

## Bemerkungen über die Eifurchung und die Bethheiligung des Keimbläschens an derselben.

Von

Dr. Alexander Brandt.

---

Mit Tafel XXVII Fig. 1—28.

---

Im Anschluss an meine in den letzten Jahren gemachten Beobachtungen über die amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens und seine Rolle im sich entwickelnden Ei, besonders bei Insecten und Nematoden<sup>1)</sup> sollen in dem gegenwärtigen kleinen Aufsätze einige fragmentarische Mittheilungen über die Eifurchung und ihre endgültigen Resultate, nach Untersuchungen an *Limnaeus stagnalis* und zum Theil an *Anodonta anatina* mitgetheilt werden. Wenn in der Darstellung eine gewisse Abrundung vermisst wird, so möge als Entschuldigung dafür der Umstand dienen, dass der Aufsatz lediglich als Supplement zu den beiden citirten Arbeiten zu betrachten ist.

Indem ich mich zunächst ausschliesslich dem *Limnaeus*-Ei zuwende, möchte ich hier einige Angaben über seine Dotterhaut vorausschicken. Die Frage ob der sphaerische Dotter des frisch gelegten Eies unserer Schnecke und seiner Stammesgenossen mit einer Dotterhaut bekleidet sei oder nicht, wurde bekanntlich bald aufs Bestimmteste bejaht, bald verneint, bald ausweichend beantwortet. Zu den Forschern, welche die Existenz der in Rede stehenden Membran leugnen, gehört unter Anderen auch RABL<sup>2)</sup> der erst ganz kürzlich *Limnaeus* auf seine Entwick-

1) Vergleichende Untersuchungen über die Eiröhren und das Ei der Insecten. Moskau 1876. 4. 152 S. Mit 40 Taf. (Russisch in den *Iswestija* der k. Gesellsch. naturforsch. Freunde. Bd. XXIII, Liefg. 4.) Ueber den Furchungsprocess der Eier von *Ascaris nigrovenosa*. Diese Zeitschr. Bd. XXVIII, p. 365—348, Taf. XX u. XXI.

2) RABL, C., Die Ontogenie der Süßwasserpulmonaten. *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.* Bd. IX. 1875. p. 195—240. Taf. VII—IX.

lung untersuchte. Da jedoch nach den älteren Untersuchungen von KARSCH<sup>1)</sup> am Ei der Zwitterdrüse eine Dotterhaut unzweifelhaft nachweisbar sei, so meint unser Verfasser, dass sie offenbar erst später von dem umgebenden Eiweiss aufgelöst würde (p. 497). Nun ist aber auf den weiter vorgerückten Furchungsstadien, wie z. B. dem von Fig. 49, eine Dotterhaut mit Evidenz sichtbar, weil sie sich brückenartig über die Einschnitte zwischen den Furchungskugeln schlägt. Sollte also RABL Recht haben, so würde man zu der complicirten und daher a priori unwahrscheinlichen Annahme eines zweimaligen Entstehens der Dotterhaut hingedrängt werden. — Was meine eigenen Wahrnehmungen am eben gelegten Ei betrifft, so sprechen sie entschieden für die Existenz der Dotterhaut auch vor Eintritt der Embryonalentwicklung. Ich gebe gern zu, dass durch die blosse Abgabe dieser Erklärung nicht allzuviel gewonnen ist, denn durch ein blosses Stimmensammeln lassen sich schlechterdings wissenschaftliche Controversen nicht zum Austrag bringen.

In demselben Maasse, wie der morphologische Werth der Dotterhaut namentlich früher überschätzt worden sein mochte, scheint hingegen ihre physiologische Bedeutung noch nicht genugsam in Erwägung gezogen worden zu sein. — Es ist besonders seit den eingehenden Untersuchungen von LEREBoullet<sup>2)</sup> bekannt, dass die allgemeinen Umrisse des Limnaeus-Dotters während der Furchung zeitweilig bedeutend von der runden Form abweichen, so dass der Dotter nach eben vollendeter Zweitheilung nicht wie z. B. beim Froschei aus einem Paar hemisphärisch abgeplatteter Ballen besteht, sondern im buchstäblichen Sinne des Wortes zwei Furchungskugeln darstellt (Fig. 7). Erst später plattet sich jede dieser Kugeln zu einer Hemisphäre ab und der ganze zweitheilige Dotter bildet schliesslich, wie ursprünglich, eine häufig allerdings etwas verlängerte Kugel (Fig. 8 und 9)<sup>3)</sup>. Ebenso

1) KARSCH, A., Die Entwicklungsgeschichte des *Limnaeus stagnalis*, *ovatus* und *palustris*. Archiv f. Naturg. 1846.

2) LEREBoullet, Recherches d'embryogenie comp. sur le développ. de la Truite, du Lézard et du Limnée. III<sup>me</sup> partie. Ann. d. sc. nat. 4 sér. T. XVIII. 1862. p. 87—244. pl. 14—14 bis.

3) Ueber dies innige Aneinanderlegen der beiden ursprünglich kugeligen Segmentationsballen drückt sich LEREBoullet so unexact aus, dass man leicht an ein factisches Zusammenfliessen derselben denken könnte. In diesem Sinne wurde unser Autor in der That von KEFERSTEIN (BRONN's Klassen u. Ordn. d. Thier. Bd. III. 2. Abth. p. 4234) und BOBRETZKY (l. inf. c. p. 405) missverstanden. Letzterer namentlich protestirt gegen LEREBoullet's Angaben, welche er auf abnorme Vorgänge zurückzuführen geneigt ist. LEREBoullet (p. 93) äussert sich über die beiden ersten Furchungssphären wie folgt: »elle se rapprochent de nouveau, se fondent peu à peu

wird in späteren Furchungsstadien die Form des Eies aus einer kugeligen, zunächst eine mehrfach gelappte, worauf wiederum eine Concentrirung aller Segmente zu einer gemeinsamen Kugel erfolgt (Fig. 13). Auf diese Weise haben wir einen mehrmals sich wiederholenden Wechsel zwischen Decentralisation und Centralisation der gesammten Dottermasse. Die Stadien der Decentralisation entsprechen der Thätigkeit, den activen Furchungsepochen, die der Centralisation den Ruheperioden. Da nun aber frische, künstlich isolirte Furchungsballen eines jeden beliebigen Thieres sich sofort zur Kugel abrunden, was sich auch für Linnaeus leicht bestätigen lässt (Fig. 18), so folgt hieraus, dass die in den Ruhestadien auftretende Abplattung der Furchungskugeln kaum anders, als durch äusseren Druck zu Stande kommen kann. Es liegt daher die Vermuthung nahe genug, dass die elastische Contraction der Dotterhaut die gegenseitige Abplattung der Furchungskugeln und die Centralisation des Gesamtdotters bedingt. In den activen Momenten dürfte die Elasticität der Dotterhaut durch die Contractilität der Furchungskugeln bezwungen werden. Wenn man zur Zeit, wo nur wenige, so namentlich zwei Furchungskugeln existiren, die Dotterhaut nicht brückenartig von einer Kugel zur andern ausgespannt sieht, so ist dies noch keineswegs ein Beweis gegen das Vorhandensein derselben. Als zähflüssige, elastische Membran dürfte die Dotterhaut, nach dem in der Physik bekannten »Princip der kleinsten Oberfläche« bestrebt sein, die möglich kleinste Fläche innerhalb derjenigen Punkte oder Linien einzunehmen, zwischen welchen sie ausgespannt ist. Sie wird sich daher mehr oder weniger in die Kluft zwischen den beiden oder den wenigen Furchungskugeln ver-

l'une dans l'autre en se pénétrant pour ainsi dire réciproquement, et finissent par former une sphère simple semblable à la sphère vitelline primitive, avec cette différence que la nouvelle sphère est ordinairement un peu allongée. Lorsque cette période de rapprochement ou de concentration des sphères de fractionnement commence, celles-ci s'aplatissent par leurs surfaces contiguës, de manière à représenter deux hémisphères en contact par leur surface plane. Quand la fusion est complète . . . on a sous les yeux une sphère un peu allongée, divisée en deux parties égales par une ligne transparente (Fig. 8). Chaque demi-sphère est munie d'une vésicule . . . située . . . tout près des bords tangents« . . . Auf Grund eigener Beobachtungen kann ich diesen Passus nur in dem von mir angeführten Sinne eines blossen Aneinanderpressens und gegenseitigen Abplattens der beiden Kugeln deuten, womit auch die LEREBoullet'sche Figur übereinstimmt. Aehnliches gilt auch für die Concentrirung der späteren, zahlreicheren Furchungskugeln (l. c. p. 96, 98). Auch ältere Angaben, so namentlich die von WARNECK, beziehen sich auf ein blosses dichtes Aneinanderlegen der Furchungskugeln. (WARNECK, N., Ueber die Bildung und Entwicklung des Embryos bei Gasteropoden. Bull. de la Soc. I. d. Natur. de Moscou 1850. Bd. 23. Nr. 1. p. 90—194. Taf. II—V. cf. p. 131 u. a.)

