

Ueber die Eifurchung der *Ascaris nigrovenosa*.

Von

Dr. Alexander Brandt,
Privatdocent in St. Petersburg.

Mit Tafel XX u. XXI.

Die Furchung des Ascarideneies bildete bekanntlich den Gegenstand wiederholter Forschungen; auch dient sie schon lange als geschätztes Demonstrationsobject bei academischen Vorlesungen. Unter diesen Umständen, — so sollte man meinen, — dürften die Furchungserscheinungen im Ascaridenei bereits zur Genüge klar gelegt sein; und in der That war man auch wohl darüber einig, dass man es hier mit einer sehr einfachen, regulär sich wiederholenden Theilung des Eiinhaltes zu thun habe, welche das Bild einer typischen Zelltheilung getreu veranschaulicht. Nur darüber existirten allerdings noch Controversen, ob das Keimbläschen vor dem Auftreten der ersten Segmentationsfurchung schwinde oder nicht, und ob mithin die Furchungskerne einer Neubildung oder einer Proliferation des Keimbläschens ihren Ursprung verdanken. Welcher Histolog und Embryolog sollte daher nicht durch die neuen Angaben von BÜTSCHLI¹⁾ und besonders die von AUERBACH²⁾ frappirt worden sein? Die des letzteren schienen ja sogar alles bisher für Eifurchung und Zelltheilung Angenommene umzuwerfen.

Bereits seit einigen Jahren mit Studien über die Bildung und Deutung des thierischen Eies beschäftigt, konnte ich nicht umhin, die auch in morphologischer Hinsicht so eigenthümlichen Resultate der eben genannten Forscher einer Controluntersuchung zu unterwerfen. So ent-

1) BÜTSCHLI, O., Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden. Nova Acta Acad. Leop. Car. XXXVI. 1873. 124 S., 11 Taf. (Cf. p. 101—104.)

2) AUERBACH, L., Organologische Studien. Zur Characteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne. Breslau 1874. 8. 262 S., 4 Taf.

standen die gegenwärtigen Zeilen. Dieselben stellen einen Versuch dar, die BÜTSCHLI'schen und AUERBACH'schen Angaben mit den bisher gültigen, so weit dieses möglich, in Einklang zu bringen.

Die vorbereitenden Manipulationen für meine Beobachtungen waren einfach folgende. Der aus der Lunge von *Rana temporaria* geholte Wurm wurde in einem Tropfen frischen Hühnereiwiss auf einem Objectträger an der Grenze des vorderen Drittels oder Viertels durchschnitten und alsdann, je nach Bedürfniss, entweder der hintere Abschnitt des Thieres mit den älteren, oder der vordere mit den jüngeren Embryonen, sowie Furchungsstadien mit Nadeln entleert. Darauf wurden die Präparate mit einem auf Wachsfüsschen ruhenden Deckgläschen versehen und schliesslich mit einem Oelrande, gegen die Verdunstung, umgeben. Die so angefertigten Präparate erhielten sich ausreichend lange, in einem Fall sogar über 24 Stunden am Leben. Eine leichte methodische Compression auf das Präparat auszuüben, wie dieses AUERBACH behufs einer Abplattung, resp. grösseren Durchsichtigkeit der sich entwickelnden Eier so warm empfiehlt, erwies sich mir als durchaus entbehrlich.

Wenden wir uns nun zunächst den endlichen Schicksalen und der Lebensthätigkeit des Keimbläschens zu.

BÜTSCHLI lässt es aus Mangel an directen Beobachtungen unentschieden, ob dem Verschwinden des Keimbläschens bloss ein Undeutlichwerden oder vielleicht eine Ausstossung aus dem Dotter zu Grunde liegt. Diese letztere Annahme basirt er auf einem Analogieschluss, nämlich darauf, dass neuerdings OELLACHER die Ausstossung »für das Keimbläschen des Wirbelthiereies wahrscheinlich gemacht habe«. »Für die erste Möglichkeit sprechen jedoch auch eine Anzahl Gründe, da ich für die Kerne der Furchungskugeln eine gewisse Beweglichkeit annehmen muss, mit der häufig ein Undeutlichwerden derselben verknüpft ist« — äussert sich BÜTSCHLI weiter. Ueberhaupt verschliesst er sich durchaus nicht der Möglichkeit, dass die beiden ersten Furchungskerne Descendenten des Keimbläschens sein könnten. Anders AUERBACH (p. 240). Dieser hält die Furchungskerne für vom Keimbläschen durchaus unabhängige Gebilde, welche nicht einmal aus protoplasmatischer Substanz beständen (mithin auch keine active Beweglichkeit besässen) und angeblich lediglich flüssige Ausscheidungen aus dem Dotterprotoplasma darstellen. Hieraus resultirt, dass das Keimbläschen schliesslich zu Grunde geht.

