeutende Anzahl von langen, verschiedenartig gewundenen Chromatinfäden (Fig. 4 und 40). Dieselben scheinen nicht selten verästelt zu sein, dieses ist aber nur

eine Täuschung. Untersucht man die scheinbar verästelten Fäden mit den stärksten Vergrößerungen, so findet man stets, anstatt der Verästelungen nur Kreuzungspunkte mehrerer oder eines stark gewundenen Fadens. Auf diese Weise habe ich mich überzeugt, dass echte Verästelungen nie vorkommen. Trotzdem, dass die meisten Fäden in der Zwischensubstanz ziemlich entfernt von einander liegen und überhaupt ganz gut zu sehen sind, kann man die Zahl derselben nicht genau bestimmen, weil es gewöhnlich nur bei starken Vergrößerungen gelingt, die freien Enden eines ausgewählten Fadens aufzufinden und somit denselben in seiner ganzen Ausdehnung zu verfolgen. Dabei erweist es sich nicht selten, dass der eine oder der andere Knoten, welcher früher aus mehreren zusammengerollten Fäden zu bestehen schien, in Wirklichkeit durch einen einzigen langen zusammengerollten Faden gebildet ist. Das Zählen aber dieser relativ sehr großen Gebilde bei starken Vergrößerungen ist höchst unbequem. Sicher ist es nur, dass es in jedem Keimbläschen mehrere ganz getrennte Chromatinfäden giebt. Ungefähr kann die Zahl derselben auf 30—50 bestimmt werden.

Im Gegensatz zu den Keimkörperchen liegen die Chromatinfäden näher der unteren Oberfläche des Keimbläschens; man kann desshalb in isolirten Keimbläschen diese beiderlei Gebilde nicht gleichzeitig klar sehen und solche Zeichnungen, wie z. B. Fig. 10, können nur unter Benutzung der Mikrometerschraube des Mikroskops angefertigt werden. An solchen Flächenbildern sieht man unter Anderem, dass die Chromatinfäden den mittleren Theil des Keimbläschens einnehmen. Der peripherische Theil desselben bleibt gewöhnlich von den Fäden frei, doch ist die Breite dieses freien Saumes bei verschiedenen Keimbläschen sehr verschieden.

Untersucht man die kleineren Eier, so findet man bei den Keimbläschen derselben folgende Abweichungen von dem oben Beschriebenen. Die Keimkörperchen sind etwas größer, zahlreicher und unregelmäßig vertheilt; nicht selten sind sie in dem ganzen Raum des Keimbläschens zerstreut. Bei solchen Eiern endlich, welche noch in toto als durchsichtiges Objekt untersucht werden können, sind die Keimkörperchen absolut weniger zahlreich, obgleich die Größe derselben wenig verändert erscheint und man findet nicht selten solche, welche 20 μ und mehr im Diameter haben. Die Chromatinfäden sind in den Keimbläschen der kleineren undurchsichtigen Eier weniger deutlich als in denselben der großen. In den Keimbläschen ganz kleiner durchsichtiger Eier konnte ich auch die Anwesenheit des Kerngerüsts nachweisen; was aber die Einzelheiten der Struktur desselben betrifft, so sind mir dieselben, zu meinem größten Bedauern, nicht genügend

klar geworden, weil meine diesbezüglichen Präparate schon nach meiner Abreise aus Neapel, also nicht aus frischem, sondern aus konservirtem Material angefertigt waren.

III. Die Reifung des Eies.

Die Reifung des Eies geschieht im Ovarium. Schon bei den größeren noch recht unreifen Eiern wechselt das Keimbläschen seine Lage genau so, wie es schon für alle meroblastischen Eier vielfach beschrieben ist. Es kommt dasselbe aus dem Centrum des Eies, wo es bei den kleinen Eiern zu liegen pflegt, an den oberen Pol desselben herauf und legt sich im Centrum der Keimscheibe ganz nahe der Oberfläche derselben an, so dass es von der äußeren Oberfläche des Eies nur durch eine dünne Schicht der Dotterkörner getrennt bleibt. Diese dünne Schicht, welche in manchen Fällen im Querschnitte bis zu einer einzigen Reihe der Dotterkörner reducirt erscheint (Fig. 4), wird gewöhnlich während der Entfernung der Follikelwand mit derselben weggenommen und in solchen Präparaten kommt die Oberfläche des Keimbläschens in ihrem mittleren Theil ganz frei zu Tage zu liegen. Nicht selten sieht man in solchen Fällen, dass die Dotterkörner in der Umgebung des Keimbläschens unregelmäßig radial gerichtet sind (Fig. 43).