tiefen müssen (ähnlich, wie die an einem cylindrischen Klapphute zwischen Boden und Krempe ausgespannten Seitenflächen stets nach innen eingebuchtet sind, indem sie sich hierbei dem Doppelkegel nähern, und sich in exquisiter Weise dasselbe Phänomen an einer zwischen zwei parallelen Ringen ausgespannten zähen flüssigen Membran beobachten lässt); — hierdurch wird die Dotterhaut schwerer wahrnehmbar. Nach eingetretener Centralisation des Dotters, so namentlich, wenn der Keim eine pflasterartig höckerige Oberfläche darbietet, müssen wir die Dotterhaut zwischen den Hervorragungen derselben ausgespannt sehen; was nun auch in der That der Fall ist.

Das Keimbläschen konnte sowohl an eben gelegten Eiern, als auch an solchen, wo bereits die Richtungsbläschen aufgetreten waren, constatirt werden, und zwar präsentirte es sich als ganz entschieden amöboider Körper. Es schimmerte durch den dunkleren Dotter bald mit grösserer, bald mit geringerer Deutlichkeit hindurch, je nachdem ob es oberflächlicher oder tiefer gelegen und seine Gestalt mehr concentrirt oder mehr diffus war. Amöboide Gestaltveränderungen konnten am Keimbläschen direct verfolgt werden. Ein Paar Eier, an welchen das anfangs deutliche, unregelmässig sternförmige Keimbläschen unter den Augen allmählich undeutlicher geworden oder sogar nicht mehr mit Bestimmtheit nachweisbar war, zeigten, mit einem Deckgläschen gewaltsam comprimirt, in der Tiefe des Dotters unregelmässige hellere wolken- und sternförmige Massen (Fig. 6). So erweist es sich also, dass das Keimbläschen bei Limnaeus, ebenso wie bei den Insecten und Nematoden, ein in hohem Grade amöboides Gebilde ist, welches die verschiedensten Evolutionen ausführend, im Dotter sich auch wolken- oder netzförmig zu zertheilen im Stande ist.

Den Austritt der Richtungsbläschen habe ich an ein Paar Eiern von Limnaeus mit aller nur wünschenswerthen Deutlichkeit verfolgen können (Fig. 2—5). Der Boden, aus welchem dieselben hervorsprossen, ist das an die Peripherie des Dotters gerückte Keimbläschen. Ein Theil des letzteren quillt nämlich als heller, sich abrundender Tropfen hervor, in welchem sich sofort ein rundlicher oder unregelmässig umschriebener Kern markirt. Das so entstandene erste Richtungsbläschen erhebt sich über die Oberfläche des Dotters auf einem Stiele<sup>1)</sup>, welcher sich allmählich zu einem zweiten, dem ersten ähnlichen Richtungsbläschen verdickt. Letzteres ist seinerseits wiederum mit dem Dotter durch einen feinen Stiel verbunden. In ganz ähnlicher Weise,

1) Eine dieses Verhalten richtig darstellende Abbildung finden wir bereits bei CARUS, C. G., Von den äussern Lebensbedingungen d. weiss- und kaltblüt. Thiere Leipzig 1824. 4. Taf. I. Fig. IV A.

wie eben geschildert, wurde auch von einzelnen andern Beobachtern die Entstehung der Richtungsbläschen bei verschiedenen Thieren beobachtet<sup>1)</sup>. Mehr als zwei Richtungsbläschen habe ich selbst bei *Limnaeus* nicht gesehen, doch zählte ihrer bereits WARNECK (l. c. p. 424) in seltenen Fällen auch drei. Auf das Verhalten der Dotterhaut zu den Richtungsbläschen während deren Entstehung versäumte ich, leider, mein Augenmerk zu richten<sup>2)</sup>. Es ist nur ein Theil des Keimbläschens, welcher in Form von Richtungsbläschen ausgestossen wird: die Hauptmasse desselben bleibt im Ei zurück und zieht sich später, nach wie vor ein amöboides Gebilde, mehr ins Innere des Dotters zurück, woselbst sie nur schwer sichtbar ist (Fig. 5).

Nach allem oben über das Keimbläschen Gesagten, liegen gar keine Gründe vor ein Zugrundegehen desselben anzunehmen; auch dürfte ein Gebilde, welches sich im Dotter so wohl befindet, wie seine energischen Bewegungen beweisen, wohl kaum Gefahr laufen so bald aufgelöst zu werden. Wenn es mir auch während der blos zwei oder drei mal in allen Phasen beobachteten Zweitheilung des Dotters nicht gelang das Verhalten des Keimbläschens während derselben zu belauschen, so zweifle ich nichts desto weniger kaum daran, dass eine Theilung desselben stattfindet, welche die Bildung der beiden ersten Furchungskerne zum Resultat hat. Das, nach der Analogie mit *Ascaris nigrovenosa* zu urtheilen, amöboid ramificirte Keimbläschen konnte sehr wohl durch die relativ grossen Dotterballen verdeckt sein. Nur bei einer scharf umschriebenen, etwa regelmässig biscuitförmigen Gestalt, könnten wir mit Bestimmtheit erwarten das Keimbläschen auch im Moment der Zweitheilung durchschimmern zu sehen.

1) Von den neuesten kritischen Erörterungen über die Richtungsbläschen sind die von FLEMMING (p. 408—418) besonders eingehend.

FLEMMING, W., Studien über d. Entwicklungsgesch. der Najaden. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. LXXI. 1875. III. Abth. p. 81—242. 4 Taf.

2) IHERING, H. v., (Ueber d. Entwicklungsgesch. v. *Helix*. Jenaische Zeitschr. für Nat. Bd. IX. 1875. p. 299—338. Taf. XVIII) sah neuerdings (p. 304, Fig. 2 d) bei *Helix* die Dotterhaut sich über die Richtungsbläschen hinwegspannen. Derselbe beobachtete auch bei dem nämlichen Thiere, statt zweier, eine erhebliche Anzahl von Richtungsbläschen, ebenso RABL (l. c. p. 498) an *Limnaeus* und anderen aquatilen Cephalophoren. Letzterer (p. 223) stellt die Hypothese auf, dass die Richtungsbläschen, indem sie sich zwischen Ei und Eiweissmembran einschieben, das Ei selbst vor Druck schützen sollen. »Demnach hätte man also die Richtungsbläschen als durch Anpassung an die ungleiche Dotterfurchung erworbene Schutzorgane des Embryo aufzufassen . . . Bekanntlich kommen auch bei *Lumbricus* neben ungleicher Dotterfurchung Richtungsbläschen vor«. Man würde gegen diese Hypothese als solche nichts einzuwenden haben, wenn es nicht bekanntermassen auch sich regelmässig furchende Eier mit Richtungsbläschen gäbe.