Betrachten wir zunächst die jungen, unreifen, noch runden oder birnförmigen Eianlagen (Fig. 4 u. 2), so finden wir in ihnen nicht nur einen lebhaften Formwechsel am primären und secundären Keimfleck, sondern treffen auch das Keimbläschen von variabler Gestalt.

Bald erscheint es kugelförmig, bald nur runderlich; häufig hat es eine unregelmässig wellige Oberfläche — Thatsachen, welche nach meinen früheren Erfahrungen am Keimbläschen anderer Thierclassen, besonders der Insecten, sich durch amöboide Beweglichkeit erklären lassen. Diese Erklärung nun wird durch Beobachtungen an reifen oder nahezu reifen Eiern zur Gewissheit erhoben. Die Stellung, welche das Keimbläschen innerhalb des reifen Eies einnimmt, ist eine durchaus unbeständige: bald liegt es an einem der Pole, bald mehr im Centrum, bald oberflächlich, bald in der Tiefe. Wie selbstverständlich, präsentiert es sich je nach seiner Stellung mit sehr verschiedener Deutlichkeit. Wohl in noch grösserem Maasse hängt übrigens die Deutlichkeit des Keimbläschens von seiner jeweiligen Form ab. Diese erscheint häufig scharf umschrieben, mehr oder weniger kuglig, wobei sich das Keimbläschen am schönsten markirt und auch den Keimfleck am deutlichsten als amöboides Klümpchen hervortreten lässt. Ferner treffen wir Keimbläschen von den allerverschiedensten Formen an, nämlich: höckerige, klumpenförmige, unregelmässig sternförmige, ästige oder baumförmige, netzförmig verzweigte. Der Flächenraum, den das Keimbläschen hierbei in horizontaler Ausbreitung einnimmt, ist ein sehr verschiedener, je nach der Gestalt und Stellung dem Beschauer gegenüber (s. die Abbild.). Bisweilen ist seine Gestalt eine so fein vertheilte, diffuse, dass es sich nur mit grosser Mühe wahrnehmen lässt; bisweilen sogar will es gar nicht gelingen, dasselbe zu Gesicht zu bekommen. Es war nicht schwer, durch directe Beobachtungen nachzuweisen, dass bei all diesen Variationen des Keimbläschens amöboide Formveränderlichkeit im Spiele ist. Allerdings ist nicht jedes beliebige Keimbläschen fortwährend in Bewegung, vielmehr kommen auch Ruheperioden vor; dafür stösst man aber auch auf solche Keimbläschen, welche unaufhaltsam ihre Umrisse ändern, und zwar bisweilen so rasch, dass es schwer hält einzelne Bilder mit dem Bleistift zu fixiren. Da es mir darauf ankam, das endliche Schicksal der Keimbläschen, wo irgend möglich, aufzudecken, so liess ich mir nicht die Mühe verdriessen, einzelne dieser Gebilde im Verlauf von mehreren oder vielen, einmal sogar über 24 Stunden lang (selbstverständlich mit Unterbrechungen) zu beobachten (Fig. 3). Hierbei sah ich nun wiederholentlich das Keimbläschen nicht bloss die baroquesten Gestalten annehmen, sondern sich auch in zwei und mehr Lappchen theilen, welche häufig kaum durch eine schwache Substanzbrücke oder Pseudopodien zusammenhängen, bisweilen auch gar nicht mehr verbunden zu sein schienen, später jedoch wieder miteinander verschmolzen. Bisweilen sah ich hier und da an der Peripherie des Dotters sich zeitweilig einen hellen, unregelmässig