Zu dieser Zeit wird die Form des Keimbläschens schon bedeutend verändert. Dasselbe erscheint wie geschrumpft, weil seine Wand viele größere und kleinere Ausbuchtungen und Vertiefungen gebildet hat (Fig. 4 und 43). Manches Mal findet man in der nächsten Umgebung des Keimbläschens eine oder mehrere Vacuolen, welche in Folge des Austrittes der formlosen Flüssigkeit aus den Keimbläschen gebildet zu sein scheinen.

Die chromatischen Bestandtheile des Keimbläschens zeigen zu gleicher Zeit wichtige Veränderungen. Die Fäden sammeln sich im Centrum desselben und bilden hier zuerst einen lockeren (Fig. 43) und nachher einen dichteren Knäuel (Fig. 4). Auch der Haufen der Keimkörperchen nähert sich dem Centrum des Keimbläschens. Die Zahl derselben wird geringer, die einzelnen Keimkörperchen werden kleiner, blasser und scheinen allmählich sich aufzulösen. Im Stadium des lockeren Knäuels decken sich zum Theil beide Gruppen der Chromatinbildungen, so dass eine Anzahl der Keimkörperchen zwischen den Chromatinfäden zerstreut erscheint. Ich habe jedoch nie gesehen, dass beide Gruppen sich vollständig deckten. Im Stadium des dichteren Knäuels sieht man schon nichts mehr von den Keimkörperchen.

Hier folgt eine Lücke in meinen Beobachtungen. Trotz aller Mühe

und reichem Material ist es mir nicht gelungen die Auflösung des Keimbläschens und die erste Richtungsspindel zu beobachten. In den nächsten Stadien, welche ich zahlreich beobachtet habe, sah die Keimscheibe etwa so aus, wie die Fig. 3 zeigt. Von dem Keimbläschen ist schon nichts mehr zu bemerken. An der Oberfläche des Eies findet man schon ein ganz fertiges Richtungskörperchen und im Inneren der Keimscheibe einen Rest der Chromatinsubstanz. Bei zwei (paarigen) Eiern, welche ich für die jüngsten dieser Art zu betrachten geneigt bin, war der Chromatinrest bei den schwachen Vergrößerungen gar nicht zu bemerken; bei mittleren Vergrößerungen fand ich jedoch in einiger Entfernung von dem Richtungskörperchen mehrere Gruppen kleinster Chromatinkörner (Fig. 41), welche in solcher Weise gelagert waren, dass man beinahe vermuthen konnte, ob dieselben nicht bei starken Vergrößerungen sich als unregelmäßig zusammengerollte Chromatinfäden erweisen würden. Die Anwendung der besten Apochromate hat jedoch die Zusammensetzung dieser Chromatinflecken aus getrennten Körnern vollständig bestätigt (Fig. 42). In den meisten Eiern aber, welche aus dem Eierstock genommen sind und schon kein Keimbläschen besitzen, findet man im Inneren der Keimscheibe nur ein einziges Chromatinkorn, welches, obwohl im Vergleich mit den einzelnen Fäden relativ groß, doch im Verhältnis zu der Keimscheibe und desto mehr zu dem ganzen Ei außerordentlich klein erscheint. Die Chromatinsubstanz ist in diesem Korn so kompakt zusammengedrückt, dass es nur ausnahmsweise gelingt an der Oberfläche desselben einige Unebenheiten, wie es z. B. Fig. 7 zeigt, zu bemerken. Gewöhnlich sieht derselbe vollständig homogen aus. Wenn mein Verständnis dieser Präparate richtig ist, so müssen wir annehmen, dass die Chromatinfäden, welche nach der Bildung der ersten Richtungsspindel im Ei verbleiben, in einzelne Körner zerfallen können. Die letzteren fließen nachher in eine einzige Chromatinkugel zusammen, welche, wie die weiteren Erscheinungen zeigen, sich wieder in mehrere Fäden theilt.

Das weitere Stadium und zu gleicher Zeit das einzige Objekt seiner Art stellen Fig. 8 und 9 dar. Hier waren die Schnitte ganz zufällig so gerichtet (ich glaube nicht, dass es möglich wäre dies mit Absicht zu erreichen), dass das Richtungskörperchen und der in der Keimscheibe verbleibende Theil der Chromatinsubstanz vollständig und unberührt in einen und denselben Schnitt gefallen sind. Sämmtliche Schnitte dieser Keimscheibe sind aufbewahrt worden und mit Ausnahme des abgezeichneten Schnittes ist in den übrigen nichts von der Chromatinsubstanz zu sehen. In diesem Falle sieht man den Eikern schon in der deutlichen Gestalt der Richtungsspindel, jedenfalls der zweiten Rich-

tungsspindel. Dieselbe ist sehr klein (ca. 45μ lang) und schief zu der Oberfläche der Keimscheibe gerichtet. Man sieht klar die achromatische Substanz und scheinbar drei (von einer Seite aus gesehen) chromatische Stäbchen. In der That aber bestehen diese scheinbaren Stäbchen, wie die Untersuchung mit den stärksten Vergrößerungen zeigt, aus mehreren dicht zusammengerollten Chromatinfäden, welche durch achromatische Substanz in drei Gruppen getheilt sind. Das paarige Ei zeigt dasselbe Stadium, ist aber nicht so demonstrativ, weil das Richtungskörperchen und die Richtungsspindel bei demselben in verschiedene Schnitte gefallen sind.