In den sich bereits aneinanderdrängenden beiden primären Furchungskugeln (Fig. 8) konnten die zugehörigen Kerne gesehen werden. Sie erschienen hier als hellere Gebilde von klümpchen- und sternförmiger Gestalt, welche theils mit ramificirten, mehr oder weniger strahligen Pseudopodien besetzt waren und fortwährend ihre Gestalt wechselten. Zufolge ihrer jeweiligen Form waren sie bald sehr deutlich und scharf umschrieben, bald weniger deutlich, ja bis zum Verschwinden undeutlich. Auf Fig. 9, welche das Ei von Fig. 8 eine kleine Weile später darstellt, erschienen die Furchungskerne als beträchtlich in die Länge gezogene, undeutliche lichte Wölkchen. Bald darauf (Fig. 10) verlor ich sie ganz aus dem Gesicht. Erst als die beiden Furchungskugeln sich zur abermaligen Theilung anschickten (Fig. 11), konnte ich wieder einzelne Abrisse der amöboid zertheilten Furchungskerne sehen. Noch etwas später (Fig. 12), als die Viertheilung sich endgültig vollzog, bemerkte ich mit der grössten Deutlichkeit in der einen Hälfte des Präparates einen in die Länge gezogenen, in seiner Mitte, an der Grenze der sich trennenden Furchungskugeln, verengten Kern. Seine Umrisse waren so unregelmässig amöboid, dass sie wohl kaum als biscuitförmig bezeichnet zu werden verdienten. Als sich darauf das betreffende Ei wieder annähernd zur Kugel abgerundet hatte (Fig. 13), konnte ich anfangs in keiner der Kugeln einen Furchungskern gewahren, und erst später tauchten in einem derselben zunächst ganz schwache, dann immer deutlicher werdende Umrisse eines anfangs kaum heller als der Dotter erscheinenden, später sich aufhellenden, diffusen, sternförmig amöboiden Kernes auf (Fig. 14). Noch später schimmerten in beiden, im gegebenen Falle merklich kleineren Furchungskugeln die Kerne als undeutliche hellere Flecke durch, deren Contouren unbestimmt, beim genaueren Zusehen aber amöboid-zerfetzt erschienen, während in den beiden grösseren Kugeln keine Kerne wahrnehmbar waren. Abermals nach einer Weile, als die Umrisse des Eies wieder unregelmässig gelappt zu werden anfangen (Fig. 15), konnte ich zeitweilig auch in einer der grösseren Furchungskugeln, wenn auch mit einiger Mühe, einen ansehnlichen, gleichsam zerfetzten Kern wahrnehmen, während gleichzeitig die Kerne der beiden kleineren Furchungskugeln ausnehmend hell und deutlich wurden.

Je weiter die Eifurchung fortschreitet, desto leichter sind die Furchungskerne wahrnehmbar. Nichts natürlicher: werden doch die Furchungskugeln, namentlich die das Ectoderm bildenden, immer kleiner und daher durchsichtiger, ihre Kerne aber relativ immer grösser. Trotzdem sind diese Kerne in den einzelnen Furchungskugeln lange nicht immer gleich auf den ersten Blick sichtbar. Ganz, wie bei *Ascaris*

nigrovenosa, erscheinen sie in hohem Grade amöboid beweglich und ändern bisweilen unaufhaltsam ihre Gestalt. Bald waren sie durchaus unregelmässig, bald mehr sternförmig, bald nahezu oder auch ganz rund<sup>1)</sup>. Bei runder Form sieht man in ihnen deutlich ein amöboid gestaltetes, wohl contractiles Kernkörperchen.

Nun fragt es sich, wie lassen sich die oben angeführten, das Keimbläschen und die Furchungskerne betreffenden Beobachtungen mit den bereits früher von Anderen beschriebenen zusammenreimen? In einem auf so geringem Beobachtungsmaterial basirten und mithin kleinen Aufsatze, wie der gegenwärtige, ist es nun schlechterdings unmöglich eine grosse Anzahl von Schriften heranzuziehen. Ich werde mich daher auf einzelne wenige beschränken müssen.

Zunächst sei hier der Arbeit von WARNECK gedacht, welche nur selten citirt wird, obgleich sie offenbar auf zahlreichen und genauen Beobachtungen beruht. Im befruchteten Ei von *Limnaeus* und von *Limax* fand dieser Forscher (l. c. p. 444) einen hellen, an seiner Peripherie verschwommenen Fleck, der ganz die Stelle des Keimbläschens einnahm, und wie wir wohl annehmen dürfen, das in sein actives Stadium getretene Keimbläschen selbst war. Meist noch innerhalb des Eileiters sah WARNECK den hellen Fleck biscuitförmig werden und dann in zwei Theile zerfallen. Später vereinigten sich dieselben wieder (Taf. II und IV, Fig. 4, 4' und 5, 5'). Offenbar handelt es sich hier um dieselben Gebilde, welche neuerdings von BÜRSCHLI bei Nematoden gefunden wurden, ohne dass er ihren Ursprung verfolgen konnte, welche ferner von AUERBACH als selbstständig entstehende Gebilde, von mir aber als Theilstücke des amöboid zerfallenden Keimbläschens aufgefasst wurden. Nach seiner Restituierung begiebt sich der helle Fleck, das Keimbläschen, an die Peripherie des Dotters und nimmt die Form eines stumpfen Kegels an. An der äusseren Fläche des letzteren, zwischen ihm und der Dotteroberfläche erscheint ein heller, im optischen Durchschnitt »sichelförmiger Raum«. Aus diesem quellen nun in einer vom Verfasser vollkommen exact beschriebenen Weise die Richtungsbläschen hervor. Ins Bereich der Deutungen gehört die verfehlte Behauptung der »sichelförmige Raum« scheidet den »hellen kegelförmigen Fleck« (das Keimbläschen) von der Dotteroberfläche, angeblich ein Beweis dafür, dass die Richtungsbläschen nicht auf dem hellen Fleck entstanden. Ich glaube nämlich ganz entschieden, sowohl auf WARNECK's, als auch auf meinen eigenen Beobachtungen fussend,

1) Amöboide Beweglichkeit der Keimbläschendescendenten habe ich neuerdings in ganz exquisiter Weise am Ei der viviparen *Aphis rosae* constatiren können. Ich benutze einen freien Raum auf der diesem Aufsatze beigefügten Tafel um eine hierauf bezügliche Abbildung zu publiciren (Fig. 28).

den »sichelförmigen Raum« für die naturgemäss am meisten durchsichtige peripherische Schicht des Keimbläschens erklären zu müssen. — Zeitweiliges Unsichtbarsein von Furchungskernen hat unser Verfasser häufig beobachtet und dabei die Existenz der scheinbar fehlenden Kerne durch Zerquetschen von Dotterballen nachgewiesen. Es fehlt nur die Wahrnehmung activer Formveränderungen an den Furchungskernen als Erklärung für ihr Unsichtbarwerden. Für das Vorhandensein amöboider Beweglichkeit sprechen übrigens WARNECK's eigene Abbildungen, so für die des Keimbläschens die Fig. 3'—5". Hervorheben will ich noch, dass WARNECK die Vermehrung durch Theilung auch am Keimbläschen direct beobachten konnte, während mir selbst, aus Mangel an Material, dies nur für die Furchungskerne gelang.

LEREBOULLET (l. c. p. 90) sah im Centrum des frischgelegten Eies eine kleine durchsichtige Stelle (une petite sphère transparente; cf. Taf. XI, Fig. 4). Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass dies das durchschimmernde Keimbläschen war. Wenn aber der Verfasser im ausgequetschten Dotter nicht ein, sondern zwei helle, einander genäherte Bläschen gefunden hat (Fig. 2—4), so können wir wohl zunächst an die beiden WARNECK'schen Bläschen denken. Allerdings lässt LEREBOULLET die Bläschen rasch, doch ungleich wachsen, später zerreißen oder sich lösen, und alsdann vollständig verschwinden; doch scheinen diese letzteren Wahrnehmungen bloss an ein und demselben ausgequetschten Präparate inmitten der Dottermasse gemacht worden zu sein, und dürfte man ihnen daher wohl kaum viel Gewicht beilegen können. Zwei Stunden nach dem Ablegen der Eier will LEREBOULLET im Dotter, statt der früheren zwei, nunmehr vier ganz ähnliche Zellen oder centrale Bläschen bemerkt haben; was durch ein gelegentliches amöboides Zerfallen des Keimbläschens sehr wohl zu erklären wäre. Einige Zeit darauf konnte LEREBOULLET in anderen Eiern des nämlichen Laiches keine centralen Bläschen wiederfinden (p. 94), was bei der amöboiden Form und sehr zarten Beschaffenheit des Keimbläschens und seiner Theilstücke, namentlich bei einer beschränkten Anzahl von Beobachtungen, sehr natürlich ist. In den beiden ersten Furchungskugeln hat unser Verfasser, je ein den oben erwähnten ähnliches Bläschen gesehen, jedoch nicht immer, woraus er auf ein Schwinden derselben schliesst (p. 93); allerdings ohne genügenden Grund, denn WARNECK konnte, wie wir sahen, die unsichtbar gewordenen Furchungskerne durch Zerquetschen der betreffenden Keime sichtbar machen und nach meinen Erfahrungen, lässt sich ja das temporäre Schwinden dieser Kerne durch ein amöboides Zerfliessen erklären. Die Furchungskerne

werden von LEREBoullet, wie auch von den älteren Embryologen überhaupt rund abgebildet.