höckerigen Saum ausbilden ($j-m$). Da letzterer mit dem amöboid gestalteten Keimbläschen in directem Zusammenhang zu stehen schien, so glaube ich, dass dieses Bläschen im Stande ist gelegentlich den Dotter zu umfliessen. Wiederholentlich habe ich verschiedene, ja hintereinander auch ein und dasselbe Keimbläschen amöboid diffus oder dendritisch sich zertheilen, schwinden und sich von neuem zusammenballen sehen. Nach all diesen Beobachtungen liegt es auf der Hand, dass bei der Beurtheilung der Frage, ob das Schwinden des Keimbläschens auf Zerstörung desselben beruhe oder nicht, die amöboiden Gestaltveränderungen desselben durchaus in Betracht kommen müssen, ja dass sie schon an sich eine genügende Erklärung für dieses Schwinden abgeben dürften. BÜTSCHLI hätte demnach mit seiner oben angeführten Vermuthung das Richtige getroffen. Diese Vermuthung basirt er, wie wir sahen, auf einem Analogieschluss von den Furchungskernen, für welche er eine gewisse Beweglichkeit annehmen zu müssen glaubt. Auch für diese letzteren bin ich im Stande eine amöboide Beweglichkeit auf das Entschiedenste zu bestätigen. Betrachtet man Eier der *Ascaris nigrovenosa*, gleichviel in welchem Stadium der Furchung, so fällt es leicht auf, dass die Kerne der Furchungskugeln sich durchaus nicht immer deutlich als helle, runde Bläschen markiren, sondern vielmehr häufig in einzelnen oder gar in allen Kugeln zu fehlen scheinen. Ein genaueres Zusehen genügt, um sich davon zu überzeugen, dass die Kerne in Wirklichkeit stets vorhanden sind; jedoch, Dank ihrer hochgradigen amöboiden Contractilität, häufig eine diffuse, verästelte, zerfetzte Gestalt annehmen und alsdann bloß zeitweilig undeutlich oder unsichtbar werden. Bieten die Kerne eine sternförmige, radiär-dendritisch verästelte, resp. strahlenförmige Gestalt dar, so hat es den Anschein, als wären die Dotterkörnchen der betreffenden Furchungskugeln strahlenförmig um den Kern gelagert. BÜTSCHLI und besonders AUERBACH dürften zu viel Gewicht auf die Radiärstreifung der Furchungskugeln legen, indem sie dieselben für constant und regelmässig zu halten scheinen, was sie jedoch nicht ist: in Wirklichkeit fehlt sie nämlich häufig, so namentlich bei runder, scharf umschriebener Form der Furchungskerne, und wenn sie vorhanden ist, zeigt sie die verschiedensten Grade der Ausbildung und ist meist unregelmässig, z. B. bloß an der einen Seite des Kernes vorhanden, oder häufig mehr dendritisch als radiär. Die Streifung tritt auf und verschwindet wieder; wie dies auch ganz natürlich, denn sie besteht aus Pseudopodien der Furchungskerne, was übrigens bereits BÜTSCHLI richtig vermuthet hat ¹⁾.

1) Er sagt nämlich (p. 103): »Nicht selten glaubte ich auch, namentlich bei der weiteren Theilung der Furchungskugeln, vorübergehende Gestaltveränderungen

Werfen wir einen Blick auf das oben über die Contractilität des Keimbläschens und der Furchungskerne Gesagte, und beachten wir ferner, dass weder ein allmähliges Auflösen des Keimbläschens von seiner Oberfläche, noch ein Zerfallen in Bröckel, eine fettige Degeneration oder ein Ausstossen desselben aus dem Dotter beobachtet wurde, so erscheint es mehr als plausibel, dass das Unsichtbarwerden des Keimbläschens eine Folge amöboiden Verschwimmens ist.