Hier müssen wir die Frage über die Bildung der Dotterhaut berühren. Die Dotterhaut des Selachiereies ist überhaupt nicht in allen Fällen und nicht in allen Theilen der Eioberfläche von der oberflächlichen Dotterschicht scharf geschieden. Man überzeugt sich von der Existenz derselben viel leichter durch Experimente als durch die anatomische Untersuchung. Versucht man an einem schon mit horniger Schale versehenen Ei das Blastoderm an einer bestimmten Stelle mit der Nadelspitze zu durchstechen, so bemerkt man, dass dies nicht leicht gelingt, weil die Oberfläche des Eies mit einer elastischen Membran bekleidet ist, welche die Genauigkeit der Operirung erschwert. Dieselbe ist übrigens sehr zart, was schon daraus zu schließen ist, dass der, von der Hornschale befreite Dotter viel leichter zerreißt, als es z. B. bei den Hühnereiern der Fall ist. An den Schnitten ist trotzdem die Dotterhaut nicht immer klar zu sehen. In den jüngeren Entwicklungsstadien und namentlich während der Segmentation erscheint dieselbe meistens nur außerhalb des Blastoderms als scharf begrenzte, dünne, homogene Membran. Im Bereich des Blastoderms dagegen findet man an der Oberfläche desselben nur einen scharfen Kontour, eine Verdichtung des Protoplasmas, welche keine scharfe Abgrenzung von der Substanz der Furchungskugeln darstellt und doch an der Peripherie der Keimscheibe in die Dotterhaut unmerklich übergeht. Der oben erwähnte scharfe Kontour geht auch in die Ränder der Segmentationsfurchen über und verliert sich allmählich in der Tiefe der letzteren.

So steht die Sachlage bei den mit einer Hornschale versehenen Eiern. Was die Ovarialeier betrifft, so könnte man auf Grund der groben Beobachtungen glauben, dass dieselben jeder Spur von Dotterhaut entbehren, weil es nie gelingt ein Ei aus dem Ovarialfollikel in toto zu befreien. Jedes Ovarialei scheint in seinem Follikel ganz frei zu liegen und unmittelbar durch das Epithel desselben begrenzt zu sein. Trotzdem findet man gewöhnlich an den Schnitten auch bei den Ovarialeiern eine dünne Dotterhaut und, was besonders unerwartet

erscheint, auch im Bereich der Keimscheibe, was z. B. an den Fig. 5 und 9 deutlich zu sehen ist. Dass diese dünne Haut etwas Anderes als Dotterhaut darstellen sollte, ist schwer anzunehmen. Im Gegentheil, die Anwesenheit derselben erscheint ganz nothwendig, um den Übergang des Eies in den Eileiter in toto zu ermöglichen. Vielmehr kann man sich darüber wundern, warum die Dotterhaut während der Furchung nicht so scharf von der Eisubstanz abgegrenzt erscheint. Jedenfalls kann ich auf Grund meiner Beobachtungen BALFOUR (10) nicht beistimmen, welcher behauptet (l. c. p. 37), dass das Selachierei vor der Befruchtung keine Dotterhaut besitzt.

Die Dotterhaut kann also schon bei den Ovarialeiern gebildet werden, aber wann? vor oder nach der Bildung der Richtungskörperchen? Ganz bestimmt kann ich diese Frage nicht beantworten, weil ich nur bei fünf Eiern die gegenseitigen Beziehungen zwischen der Dotterhaut und den Richtungskörperchen klar gestellt habe. Zwei von denselben gehörten dem *Pristiurus mel.* an und besaßen je ein Richtungskörperchen und eine Richtungsspindel. Das Richtungskörperchen lag bei den beiden unter der Dotterhaut (Fig. 9); dieselbe war also schon vor der Bildung des ersten Richtungskörperchen da. Drei andere Eier stammten von *Scyllium*. Unter diesen, zwei von *Sc. canicula*, hatten je zwei und eins von *Sc. catulus* sogar drei Richtungskörperchen. In allen drei Fällen lagen sämtliche Richtungskörperchen über der Dotterhaut (Fig. 5). Die letztere war also in diesen Fällen nach der Bildung sämtlicher Richtungskörperchen entstanden. Aus diesen Gründen scheint es möglich, dass die Dotterhaut bei verschiedenen Gattungen bald kurz vor, bald nach der Ausscheidung der Richtungskörperchen gebildet werden kann. Wenn aber diese Annahme als unrichtig sich erweist, so bleibt nur anzunehmen, dass an der Oberfläche des Selachiereies zu verschiedenen Zeiten es zwei ähnliche Hüllen giebt. Bei den Eiern, welche noch ein Keimbläschen besaßen, habe ich nie deutliche Dotterhaut und höchstens nur einen scharfen Kontour der Dotteroberfläche auffinden können.