An den Eiern nahe verwandter Formen, nämlich denen von *Limnaeus auricularis* und *Succinea Pfeifferi*, hat BÜTSCHLI<sup>1)</sup> (p. 206) Beobachtungen angestellt, welche hier durchaus angeführt zu werden verdienen. Derselbe erwähnt eines erkennbaren Restes des Keimbläschens und nimmt mithin ein blos unvollständiges Schwinden dieses Gebildes an. Er hebt hervor, dass bei *Limnaeus* dicht unterhalb der Stelle, wo die Richtungsbläschen dem Dotter aufsitzen, in der hellen protoplasmatischen Materie, die sich schon vor der Ausstossung der Richtungsbläschen angesammelt hat, die Neubildung des Kernes »der ersten Furchungskugel« beginnt. Hier entstehen bis acht oder vielleicht noch mehr kleine, bläschenförmige, sehr helle Kerne. Letztere sollen wachsen und sich successive vereinigen, so dass schliesslich drei oder zwei grosse Kerne restiren, die sich endlich auch noch zu einem einzigen vereinen. Bei *Succinea* sah BÜTSCHLI nicht mehr als zwei Kerne entstehen, die ausserdem weit auseinander lagen, der eine z. B. unter den Richtungsbläschen, der andere nahezu im Aequator des Dotters; schliesslich vereinigten sie sich jedoch auch hier zu einem grossen Kern. Bei derselben Art will der Verfasser auch das Heranwachsen eines dieser Kerne aus einem sehr kleinen Anfang am lebenden Ei gesehen haben. Dass die Kerne der »Furchungskugeln zweiter Generation« in gleicher Weise aus kleinen Anfängen hervorwachsen, will er (ebenfalls bei *Succinea*) deutlich beobachtet haben, doch kann er nicht mit Sicherheit angeben, ob sich hier nur ein neuer Kern bildete oder auch ursprünglich mehrere entstanden, die dann zusammenflossen. — Es dürfte wohl kaum gezeugnet werden können, dass die soeben fast wörtlich citirten Wahrnehmungen von BÜTSCHLI sich ganz gut mit denen von WARNECK und LEREBoullet sowohl, als auch den meinigen in Einklang bringen lassen. Sie scheinen sämmtlich durch die amöboide Thätigkeit des Keimbläschens und seiner Descendenten erklärbar.

Der neueste Forscher, welcher, meines Wissens, die Rolle des Keimbläschens bei der Furchung, anknüpfend an eigene Untersuchungen am *Limnaeus*-Ei, berührt hat, ist RABL (l. c. p. 197). Derselbe meint alle competenten (sic!) Beobachter stimmten darin überein, dass das Keimbläschen bald nach der Befruchtung verschwinde und erst unmittelbar vor dem Beginn der Dotterfurchung wieder zum Vorschein komme. »Es theilt sich dann alsbald in zwei gleiche Hälften, um welche herum

1) BÜTSCHLI, O., Vorläufige Mittheilung über Unters. betreffend d. ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. Diese Zeitschrift. Bd. XXV. 1875. p. 201—213.

sich der Dotter in kugelige Ballen zusammenzieht (Taf. VII, Fig. 5)«. In Bezug auf diese so allgemein gefasste Aeusserung lässt sich nur die ebenso allgemein gefasste Vermuthung anführen, dass jeder zeitweilige Schwund des Keimbläschens durch amöboides Undeutlichwerden erklärbar ist.

Ganz vortrefflich schliessen sich meine Beobachtungen den neuerdings von BOBRETZKY<sup>1)</sup> an einigen marinen Gasteropoden gemachten an. In einem, bereits mit Richtungsbläschen versehenen, gepressten Ei von *Nassa mutabilis* konnte unser Forscher das Keimbläschen, allerdings nur ausnahmsweise beobachten, und zwar als ganz homogenes, wasserhelles, unmittelbar unter der Oberfläche des Eies liegendes Gebilde; doch fand sich statt seiner an der Oberfläche der übrigen Eier ein kleiner, weisslicher mit den Richtungsbläschen verbundener Fleck, -- nach meinem Dafürhalten ein Abschnitt des ganz oder nur theilweise an die Oberfläche des Eies gerückten Keimbläschens. Alles, was BOBRETZKY in seiner schönen Arbeit über die einfachen und doppelten, die Keimbläschen und die Furchungskerne deplacirenden strahligen Figuren, sowie auch die zwischen ihnen befindlichen muthmasslichen Reste der angeblich verschwindenden, sich lösenden Kerne sagt und abbildet, lässt sich, wie mir deucht, ohne Weiteres durch Supponirung einer amöboiden Beweglichkeit des Keimbläschens und seiner Descendenten erklären.

Behufs einer weiteren Verallgemeinerung der von mir bisher an Insecten, Würmern und Schnecken über die Lebensthätigkeit des Keimbläschens gewonnenen Erfahrungen, sei es mir hier gestattet aus der Schatzkammer der Literatur nur noch einige, andere Thierklassen betreffende Beobachtungen von STRASBURGER, FOL und FLEMMING heranzuziehen.

STRASBURGER<sup>2)</sup> (p. 189, Fig. 2—4, 6—7) nimmt am Ei von *Phalusia mamillata* eine körnchenfreie und farblose Hautschicht an. Diese verdickt sich an unbestimmter Stelle und bildet eine Anschwellung, welche, von der Fläche betrachtet, annähernd kreisförmig umschrieben ist, im optischen Durchschnitt dagegen etwa spindelförmig erscheint, und welche, wie mir deucht, das an die Peripherie des Dotters gerückte Keimbläschen ist. Die die Anschwellung bildende Masse soll sich darauf gegen eine, in ursprünglicher Stärke zurückbleibende Hautschichtlage abspalten und zwar in Gestalt eines in das Innere des Dotters eintauchenden

1) BOBRETZKY, N., Studien üb. die embryonale Entwicklung d. Gasteropoden. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XIII. p. 95—469. Taf. VIII—XIII.

2) STRASBURGER, E., Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875. 8. 265 S. 7 Taf.

den Sackes. Welche optischen Bilder zur Annahme gerade eines Sackes Veranlassung gegeben, sagt STRASBURGER nicht. Später fängt der muthmassliche, aus homogenem Protoplasma bestehende Sack an sich zu einem sphäroiden Körper zusammenzuballen. Unterdessen haben sich radiäre Strahlen um den so gebildeten Kern angeordnet. Abgesehen von der angeblich den Dotter umgebenden besonderen Hautschicht, deren Natur mir räthselhaft scheint, — es sei denn, dass sie als Kunstproduct<sup>1)</sup> oder einfach als durchsichtigere Randpartie des Dotters gedeutet würde, — lassen sich die thatsächlichen Angaben sowohl, als auch besonders die Zeichnungen des Verfassers vortrefflich von dem im gegenwärtigen Aufsätze vertretenen Standpuncte aus erklären.

Dasselbe gilt, und zwar womöglich in noch höherem Grade, für die Angaben von FOL<sup>2)</sup> (p. 473) über das Geryoniden-Ei. »Zunächst wird der Eikern oder das Keimbläschen heller, verschwommener. Seine Gestalt wird unregelmässig und ändert sich vielfach. Nach einigen Secunden verschwindet dieses Gebilde gänzlich vor dem bewaffneten Auge. Setzen wir aber gerade in diesem Augenblicke etwas Essigsäure hinzu, so kommt der Rest, gleichsam nur eine Andeutung des früheren Kernes, wieder zum Vorschein (Taf. XXIV, Fig. 2 n). Auf beiden Seiten dieser Kernüberbleibsel zeigen sich zwei Protoplasmaanhäufungen, deren dicht angesammelten Körnchen zwei regelmässige, sternförmige Figuren darstellen. Die Strahlen dieser Sterne werden von in geraden Linien aneinander gereihten Körnchen gebildet. Mehrere solche Linien reichen von einem solchen Stern- oder Anziehungscentrum in einem Bogen zum andern, indem sie die Reste des Keimbläschens umfassen. . . . Hätten wir mit dem Zusatz des Reagens noch einige Secunden gewartet, so hätten wir vom Keimbläschen keine Spur mehr angetroffen (wie in Fig. 44 h, h). Die Sterne sind dann schon weiter auseinander gerückt, zeigen aber immer noch die gleiche Beschaffenheit. Sie sind auch ohne Essigsäurezusatz, jedoch sehr undeutlich sichtbar«. Bei jeder späteren Theilung soll sich das eben geschilderte Verschwinden des »Kernes« wiederholen und zwei neue Anziehungsmittelpuncte erscheinen. Aus den hier gesperrt gedruckten Worten des Verfassers ist zu ersehen, dass auch er Gestaltveränderungen direct am Keimbläschen gesehen, jedoch ohne sie als activ zu deuten oder überhaupt weiter zu berücksichtigen, während doch gerade active Gestaltveränderungen des Keimbläschens und der

1) STRASBURGER hat seine Beobachtungen meist an Spirituspräparaten an gestellt.