In Uebereinstimmung miteinander theilen uns BÜRSCHLI und AUERBACH mit, dass nach dem Unsichtbarwerden des Keimbläschens zwei neue helle, bläschenförmige Gebilde im Ei auftauchen. Diese nähern sich einander und vereinigen sich zu einem gemeinsamen Körper, welcher sich darauf biscuitförmig in die Länge zieht und von der nunmehr auftretenden ersten Segmentationsfurchung durchschnitten wird. (Ich hebe hier nur die Hauptpunkte hervor und berücksichtige lediglich die thatsächlichen Momente, mit vorläufiger Umgehung der Nebenumstände und differirenden theoretischen Auffassungen beider Autoren.)

BÜRSCHLI lässt zunächst nur das eine der neuen Bläschen (Kerne) an dem einen Eipole entstehen, und erst später, nach einiger Zeit, das zweite, und zwar in geringer Entfernung von dem ersten. Ihre Entstehung sei natürlicher Weise nicht direct sichtbar, und sie markirten sich erst, wenn sie eine gewisse Grösse erreicht haben (l. c. Fig. 64 d. l.); woher denn Verfasser die Möglichkeit, dass das zweite Bläschen ein Abkömmling des ersten sei, wenn auch für unwahrscheinlich, so doch nicht für völlig widerlegt erachtet. »Bald sieht man in diesen Bläschen je ein dunkles Körperchen und kann nun über ihre Kernnatur nicht mehr zweifelhaft sein«. AUERBACH sah bei *Ascaris nigrovenosa* und *Strongylus auricularis* die beiden Bläschen, im Widerspruch zu BÜRSCHLI, nicht in der Nähe ein und desselben Eipoles, sondern an den beiden entgegengesetzten Polen auftauchen, und basirt hierauf die Hypothese,

der Kerne in verschiedener Richtung gesehen zu haben, die sich wiederholten und mit der Theilung selbst in keinem Zusammenhang zu stehen schienen. Es schien mir selbst manchmal, dass sich vom Kerne aus strahlige Fortsätze in die Substanz des Dotters hinein erstreckten; alles dies muss mich in der Meinung bestärken, dass die Kerne zu gewissen Zeiten einen vielleicht ziemlich beträchtlichen Grad von Beweglichkeit besitzen, und dass das Undeutlichwerden der Contouren der Kerne hauptsächlich mit dieser Bewegung derselben zusammenhängt, indem dieselben um diese Zeit eine sich schnell ändernde, vielleicht mit in das Protoplasma hineinragenden Fortsätzen versehene Umgrenzung haben, was natürlich den Eindruck einer verschwommenen Contour hervorrufen muss. Ob sich die strahlige Anordnung der Dotterkörnchen mit solchen feinen Kernfortsätzen vielleicht in Zusammenhang bringen lässt, wage ich nicht zu entscheiden.«

dass das eine Bläschen gleichsam aus dem befruchtenden Stoffe der am betreffenden Pole eindringenden Zoospermien, das andere aus Eistoff bestehe. Die spätere Verbindung beider Bläschen wäre demnach gleichsam eine Conjugation. Abgesehen von der, wie es scheint, häufig parthenogenetischen¹⁾ Entwicklung der Eier von *Ascaris nigrovenosa*, tritt der Hypothese AUERBACH's noch der Umstand entgegen, dass, wie bereits aus den vorhergehenden Beobachtungen von BÜTSCHLI zu entnehmen ist, die Bläschen auch dicht bei einander in ein und demselben Eipole entstehen können.

Wie eigenthümlich die eben resumirten Phaenomene auch erscheinen mögen, so dürfte immerhin ein Versuch gerechtfertigt sein, dieselben auf allbekannte gewöhnliche Erscheinungen zurückzuführen.