IV. Die Richtungskörperchen.

Angesichts neuer Theorien über die Bedeutung der Richtungskörperchen, welche der Zahl derselben besondere Wichtigkeit beilegen (WEISMANN u. A. m.), habe ich alle meine Flächenpräparate und alle Schnittserien der unsegmentirten Keimscheiben, wie auch manche Schnittserien aus früheren und späteren Furchungsperioden (die Flächenpräparate aus den letzten Stadien waren nicht untersucht, weil das Auffinden der Richtungskörperchen in denselben aus den weiter

unten angeführten Gründen höchst unsicher ist) in Bezug auf die Anwesenheit und die Zahl der Richtungskörperchen sehr sorgfältig durchgeprüft. Im Ganzen sind 52 Eier auf diese Weise untersucht worden. Unter diesen waren sieben (sämmtlich von *Pristiurus mel.*) aus dem Eierstock entnommen und gehörten dem Reifungsstadium an. Sechs von denselben hatten je ein Richtungskörperchen und einen Kern resp. Richtungsspindel oder ein Konglomerat der Chromatinkörnchen in der Keimscheibe. In dem siebenten Ei habe ich keine Richtungskörperchen und bloß einen Haufen der Chromatinkörnchen mitten in der Keimscheibe aufgefunden. Zwei Richtungskörperchen habe ich in Ovarialeiern nie beobachtet. Wahrscheinlich wird das zweite derselben nur nach dem Austritt des Eies aus dem Eierstock (nach der Befruchtung?) gebildet.

Die übrigen 45 Eier waren dem Eileiter entnommen. Unter denselben sind nur bei zweien, von *Scyllium catulus*, sicher drei Richtungskörperchen aufgefunden worden. Zwei waren in sieben Fällen (sechs von *Prist. mel.* und eins von *Scyll. canicula*) vorhanden; eins in 43 Fällen (12 von *Prist. mel.* und eins von *Raja sp.*); gar keine Richtungskörperchen sind in 23 Fällen aufgefunden worden (21 von *Prist. mel.*, eins von *Scyll. can.* und eins von *Raja sp.*). Ich theile diese Resultate mit, weil dieselben unter gewissen Bedingungen vielleicht nützlich sein können, obgleich ich vollständig zugebe, dass diese Angaben, an und für sich, die WEISMANN'sche Theorie über die Existenz zweier Richtungskörperchen weder erschüttern noch unterstützen können. Das Auffinden eines einzigen, wie auch gar keiner Richtungskörperchen bei solchen Eiern, welche sicher schon reif oder sogar segmentirt waren, giebt natürlich noch keine Berechtigung zu der Annahme, dass die betreffenden Eier in der That nur eins oder keine Richtungskörperchen besaßen. Es ist nämlich eine sehr mühsame Arbeit kleine Richtungskörperchen zwischen den Segmentationskugeln oder auch an der Oberfläche der Keimscheibe zuweilen an Hunderten und jedenfalls an mehreren Dutzenden von successiven Schnitten aufzusuchen und die Möglichkeit eines Versehens ist auch bei der größten Sorgfalt nicht ausgeschlossen. Allerdings will ich bemerken, dass ich auch an den unsegmentirten, aber schon mit mehreren Furchungskernen versehenen Eiern, an welchen das Auffinden der Richtungskörperchen unvergleichlich sicherer, als an den segmentirten ist, doch meistens nur eins von denselben auffand. Die Zahl solcher Eier von *Pristiurus* betrug acht. Dazwischen hatten zwei zu je zwei, fünf zu je eins und eins gar keine Richtungskörperchen.

Die Lage der Richtungskörperchen auf der Keimscheibe ist sehr verschieden. Dieselben liegen zuweilen in der Nähe des Centrum derselben,

vorzugsweise aber in der Peripherie; in einigen Fällen liegen sie alle zusammen, in anderen sind sie zerstreut in verschiedene Gegenden der Keimscheibe.