2) FOL, H., Die erste Entwicklung des Geryonideneies. Jenaische Zeitschrift. Bd. VII. 1873. p. 474—492. Taf. XXIV u. XXV.

Furchungskerne die von FOL angeführten Beobachtungen zu erklären im Stande sind.

Hier lassen sich passend die Beobachtungen einreihen, welche FLEMMING (l. c. p. 184) über die Segmentation der Rotatorie *Lacinularia* machte. Auch sie können sehr wohl mit meinen Beobachtungen und Deutungen an *Ascaris* und *Limnaeus* in Einklang gebracht werden.

Nachträglich noch besonders hervorgehoben zu werden verdient die strahlige Figur im Umkreis der Furchungskerne. Obgleich man erst in den letzten Jahren auf dieselbe aufmerksam geworden zu sein scheint, so hat sich nichts desto weniger die Zahl der einschlagenden Beobachtungen beträchtlich gehäuft. Es gehören hierher namentlich die von AUERBACH, BÜTSCHLI, FLEMMING, FOL, KOWALEWSKY, KUPFFER, OELLACHER, SCHENCK. Die strahlenförmige Figur wurde bereits bei den verschiedensten Thieren wahrgenommen, wie bei Fischen, Gasteropoden, Pteropoden, Tunica-ten, Anneliden, Nematoden, Rotatorien u. a. Wir haben es also mit einer sehr verbreiteten Erscheinung zu thun. Im Ganzen herrscht bei den citirten Autoren die Ansicht vor, die strahlenförmigen Figuren wären auf ein Structurverhältniss des Dotters zu beziehen. Meine früheren Beobachtungen am *Ascaridenei* zwangen mich dieser Ansicht entgegenzutreten und die Strahlen für Pseudopodien der Furchungskerne zu halten; zwischen ihnen müssen eo ipso auch die Dotterkörnchen sich strahlenförmig lagern. Dieses Resultat bin ich nunmehr im Stande auf *Limnaeus* auszudehnen, und so dürfte wohl der Nachweis ähnlicher Strahlen für die übrigen Thiere einen Rückschluss auf die amöboide Beweglichkeit der Furchungskerne gestatten. Die Strahlen mit einer etwaigen Karyolyse (AUERBACH) in Zusammenhang zu bringen möchte sich nach dem eben Angeführten von selbst verbieten.

Soll das Keimbläschen persistiren und bei der Embryonalentwicklung eine grosse Rolle, ja wie ich anzunehmen nicht abgeneigt bin, sogar die Hauptrolle spielen, so wird man ohne Zweifel auch nach den Schicksalen des Keimfleckes zu fragen haben. Im amöboid gestalteten Keimbläschen unseres Mollusks habe ich bisher keinen Keimfleck sehen können, im ruhenden, d. h. concentrirten, abgerundeten möchte er wohl, der Analogie nach zu schliessen, leicht wahrnehmbar sein. Als hochgradig amöboides, zum Zerfliessen und Zerfallen sehr geneigtes Gebilde, dürfte er sich leicht dem mannigfachen protischen Formwechsel des Keimbläschens anpassen. Ein jeder grösserer Abschnitt des letzteren könnte mithin leicht Theilstücke des Keimfleckes bergen, ohne dass diese sofort wahrnehmbar zu sein brauchen. Als solche Theilstücke dürften die Kerne der Richtungsbläschen, dieser ersten Sprösslinge des Keimbläschens aufzufassen sein. An den hochgradigen amö-

boiden Eigenschaften des Keimfleckes festhaltend, brauchen wir, um das Auftreten der Kernkörperchen in den Furchungskernen zu erklären, unsere Zuflucht weder zu einer Neubildung, noch zu einer Einwanderung von aussen zu nehmen.

Die Einwanderung der Furchungs-Kernkörperchen von aussen, aus dem Dotterprotoplasma, wurde bekanntlich als Hypothese unlängst von AUERBACH<sup>1)</sup> aufgestellt. An einer anderen Stelle seiner Schrift (p. 80 ff.) plaidirt dieser Gelehrte für den, wenigstens ursprünglich »enucleolären« Zustand der Furchungskerne. So konnte er in isolirten Furchungskernen der in der Segmentation nicht allzuweit fortgeschrittenen Froscheier, welche bald mit, bald ohne Hülfe von Reagentien untersucht wurden, etwas einem Nucleolus ähnliches nicht wahrnehmen. In dieser Beziehung glaube ich von mehr Glück sagen zu können, denn es gelang mir, selbst ohne weitere Mühe, in zerquetschten Furchungskugeln keimbläschenartige Gebilde mit amöboiden, theils runden, theils sternförmigen Kernen zu finden (die betreffenden Froscheier wurden frisch in dem sie umgebenden Eiweisschleime zerdrückt). »Am dritten Tage finden sich übrigens, — nach AUERBACH's eigener Aussage, — Kerne mit Nucleolus, sowie solche im Uebergangsstadium d. h. mit einer centralen, mehr oder weniger ausgedehnten wolkigen Trübung, welche gewöhnlich im Centrum am deutlichsten ist und sich nach der Peripherie hin ins Undeutliche verliert. Je kleiner sie ist, desto mehr markirt sich im Centrum eine auffallend dunkle Stelle, ein unbestimmt begrenzter und von einem kleinen wolkigen Hofe umgebener Nucleolus. Weiterhin vermisst man auch diesen Hof und es fehlt dem dunklen Centrum nur noch die scharfe Grenze und ausgesprochene Kugelform, um dem fertigen Nucleolus zu gleichen« (p. 83). Den hier mit gesperrter Schrift citirten ähnliche Beobachtungen lassen sich, wie ich fand, vortrefflich an den »Furchungskernen« der Insecten anstellen und beruhen daselbst zweifellos auf einer wechselweisen amöboiden Ausdehnung und Zusammenziehung der »Nucleoli« (Eiröhren p. 25, 28, 36, 39, 84). Die Existenz der letzteren wurde übrigens von den bisherigen Forschern übersehen, und bildet ihr angebliches Fehlen bei *Musca vomitoria*, nach AUERBACH, ein Argument zu Gunsten des enucleolären Zustandes der Furchungskerne.

Kehren wir nun zum Keimbläschen zurück. Die in der gegenwärtigen sowohl als auch meinen früheren Arbeiten bekämpfte Annahme, das Keimbläschen gehe vor Eintritt der Embryonalentwicklung zu

1) AUERBACH, L., Organologische Studien. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte d. Zellkerne. Breslau 1874. 8. 262 S. 4 Taf.