Constatiren wir übrigens zunächst einige Thatsachen. Obgleich, wie ich gern gestehe, ursprünglich gegen die Existenz der BÜTSCHLI-AUERBACH'schen Kerne präoccupirt, gelang es mir doch, ohne jegliche Mühe ihr Auftreten und Aneinanderrücken zu bestätigen. In einzelnen Fällen sah ich die Bläschen an den extremen Eipolen, erst das eine, dann das andere auftauchen. Bald lagen sie hierbei in der Tiefe, bald oberflächlich. In anderen Fällen waren das eine der Bläschen oder auch beide im Moment ihres Auftretens mehr oder weniger von den Polen entfernt; dem Aequator des Eies genähert. Sie erscheinen weder urplötzlich als helle Kugeln, noch wachsen sie allmählich aus einem unscheinlichen Körnchen heran, sondern präsentiren sich anfangs als undeutlicher, matter, mehr oder weniger diffuser, unregelmässig gestalteter Fleck. Unter beständigen amöboiden Formveränderungen sieht man letzteren sich concentriren, zur Kugel abrunden und sich alsdann am deutlichsten markiren. Nunmehr weist das so entstandene Bläschen auch einen amöboiden Kern in seinem Innern auf. Einmal abgerundet, büssen die Bläschen zeitweilig ihre Kugelform auch wieder ein, indem sie fortfahren sich bald mehr, bald weniger energisch amöboid zu bewegen. Die beiden Bläschen sind entweder annähernd von gleicher oder auch von merklich ungleicher Grösse. Dass sie gegen einander zu rücken und sich zu begegnen pflegen, ist, wie erwähnt, Thatsache. Die Stelle, wo sie sich begegnen, sowie ihre Lage in Bezug auf die Eiachse und gegeneinander, ist jedoch eine durchaus variable. Zwei einander schon sehr bedeutend genäherte Bläschen sah ich in einem Fall sich von Neuem auf eine beträchtliche Distanz von einander entfernen. Bei diesen Raumveränderungen können zunächst zweierlei Ursachen in

¹⁾ Man vergleiche die Mittheilungen von CLAUS und LEUCKART. Tageblatt der 45. Versamml. Deutsch. Naturforscher u. Aerzte in Leipzig, 1872. p. 138.

Betracht kommen: erstens die amöboiden Eigenschaften der Bläschen und zweitens die des Dotters. Dass die Bläschen durch Vermittlung von Pseudopodien ihre Stellung wechseln, habe ich direct beobachten können; doch unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, dass das Aneinanderrücken der Bläschen auch dann erfolgt, wenn sie kugelförmig sind, und alsdann dürfte die Contractilität des Dotters concurriren. Dass eine solche und zwar in hohem Grade existirt, ist bereits seit lange bekannt. Sie äussert sich häufig in den mannigfaltigsten Gestaltsveränderungen der Dottermasse, in der Bildung von zeitweiligen Höckern, Wülsten und Furchen (Fig. 4, 7). Auch wenn die Oberfläche des Dotters dessen Activität durch nichts verräth, können seine Substanzpartikel sich immerhin durcheinander kneten. Doch scheint es etwas fraglich, ob hierdurch ein regelmässiges Aneinanderrücken der Bläschen erzielt werden kann? Uebrigens ist noch eine dritte Ursache für das Aneinanderrücken denkbar, nämlich das Vorhandensein einer zwischen beiden Bläschen ausgespannten contractilen Verbindung, etwa in Form eines protoplasmatischen Netzes. Bei den bereits oben constatirten exquisiten amöboiden Eigenschaften des Keimbläschens liesse sich nämlich annehmen, dass dasselbe sich schliesslich als dendritisch netzförmiger Körper durch den ganzen Dotter verbreitet, ähnlich dem Protoplasma in einer saftreichen Pflanzenzelle. Nach dieser Auffassung wären nun die beiden in Rede stehenden Bläschen nichts weiter als locale Concentrirungen innerhalb des Protoplasmanetzes, wie sie auch im Protoplasma der Pflanzenzelle und den netz- und strahlenförmigen Pseudopodien der Rhizopoden so häufig vorkommen.

Mögen nun verbindende Fäden zwischen den beiden Bläschen vorhanden sein oder nicht, der Ursprung dieser Gebilde in der eben bezeichneten Weise, also durch Zusammenballung aus dem amöboid zertheilten Keimbläschen, dürfte, so deucht mir, nichts weniger als unwahrscheinlich sein. Zunächst ist es die grosse Uebereinstimmung in den optischen, morphologischen (amöboider Kern) und contractilen Eigenschaften zwischen dem Keimbläschen und den beiden neuen Kernen, welche ihr Entstehen auseinander befürworten; ferner ist es auch der Mangel irgend welcher Residuen eines etwa zu Grunde gegangenen Keimbläschens. Doch mehr noch als alles dieses sprechen für die eben formulirte Vermuthung einige directe Beobachtungen. So sah ich an dem über 24 Stunden lang beobachteten Ei das periodisch sich stark bewegende Keimbläschen in zwei Portionen zerfallen, welche bald noch eine mehr oder weniger deutliche Substanzbrücke, bald keine mehr zeigten, worauf sich das Keimbläschen wieder restituirte (Fig. 3 b, c; m, n, o; q, r). An einem anderen Ei (Fig. 7) konnte ich anfangs in