Das Aussehen der Richtungskörperchen ist sehr charakteristisch. Seiner Form nach stellt jedes derselben eine von 30 bis 42 μ lange, 20 bis 30 μ breite und 12 bis 18 μ dicke ovale oder ellipsoidale Platte (Fig. 42 und 7) dar. Seine Substanz ist stärker lichtbrechend als z. B. dieselbe der Furchungskugeln und mit einer leichten gelblichen Nuance versehen. Im Körper des Richtungskörperchen kann man gewöhnlich zwei Zonen unterscheiden: eine äußere concentrisch geschichtete und eine innere, punktirte. In der letzten sieht man nicht selten kleinere und größere Vacuolen (Fig. 5). In einigen Fällen trifft man im Richtungskörperchen auch auf Dotterplättchen, aber stets in einer geringen Anzahl. Der Körper desselben besteht also hauptsächlich aus Protoplasma. Einen gewöhnlichen ruhenden Kern habe ich in den Richtungskörperchen nie beobachtet. Anstatt desselben findet man stets eine unregelmäßige Gruppe der Chromatinkörner, welche meistens reihenweise vertheilt sind und bei ungenügender Vergrößerung für Fäden angenommen werden können (Fig. 7 und 42). Nur in einem Falle habe ich in der That einen unregelmäßigen Knäuel der Chromatinfäden aufgefunden (Fig. 5). Charakteristische Theilungsfiguren habe ich in den Richtungskörperchen eben so wenig als ruhende Kerne gesehen.

In meiner vorläufigen Mittheilung (8) habe ich schon erwähnt, dass die Richtungskörperchen im Anfang der Furchung zuweilen in die Räume zwischen den Furchungskugeln hineinfallen, wo sie ohne besondere Schwierigkeiten im Anfang der Segmentation, so lange die Segmentationskugeln noch groß sind, aufgefunden werden können. Das Aufsuchen derselben in den späteren Stadien hielt ich damals für unmöglich, wegen der Schwierigkeit der Unterscheidung der Richtungskörperchen von den kleinen Furchungskugeln. Die späteren wiederholten Nachuntersuchungen meiner Serienschnitte haben mir jedoch gezeigt, dass die eben erwähnte Unterscheidung im Gegentheil, Dank den charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Richtungskörperchen, gewöhnlich ganz leicht erscheint und die Schwierigkeit nur ausschließlich in der Nothwendigkeit, eine Menge von successiven Schnitten bei relativ starker Vergrößerung zu durchforschen, liegt. Es ist mir in der That gelungen, in manchen von meinen Schnittserien von bedeutend späteren Entwicklungsstadien, als ich zuerst für möglich gehalten, die Richtungskörperchen aufzufinden und zwar in Stadien der tiefen Furchung, der äußerlich sichtbaren Furchungshöhle und der schüsselförmigen Keimscheibe, also bis in das incl. V. Stadium meiner Stadientheilung (l. c.).

Die Richtungskörperchen traf ich bei den älteren Eiern gewöhnlich am Boden der Furchungshöhle liegend. Dies hat mich auf die Vermuthung geführt, ob die Richtungskörperchen nicht irgend welche Rolle in der Formirung des Embryonalleibes spielen, ob dieselben nicht etwa das Material für die Blutkörperchen liefern? Der Gedanke war vielleicht an und für sich wenig wahrscheinlich, ich hielt es jedoch für zweckmäßig denselben auf dem Wege direkter Beobachtung entweder zu verwerfen oder zu bestätigen. Mit äußerster Geduld gewaffnet habe ich noch eine bedeutende Anzahl von Schnittserien durchmustert und gefunden, dass das Eindringen der Richtungskörperchen in das Innere der segmentirten Keimscheibe keine beständige Erscheinung ist. An einigen derselben, welche schon im IV. Stadium sich befanden, an welchen also die primäre Furchung schon längst abgeschlossen war, habe ich die Richtungskörperchen an der Oberfläche des Blastoderms und gewöhnlich am Rande derselben aufgefunden. Das spätere Eindringen der Körperchen in das Innere der Keimscheibe scheint mir höchst unwahrscheinlich, weil die Oberfläche der letzteren zu dieser Zeit schon aus dicht zusammengepressten Zellen besteht, also eine kontinuierliche Schicht ohne irgend welche Öffnungen darstellt und auch weiterhin diesen Charakter beibehält. Diese Unbeständigkeit des Eindringens der Richtungskörperchen in das Innere der Keimscheibe beweist genügend, dass dieselben keine Rolle in der Formirung des Embryonalleibes spielen. Hierzu will ich noch beifügen, dass auch diejenigen Richtungskörperchen, welche ich in der Furchungshöhle beobachtet habe, nie irgend welche Erscheinungen zeigten, welche ihre Lebens- und Vermehrungsfähigkeit beweisen könnten.