Grunde, dürfte sich neuerdings wohl zum guten Theil unter dem Drucke theoretischer Anschauungen Bahn gebrochen haben; handelt es sich doch darum zu demonstrieren; dass die Eizelle sich zunächst in ein kernloses Wesen, ein Moner zu verwandeln habe<sup>1)</sup>. Durch diese Auffassung wird der Lehre von der onto-phylogenetischen Parallele scheinbar die Krone aufgesetzt. Obgleich selbst, mutatis mutandis, ein Anhänger dieser Lehre, kann ich mich nichts desto weniger nicht von der richtigen Anwendung derselben auf den vorliegenden Fall überzeugen. Zwar sind allerdings homogene, kernlose Schleimklümpchen (Moneren) als die ersten Urwesen, und mithin auch ersten Stammformen aller, auch der höchsten Organismen, aufzufassen, doch folgt hieraus noch keineswegs, dass alle gegenwärtigen Organismen, so namentlich die Metazoen, ein Monerulastadium durchzumachen haben. Würde sich das thierische Ei nach dem von GÖRTE prästendierten Modus, d. h. als blosse unorganisirte Ausscheidung des mütterlichen Organismus, bilden, so liesse es sich wohl den muthmasslich als Sedimente entstandenen Urmoneren schon eher an die Seite stellen. Nun wird aber bekanntlich allgemein angenommen, dass das Ei im Ovarium von vorn herein eine fertige, sich in der Jugend durch Theilung vermehrende Zelle sei, ein Descendent anderer Zellen des mütterlichen Organismus. Die Ontogonie erscheint uns ihrem Wesen nach als beständiges Aufsteigen von Stufe zu Stufe auf dem Wege der Complicirung und Differencirung, mit gleichzeitigem Durchlaufen gewisser auf dem Entwicklungswege, aber nicht hinter ihm liegender phylogenetischer Stufen. Nimmt nun aber das Ei als Zelle bereits von Hause aus eine Stufe über dem Moner ein, so dürfte es, meiner Ansicht nach, eher der onto-phylogenetischen Lehre entgegenlaufen, wenn dasselbe sich zunächst statt vorwärts, rückwärts entwickeln würde. Das Monerulastadium möchte mithin für die Metazoen ein bereits längst überwundener Standpunct sein. — Doch, gesetzt den Fall, die Natur gefiele sich darin, die Eizelle einer unnützen regressiven Metamorphose zu unterwerfen und sie durch Zerstören des Kernes in eine Cytode zu verwandeln, um sie gleich darauf, wie Manche wollen, als kernhaltige Zelle wieder zu restituiren, so sollte die Natur sich wenigstens hiermit begnügen. Statt dessen lässt sie es, wie eine Anzahl von Forschern will, auch hierbei nicht bewenden; das Ei soll auch jetzt noch seine Reminiscenzen an die Monerula nicht aufgeben können, und in den Furchungskugeln sollen gleichfalls die Kerne schwinden, so dass diese Kugeln sich auch als Monerula theilen<sup>2)</sup>.

1) Diese, wohl zuerst von KÖLLIKER (Icones histol. 1864. p. 6; Gewebelehre, V. Aufl., p. 144) ausgesprochene Auffassung, wurde bekanntermassen von zahlreichen Autoren discutirt und ausgeführt.

2) Nach FLEMMING (l. c. p. 128) wäre dieses bei der Teichmuschel die Regel,

In meinen oben citirten Arbeiten ist bereits der Versuch gemacht, die ältere Auffassung, dass das Keimbläschen eine Zelle sei, wieder zu Ehren zu bringen. Auch bei der gegenwärtigen Gelegenheit kann ich es nicht unterlassen, nochmals für diese Auffassung zu plaidiren. Einen Anhaltspunct hierfür dürften zunächst die Richtungsbläschen abgeben. Diese histologischen Elemente bieten entschieden den Character von Zellen aus Protoplasma und Kern, ein Umstand, welcher bereits vielfach auch von Anderen betont wurde. Nun treten sie aber andererseits, wie oben bestätigt wurde, als durch einfachen Theilungsact des Keimbläschens entstandene Gebilde, als ältere Geschwister der Furchungskerne auf. Sind daher die Richtungsbläschen Zellen, so möchten auch ihre Mutter- und Schwisterelemente Zellen darstellen.

Ueber den für die morphologische Deutung des Keimbläschens und der Furchungskerne so wichtigen Modus der endgültigen Verwerthung der Furchungskugeln beim Aufbau des Organismus konnte ich am Limnaeus, leider, keine eingehenderen Studien anstellen. Es hätte sich hierbei um die Frage handeln müssen, ob die letzten Furchungskugeln direct als solche oder erst nach Resorption ihrer Dotterrinde die Embryonalzellen bilden. Durch vorsichtiges Zerquetschen einzelner weniger, mehrere Tage alter Keime liessen sich Elemente isoliren, welche der zweiten Ansicht, wenn auch nicht in schlagender Weise das Wort redeten, so doch wenigstens ihr auch nicht direct widersprachen. Fig. 20 stellt einige Elemente eines Embryo dar, welcher in seiner Ausbildung dem von LERBOULLET Taf. 42, Fig. 36 abgebildeten entsprach. Sie bestanden meist aus einer, häufig höckerigen, körnigen, zum Theil bis auf einen geringen Saum reducirten Dotterrinde und einem centralen hellen Furchungskern mit rundem oder unregelmässigen primären Kernkörperchen und einem in letzterem enthaltenen kleinen secundären Kernkörperchen. — Auf Fig. 24 sehen wir histologische Elemente eines in seiner Entwicklung weiter vorgertückten Embryos, entsprechend der Fig. 40 von LERBOULLET, und in Fig. 22 ebensolche Elemente eines der Fig. 53 desselben Gelehrten correspondirenden Embryos. Statt der früheren vier constituirenden Theile glaubte ich nunmehr an den in Rede

doch kämen zuweilen auch zweikernige Furchungskugeln vor. Ohne an die Möglichkeit zu denken, dass das abwechselnde Verschwinden und Wiederauftauchen der Furchungskerne durch amöboide Beweglichkeit derselben bedingt sein könnte, greift der Verfasser zu zwei, wie mir scheint, gezwungenen Erklärungen. Er meint nämlich, entweder könnten die mit zweikernigen Kugeln ausgestatteten Keime, trotz ihrer anscheinend normalen Weiterentwicklung, pathologisch gewesen sein, oder aber es sei vielleicht unwesentlich ob die Furchungskerne vor oder nach Sonderung des Plasmas in zwei Furchungskugeln entstehen.

stehenden Elementen nur drei zu bemerken, nämlich Protoplasma, Kern und Kernkörperchen. Diese liessen sich wohl als Furchungskern, primäres und secundäres Furchungskernkörperchen deuten. Im Durchschnitt schienen die Elemente meist grösser, als die von Fig. 20 gewesen zu sein. Ihr Kern war mit amöboiden Eigenschaften begabt, da er nicht nur öfters eine von der Kugelform abweichende Gestalt besass, sondern auch Formveränderungen an einzelnen Kernen direct beobachtet wurden (Fig. 22, *a*, *a'*, *a''*, *a'''*). Eine Embryonalzelle, welche mit einem von seiner ursprünglichen runden Form abweichenden Kern versehen ist, bietet eine grosse Aehnlichkeit mit dem Keimbläschen eines jungen Eies der Insecten, Myriapoden, Würmer, Säugethiere etc., und zwar wegen des stark amöboiden Keimfleckes. Im sich entwickelnden Ei, gelegentlich auch früher, zeigt freilich auch das Keimbläschen beträchtliche amöboide Bewegungen und ändert seine Gestalt ähnlich dem Keimflecke. Es erscheint daher mir selbst die hier versuchte Deutung der Embryonalzellen noch precair.

Der Auffassung des Keimbläschens als Stammvater der endgültigen Embryonalzellen weit günstiger dürften folgende fragmentarische Beobachtungen an Embryonen von Anodonta sein. Die untersuchten Keime gehörten der Rotationsperiode an und wurden stets ohne Sprengung der Eihaut in einem Tropfen Wasser lebend und ohne Zusatz von Reagentien untersucht.