V. Schlussfolgerungen.

Der Reifungsprocess der meroblastischen Eier ist bis heute nicht klar gestellt. In Einem nur sind alle Forscher einverstanden: dass das Keimbläschen zu dem animalen Pole des Eies hinaufsteigt und hier schließlich verschwindet. Die meisten Forscher erklären das Verschwinden durch das Ausstoßen entweder des ganzen Keimbläschens (4) oder gewisser Bestandtheile desselben (9, 5 und 6) auf die Oberfläche des Eies, wobei die im Ei verbleibenden Theile sich auflösen sollen. Die Bildung der Richtungskörperchen war meistens nicht beobachtet und sogar in Abrede gestellt worden. Woher der später erscheinende Eikern kommt, wird auch nicht aufgeklärt. Nur an den Eiern der Knochenfische hat HOFFMANN (3) die Bildung der Richtungskörperchen beobachtet, aber auch dieser allerdings sehr wichtige Befund hat die Frage nicht lösen können, weil die späteren Untersuchungen, wel-

che an den mit großer Menge des Nahrungsdotters versehenen meroblastischen Eiern ausgeführt worden sind (1), diese Thatsache nicht bestätigen konnten.

In der letzten Zeit hat die schöne und ausführliche Arbeit von O. SCHULTZE (2) über den Reifungsprocess des Amphibieneies, das, obwohl es seiner totalen Furchung wegen zu den meroblastischen nicht zugerechnet wird, doch seiner Struktur nach viel Anknüpfungspunkte mit denselben darbietet, viel Licht in den uns interessirenden Process gebracht. Jedenfalls aber, so viel es mir bekannt ist, bleibt die Frage über die Reifung der charakteristischen, mit einer großen Menge des Nahrungsdotters versehenen meroblastischen Eier, wie z. B. derjenigen von Selachiern, Reptilien und Vögeln, bis jetzt noch im Dunkeln und diejenigen Erscheinungen an diesen Eiern, welche thatsächlich beobachtet wurden, können mit den durch die Arbeiten von O. HERTWIG, BÜTSCHLI, FOL, VAN BENEDEN u. A. m. entdeckten und ausführlich beschriebenen Reifungserscheinungen der holoblastischen Eier nicht in Einklang gebracht werden¹.

Ogleich meine Arbeit nicht lückenlos erscheint, so glaube ich dennoch berechtigt zu sein, aus meinen Befunden den Schluss zu ziehen, dass die Reifung des Selachiereies in allen Hapterscheinungen genau in derselben Weise vor sich geht, wie diejenige der holoblastischen Eier. Während der Reifung werden durch karyomitotische Theilung der Eizelle die Richtungskörperchen gebildet, manchmal zwei, von denen das eine im Ovarium, das zweite, wie es scheint, nach dem Austritt des Eies und vielleicht gleichzeitig mit der Befruchtung abgetrennt wird. Das Keimbläschen, als ein Ganzes, wird sicher aus dem Ei nicht ausgestoßen; ob aber auch etwas von den Bestandtheilen desselben ausgestoßen wird, dieses kann ich mit Sicherheit nicht sagen, doch finde ich aus meinen Beobachtungen keinen Grund auch eine solche partielle Ausstoßung bei den Selachiern anzunehmen. Ein körniges Gerinnsel, welches manche Forscher an der Oberfläche der reifenden resp. reifen meroblastischen Eier beobachtet haben und als ausgestoßenen Inhalt des Keimbläschens oder sogar als ausgebreitete Membran desselben ansehen, habe ich nie beobachtet. Desshalb scheint es mir viel wahrscheinlicher, dass der flüssige Inhalt des Keimbläschens, wie auch die Membran desselben ganz einfach im Dotter des Eies aufgelöst werden. Noch früher werden die Keimkörperchen im Inneren des Keimbläschens aufgelöst. Die Chromatinfäden der Richtungsspindel, der Richtungskörperchen und des Eikernes sind dieselben

¹ Eine ausführliche Zusammenstellung der Litteratur siehe bei WALDEYER (7, p. 70 f.).

Chromatinfäden (resp. deren Abkömmlinge), welche ich in den ruhenden Keimbläschen noch weit vor der Reifung des Eies nachgewiesen habe.

Tomsk, den 20. Februar 1890.

L i t t e r a t u r.