Fig. 23 stellt einen Embryo von vorn dar. Seine Oberfläche bietet zum grössten Theil ansehnliche, sich wie Pflastersteine vorwölbende, sehr in die Tiefe dringende Elemente (*l*), welche sich namentlich durch ihre mehr oder weniger zahlreichen, wohl die Hauptmasse ausmachenden Vacuolen auszeichnen und in ihrem tieferen, centralen, der Vacuolen entbehrenden Ende den Kern bergen. In Bezug auf den Bau dieser Elemente stimme ich vollkommen mit FLEMMING (l. c. p. 450, Taf. III, Fig. 5) überein. An der Vorderfläche des Embryos gewahrt man mit Leichtigkeit eine Stelle, welche sich sofort durch den Mangel dieser so charakteristischen Elemente auszeichnet, es ist dies der sogen. Wimperschild (*wesch*). Er ist es, welcher hier zunächst in Betracht kommt. Auf dem betreffenden Entwicklungsstadium hatte der genannte Schild bei allen Embryonen eine fast regelmässig sechseckige Gestalt. Die Wimpern, womit er allein, im Gegensatz zu der übrigen, durchaus wimperfreien Oberfläche des Keimes bedeckt ist, trugen ihm seine Bezeichnung ein. Er besteht aus nur wenigen grossen Elementen, welche nicht blos ihrem Ursprunge, sondern auch ihrem ganzen Habitus nach sich als Furchungskugeln documentiren. Ihre Umrisse sind durch gegenseitigen Druck polygonal, ihr Inhalt trübe granulirt. Sie besitzen

einen central oder excentrisch gelegenen, meist kugelrunden Kern, nebst kleinem rundlich oder amöboid gestalteten Kernkörperchen, den Homologa der Furchungskerne und ihrer Kernkörper. So war jedoch der Wimperschild nicht bei allen Embryonen des betreffenden Entwicklungsstadiums beschaffen, bei einem Theil derselben zeigte er sich vielmehr merklich verändert (Fig. 24). Es wurden hier nämlich die Dotterkörper seiner Elemente in den verschiedensten Graden der Verschmelzung und Resorption angetroffen. Gleichzeitig erwiesen sich die »Furchungskerne« zahlreicher und kleiner. Ein und derselbe Wimperschild zeigte häufig alle Uebergänge von deutlichen Furchungselementen zu nackten, dicht aneinandergedrängten und verkleinerten Furchungskernen. Diese theils gänzlich von der granulären Dottersubstanz entblössten, theils noch in verschiedenem Grade davon umgebenen oder bedeckten Elemente lassen sich auf eine weite Strecke über das Bereich des Wimperschildes hinaus verfolgen. Wo sie von Dottersubstanz entblösst und dicht aneinander gedrängt sind, dürften sie wohl für Embryonalzellen anzusprechen sein.

An der unteren Fläche, namentlich der etwas weiter vorgerückten Keime, entdecken wir inmitten der grossen vacuolenhaltigen Elemente eine zweite, von ihnen freie Stelle, welche allerdings bedeutend weniger, als der Wimperschild in die Augen springt. Es ist dies der sogen. Mittelschild (FLEMING, p. 440). Die Form desselben ist rundlich, weniger regelmässig, als die des Wimperschildes. FLEMING fand den Mittelschild anfangs aus 6—12, später aus 12—20 sehr kleinen und dicht liegenden Zellen bestehend, deren künstlich gefärbte Kerne sie als rothen Fleck scharf hervorhoben. Auf seinen Abbildungen stellt er die Umrisse der Zellen kaum oder gar nicht dar, so dass wir einfach in eine Intercellularsubstanz eingesprengte Kerne vor uns zu haben wännen. Auf meinem frischen Präparat (Fig. 25) sehen wir die fraglichen, noch zahlreicheren »Kerne« so dicht zusammengedrängt, dass zwischen ihnen nur Spuren von Intercellularsubstanz bemerkbar sind, wie sie auch zwischen den Zellen echter Epithelien vorkommen. FLEMING stellt auf seiner Taf. III, Fig. 5 mehr Zwischensubstanz dar: wohl möglich, dass in früheren Stadien die Quantität derselben eine beträchtlichere ist. Ihrem ganzen Habitus nach bin ich geneigt die den Mittelschild zusammensetzenden offenbaren Descendenten der Furchungskerne, resp. des Keimbläschens, für Embryonalzellen zu halten.

Fig. 26 giebt die Profilansicht eines Keimes, welcher in seiner Entwicklung etwas weiter, als die eben besprochenen, vorgerückt ist. Der Wimperschild (*wsch*) ist auch in dieser Lage gut sichtbar. An ihn schliesst sich abwärts eine Zellengruppe (*vw*), welche zum sogen. Vor-

der Wulst (FLEMMING) gehört. Sie besteht aus kleinen, platten, sehr dicht zusammengedrängten Elementen, ohne erhebliche Spuren von Zwischensubstanz. Diese Elemente entsprechen, ihrem Character nach, denen des Mittelfeldes und mithin dem Keimbläschen und den Furchungskugeln. Durch allmähliches Auflösen und Zusammenfließen der »Dotterballen« gehen die Elemente des Wimperschildes in die der Seitenzone *b* über, so dass wir hier eine gemeinsame Grundsubstanz mit eingesprengten »Furchungskernen« vor uns haben, welche rund, rundlich oder deutlich amöboid gestaltet sind. (Auch im Wimperschild weist übrigens eine nicht selten vorkommende Formabweichung auf amöboide Beweglichkeit der Furchungskerne hin.) Die Zone *b* geht ihrerseits nach oben zu in die Rückenzone *a* über; und zwar geschieht dies unter successivem Schwund der Dottermolekel in der Grundsubstanz und unter Grössenabnahme und näherem Zusammendrängen der eingesprengten Elemente. Dem ungeachtet bleibt auch in der Rückenzone eine immerhin noch erhebliche Menge von klarer Grundsubstanz bestehen. Die Seitenzone *b* wird durch eine, wegen eingelagerten Dotterkörnchen verwischten Grenze von der sich ihr nach unten zu anschliessenden Bauchzone *c* getrennt, welche aus den oben erwähnten, vacuolenhaltigen Elementen besteht.

An noch etwas älteren Embryonen (Fig. 27) findet man eine der Rückenlinie entlang laufende Rinne — die Anlage des Schlosses. Nach vorn gabelt sie sich, wobei ihre beiden, in einem Winkel von  $60^\circ$  zueinander stehenden Ausläufer zunächst den Wimperschild umfassen. Dieser zeigt entweder ausnahmsweise noch deutliche, wenn auch durch Verlust der Dotterkörnchen erblasste Elemente mit dem Character der Furchungskugeln. In den meisten Fällen wurde jedoch der Wimperschild aus zarten, platten keimbläschenartigen Zellen mit einem Minimum von Zwischensubstanz zusammengesetzt. Die ganze Seitenfläche des Keimes, mit Ausschluss des unteren Viertels, ist von kleinen, rundlichen, zum Theil eckigen Zellen (»Furchungskernen«) mit deutlichem Kern bedeckt. Dieselben sind kleiner, als im vorhergehenden Stadium, dichter aneinander gedrängt, und weisen hier mehr, dort weniger Inter-cellularsubstanz auf. Die vacuolenhaltigen Elemente der Bauchzone sind auf das untere Viertel des Keimes zurückgedrängt. Seiten- und Bauchzone erscheinen durch die bogenförmigen Ausläufer der Schlossrinne von einander geschieden.

Die weiteren Schicksale der im Laufe der Embryonalentwicklung sich allem Anscheine nach von ihrer Dotterrinde säubernden Embryonalzellen, dieser muthmasslichen Descendenten der Furchungskerne, und mithin auch des Keimbläschens, habe ich bisher nicht weiter verfolgt. Dennoch hoffe ich in dem Vorstehenden eine weitere Ergänzung zum

VII. Capitel (p. 120—135) meiner am Eingange citirten Schrift über die Eiröhren der Insecten geliefert zu haben. Unter dem Titel »Vergleichende Skizzen zur Morphologie des Eies« versuchte ich daselbst eine Reihe früherer, zum Theil durch eigene Beobachtungen ergänzter Angaben zusammenzutragen, welche für das Keimbläschen als primäre Eizelle sprechen dürften. Es beziehen sich diese Angaben auf Insecten, Arachniden, Crustaceen, Würmer, Mollusken, Fische, Amphibien, Vögel und Säugethiere, und gehören namentlich folgenden Forschern an: PURKINJE, BAER, R. WAGNER, BARRY, MECKEL, HENLE, BISCHOFF, STEIN, STEINLIN, LEREBoullet, HUXLEY, QUATREPAGE, LEUCKART, NELSON, THOMPSON, PAGENSTECHER. Das wesentliche Moment im Furchungsprocesse bei allen Thieren wird von mir in der Theilung des Keimbläschens gesucht, dessen Descendenten sich früher oder später vom Dotter befreien. Die Befreiung der Keimbläschedescendenten (resp. Embryonalzellen) von der Dottersubstanz geschieht entweder durch Herauspressen aus dem gefurchten oder ungefurchten Dotter (Insecten, Crustaceen) oder durch Resorption der Dotterballen in ihrem Umkreise (Frosch). Die ältere Ansicht von der Existenz primärer, den Furchungskernen und secundärer, den Furchungskugeln entsprechender Zellen im ausgebildeten Organismus wird von neuem in Erwägung gezogen.