1. C. F. SARASIN, Reifung und Furchung der Reptilieneier. Arb. aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg. Bd. VI. Wiesbaden 1883.
2. O. SCHULTZE, Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. Erste Abhandlung. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.
3. C. K. HOFFMANN, Zur Ontogenie der Knochenfische. Amsterdam 1884.
4. J. OELLACHER, Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthierei. Arch. für mikr. Anatomie. Bd. VIII. 1872.
5. O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morphol. Jahrb. Bd. III. 1876.
6. ——— Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. Jena 1886—1887.
7. W. WALDEYER, Über Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Arch. für mikr. Anatomie. Bd. XXXII. 1. Hft. 1888.
8. N. KASTSCHENKO, Zur Entwicklungsgeschichte des Selachierembryo. Anat. Anzeiger. III. Jahrg. 1888. Nr. 16.
9. F. M. BALFOUR, A monograph of the development of elasmobranch fishes. London 1878.
10. ——— Handbuch der vergl. Embryologie. Übersetzt von VETTER. II. Bd. Jena 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII.

Sämmtliche Zeichnungen sind mit Hilfe der OBERHÄUSER'schen Camera und des Mikroskop von HARTNACK gezeichnet. Diejenigen Präparate, welche die Anwendung der stärksten Objective verlangten (Fig. 5, 7 und 12), waren zuerst mit 41. Immersionssystem von HARTNACK gezeichnet. Später habe ich die Möglichkeit bekommen, diese Präparate mit dem apochromatischen Objectiv 2,0 von ZEISS durchzumustern und die Richtigkeit der Zeichnungen zu kontrolliren. Auch alle übrigen Zeichnungen sind vor und nach dem Zeichnen wiederholt mit weit stärkeren Vergrößerungen untersucht worden als sie gezeichnet worden sind.

Fig. 4. Theil eines vertikalen Schnittes durch die Keimscheibe eines ovarialreifen Eies von *Torpedo ocellata*. In der Mitte sieht man das Keimbläschen. 5. System von HARTNACK mit ausgezogenem Tubus. a, Bindegewebshülle des Ei-

follikels; *b*, Epithel desselben; *c*, Bildungsdotter; *d*, verdickter Theil der Keimbläschenmembran; *e*, Keimkörperchen; *f*, Chromatinfäden.

Fig. 2 und 3. Keimscheiben der Ovarialeier von *Pristiurus melanostomus*. Flächenpräparate. 2. System von HARTNACK. Der Bildungsdotter ist röthlich, der Nahrungsdotter gelblich.

Fig. 2. Keimscheibe eines ovarialreifen Eies. Im Centrum sieht man das Keimbläschen mit mehreren Keimkörperchen.

Fig. 3. Keimscheibe eines befruchtungsreifen Eies. In der Verlängerung der Linie *a* Chromatinrest im Ei; in der Verlängerung der Linie *b* ein Richtungskörperchen.

Fig. 4. Theil eines vertikalen Schnittes durch die Keimscheibe eines reifenden Eies von *Pristiurus melanostomus*. In der Mitte sieht man das geschrumpfte Keimbläschen, in dessen Centrum ein dichter Knäuel der Chromatinfäden sich befindet.

5. System von HARTNACK mit ausgezogenem Tubus. *a*, Bindegewebshülle des Eifollikels; *b*, Epithel desselben.

Fig. 5. Theil eines vertikalen Schnittes einer unsegmentirten Keimscheibe von *Scyllium canicula* mit 18 Kernen. 11. Imm.-System von HARTNACK. *a*, Dotterhaut; *b*, Dotterplättchen; *c*, Richtungskörperchen.

Fig. 6. Theil eines isolirten Keimbläschens von *Pristiurus melanostomus* mit der abgetrennten homogenen Membran desselben. 5. System von HARTNACK mit ausgezogenem Tubus.

Fig. 7. Chromatinrest (*a*) und Richtungskörperchen (*b*) des Präparates, welches in Fig. 3 abgebildet ist. 11. Imm.-System von HARTNACK.

Fig. 8. Vertikaler Schnitt durch die Keimscheibe eines Ovarialeies von *Pristiurus melanostomus*, welche ein Richtungskörperchen und eine Richtungsspindel besitzt. 2. System von HARTNACK. *a*, Bildungsdotter; *b*, Nahrungsdotter. An der Oberfläche des ersteren sieht man zwei rothe Pünktchen: ein Richtungskörperchen und eine Richtungsspindel (vgl. Fig. 9).

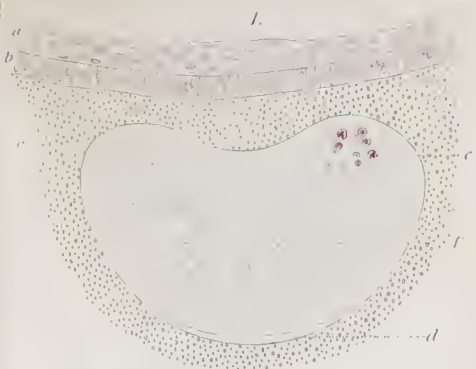
Fig. 9. Theil desselben Präparates bei 5. System von HARTNACK mit ausgezogenem Tubus gezeichnet. *a*, Dotterhaut; *b*, Bildungsdotter; *c*, Richtungskörperchen; *d*, Richtungsspindel.

Fig. 10. Ein isolirtes Keimbläschen von *Pristiurus melanostomus* von der unteren Oberfläche aus gesehen. 5. System von HARTNACK mit ausgezogenem Tubus. *a*, Keimkörperchen; *b*, Chromatinfäden.

Fig. 11. Theil der Keimscheibe eines Ovarialeies von *Pristiurus melanostomus* mit Gruppen von Chromatinkörnchen und einem Richtungskörperchen. Flächenpräparat. 5. System von HARTNACK mit ausgezogenem Tubus.

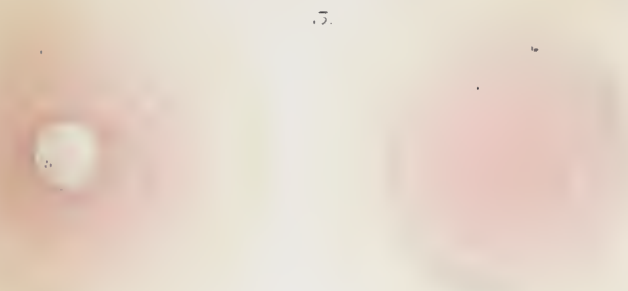
Fig. 12. Dasselbe Präparat bei 11. Immersionssystem von HARTNACK. *a*, Gruppen der Chromatinkörnchen; *b*, Richtungskörperchen.

Fig. 13. Mittlerer Theil der Keimscheibe eines reifenden Ovarialeies von *Pristiurus melanostomus*. Flächenpräparat. Man sieht das geschrumpfte Keimbläschen und die radiär gerichteten Dotterplättchen oberhalb desselben. 5. System von HARTNACK mit ausgezogenem Tubus. *a*, Keimkörperchen; *b*, lockerer Knäuel der Chromatinfäden; *c*, Vacuole im Bildungsdotter.



1.

2.



3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25.

26.

27.

28.

29.

30.

31.

32.

33.

34.

35.

36.

37.

38.

39.

40.

41.

42.

43.

44.

45.

46.

47.

48.

49.

50.

51.

52.

53.

54.

55.

56.

57.

58.

59.

60.

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67.

68.

69.

70.

71.

72.

73.

74.

75.

76.

77.

78.

79.

80.

81.

82.

83.

84.

85.

86.

87.

88.

89.

90.

91.

92.

93.

94.

95.

96.

97.

98.

99.

100.

101.

102.

103.

104.

105.

106.

107.

108.

109.

110.

111.

112.

113.

114.

115.

116.

117.

118.

119.

120.

121.

122.

123.

124.

125.

126.

127.

128.

129.

130.

131.

132.

133.

134.

135.

136.

137.

138.

139.

140.

141.

142.

143.

144.

145.

146.

147.

148.

149.

150.

151.

152.

153.

154.

155.

156.

157.

158.

159.

160.

161.

162.

163.

164.

165.

166.

167.

168.

169.

170.

171.

172.

173.

174.

175.

176.

177.

178.

179.

180.

181.

182.

183.

184.

185.

186.

187.

188.

189.

190.

191.

192.

193.

194.

195.

196.

197.

198.

199.

200.

201.

202.

203.

204.

205.

206.

207.

208.

209.

210.

211.

212.

213.

214.

215.

216.

217.

218.

219.

220.

221.

222.

223.

224.

225.

226.

227.

228.

229.

230.

231.

232.

233.

234.

235.

236.

237.

238.

239.

240.

241.

242.

243.

244.

245.

246.

247.

248.

249.

250.

251.

252.

253.

254.

255.

256.

257.

258.

259.

260.

261.

262.

263.

264.

265.

266.

267.

268.

269.

270.

271.

272.

273.

274.

275.

276.

277.

278.

279.

280.

281.

282.

283.

284.

285.

286.

287.

288.

289.

290.

291.

292.

293.

294.

295.

296.

297.

298.

299.

300.

301.

302.

303.

304.

305.

306.

307.

308.

309.

310.

311.

312.

313.

314.

315.

316.

317.

318.

319.

320.

321.

322.

323.

324.

325.

326.

327.

328.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [50](#)

Autor(en)/Author(s): Kastschenko N.

Artikel/Article: [Über den Reifungsprozess des Selachiereies. 428-442](#)