St. Petersburg, im Herbst 1876.

## Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXVII, Fig. 1—28.

Fig. 1—23. Limnaeus.

Fig. 1. Frischgelegtes Ei mit amöboidem, dendritisch-sternförmigem Keimbläschen.

Fig. 2—4. Austritt der Richtungsbläschen.

Fig. 5. Nach dem Austritt der Richtungsbläschen hat sich der Rest des Keimbläschens mehr ins Innere des Dotters zurückgezogen.

Fig. 6. Ein Ei, dessen Keimbläschen unsichtbar geworden war, comprimirt.

Fig. 7—16. Successive Segmentationsstadien ein und desselben Eies. Der Keim erscheint abwechselnd kugelig und gelappt, die Furchungskerne bald sichtbar, bald unsichtbar.

Fig. 17. Keim im Gastrulastadium.

Fig. 18. Keim mit acht Furchungskugeln gesprengt; *a*, *a'*, *a''* und *b*, *b'* zwei Furchungskugeln und ihre Kerne in verschiedenen Momenten.

Fig. 19. Weiter entwickelter Keim; die Randpartien im optischen Durchschnitt. *a* Richtungsbläschen? Eine Dotterhaut umspannt deutlich den Keim.

Fig. 20—22. Histologische Elemente verschiedener Embryonen; *a*, *a'*, *a''*, *a'''* ein und dasselbe Element in verschiedenen Zeitpunkten.

Fig. 23—27. Anodonta.

Fig. 23. Ein Keim von vorne, um den aus deutlichen Furchungselementen gebildeten Wimperschild (*wesch*) zu zeigen, *l* vacuolenhaltige Elemente.

Fig. 24. Elemente des Wimperschildes eines anderen ähnlichen Keimes.

Fig. 25. Der von vacuolenhaltigen Elementen umgebene Mittelschild eines in seiner Entwicklung etwas weiter vorgeschrittenen Keimes.

Fig. 26. Seitenansicht eines noch etwas weiter entwickelten Embryos; *a* Rückenzone, *b* Seitenzone, *c* Bauchzone, *wesch* Wimperschild, *vw* Elemente des Vorderwulstes.

Fig. 27. Keim mit Schloss- und Muschelanlage, vom Rücken aus gesehen, *wesch* Wimperschild.

Fig. 28. Aphis.

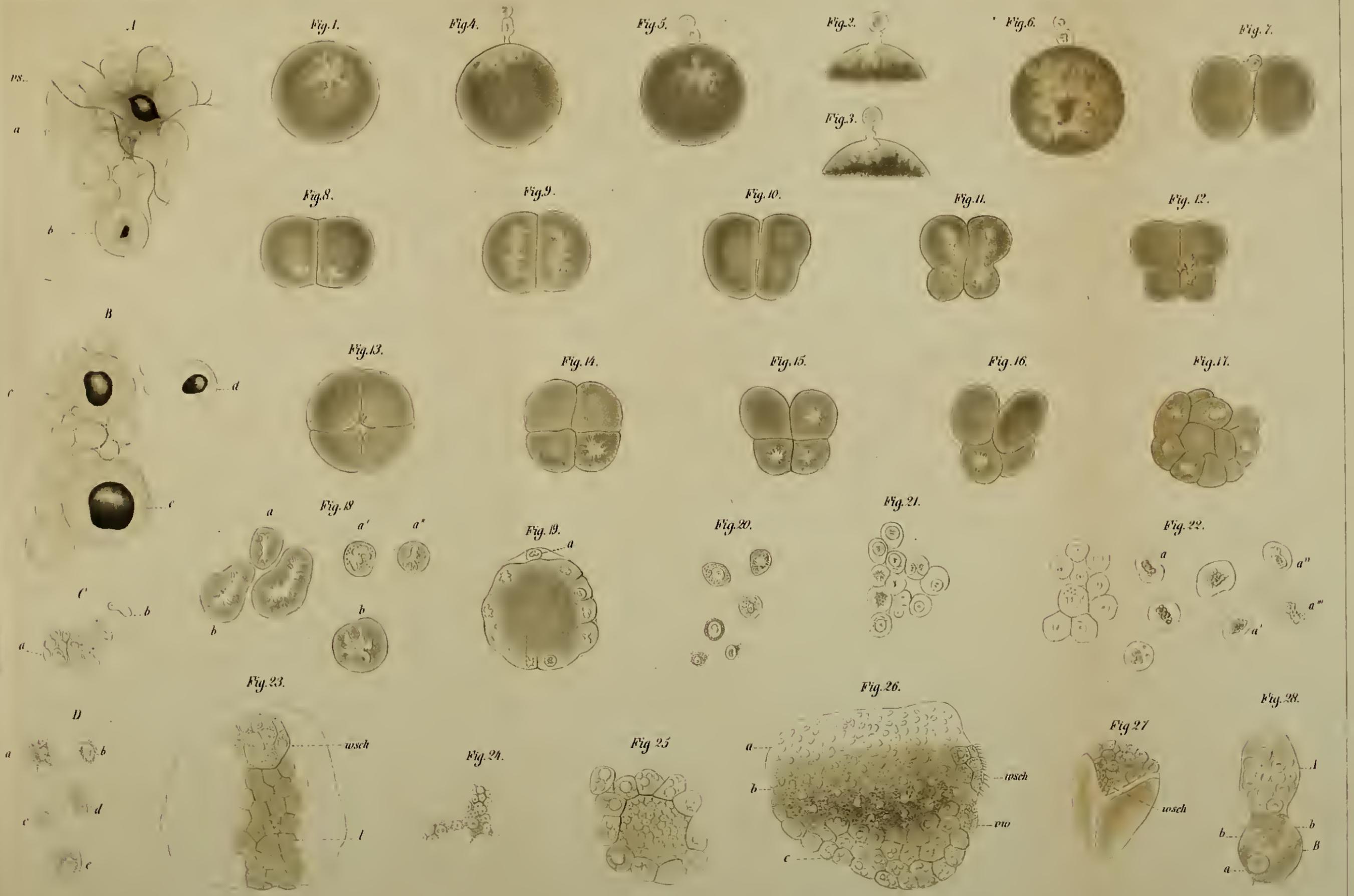
Spitze einer Ovarialröhre. *A* Endkammer, *B* Eikammer, *a* runder Keimbläschen-descendent mit amöboid zerflossenem, sternförmigen Kern, *b*, *b* ein anderer Keimbläschen-descendent in amöboider Bewegung begriffen.

Neuer Verlag von Theobald Grieben in Berlin.  
Bibliothek für Wissenschaft und Literatur 11. Band.

## Reden und Aufsätze naturwissenschaftlichen, pädagogischen und philosophischen

Inhalts von Th. H. Huxley, Prof. in London. Deutsche autorisirte Ausgabe, nach der 5. Auflage des englischen Originals herausgegeben von Fritz Schultze, ord. Professor am Polytechnikum zu Dresden. 6 Mark.

Gerade in unsern Tagen, wo immer vernehmbarer der Ruf nach Wiedervereinigung der Philosophie und der empirischen Wissenschaften laut wird, wird es für jeden an der geistigen Entwicklung unserer Zeit Theilnehmenden von hohem Interesse sein, ein Werk kennen zu lernen, aus dem glänzend hervorleuchtet, in wie ausgezeichnete Weise sich diese Wiedervereinigung bei einem der hervorragendsten englischen Naturforscher bereits vollzogen hat. Durchweg klar, populär und doch gründlich geschrieben, erlebte das Original in kurzer Zeit die fünfte Auflage. — Inhalt: Dringlichkeit der Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Schwarze und weisse Emancipation. Freisinnige Erziehung und ihre Fundstätte. Nachtisch-Rede über wissenschaftlichen Unterricht. Pädagogischer Werth der Naturwissenschaften. Das Studium der Zoologie. Physische Grundlage des Lebens. Wissenschaftlicher Gehalt des Positivismus. Ein Stück Kreide. Geologische »Gleichzeitigkeit« und »persistente Lebensstypen«. Reform der Geologie. Ursprung der Arten. Descartes' »Abhandlung über die Methode des richtigen Vernunftgebrauchs und der wissenschaftlichen Wahrheitsforschung.«



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Brandt Alexander

Artikel/Article: [Bemerkungen über die Eifurchung und die Beteiligung des Keimbläschens an derselben 587-606](#)