dem sich contrahirenden Dotter keine Spur eines Keimbläschens entdecken; darauf tauchte ganz oberflächlich in der Nähe des einen Pols ein helles, amöboides Bläschen auf, etwas später ein zweites ähnliches am entgegengesetzten Eipole. Unter fortwährenden lebhaften Contractionen des Dotters erschien nunmehr in der Nähe des ersten Bläschens noch ein drittes kleines, aber vollkommen deutliches (c. 3), und später, an der andern Seite (bei 4), scheinbar noch ein viertes. Darauf sah ich die Bläschen 4 und 3 aneinanderrücken und verschmelzen. Das Bläschen 4 verschwand wieder. Die nunmehr übriggebliebenen Bläschen, also das mit 2 bezeichnete und das aus der Verschmelzung von 4 und 3 hervorgegangene, näherten sich einander immer mehr und mehr, wobei besonders letzteres unter amöboiden Bewegungen vorschritt. Nachdem sich die Bläschen berührt, rückten sie noch beide zusammen merklich gegen den Aequator des Eies vor. Nunmehr bemerkte ich im Dotter eine sich den Bläschen anschliessende, recht weit verbreitete, hellere, zertheilte Wolke, welche wohl darauf hindeuten dürfte, dass die Substanz des Keimbläschens, aus welcher sich die vier, später zwei Bläschen differenzirt haben dürften, noch weiter durch die Dottermasse verbreitet gewesen sein mochte. Etwas später gestaltete sich Alles in der Tiefe des Dotters zu einer gemeinsamen lichten Wolkenmasse. Diese verlängerte sich unter beständigem Pseudopodienspiel in ein Gebilde, welches, in der Richtung der Längsachse des Eies liegend, eine im Allgemeinen biscuitförmige, im Speciellen jedoch knorrige, ramificirte, theils netzförmige Gestalt darbot. Schliesslich trat die erste Segmentationsfurche auf.

Nach diesen Beobachtungen dürfte man bei Beurtheilung des Wesens der räthselhaften sich verbindenden Bläschen jeder complicirten Theorie oder Hypothese entbehren können. Dieselben brauchen durchaus keine Gebilde *sui generis* zu sein, sondern dürften vielmehr für Theilstücke des amöboid zerfallenen, sich wieder aufbauenden Keimbläschens gehalten werden: dass Plastiden (und Kerne) spontan zu amöboiden Stücken zerfallen und sich aus denselben restituiren können, ist ja Thatsache. Für unseren speciellen Fall bliebe nur bemerkenswerth, dass der Wiederaufbau des Keimbläschens mit einer gewissen typischen Regelmässigkeit durch ein Uebergangsstadium von zwei Bläschen vermittelt wird; doch ist diese Regelmässigkeit, wie wir sahen, keine absolute, und dürfte daher nicht von fundamentaler, sondern nur secundärer Bedeutung sein. Ihre Ursache würde vielleicht in der Form, Consistenz oder chemischen Beschaffenheit des Dotters zu suchen sein.

AUERBACH lässt die beiden Bläschen, nachdem sie sich aneinander gelegt, zusammen eine Drehung unter einem Winkel von 90° vollführen.

Ohne geradezu diese Beobachtung für irrthümlich zu erklären, möchte ich jedoch wenigstens das constante Vorkommen der Drehung leugnen; denn weder erwähnt ihrer BÜTSCHLI, noch habe ich sie selbst, sei es auch nur in einem einzigen Falle, wahrnehmen können. Sie dürfte daher wohl eine nur zufällige Erscheinung sein, welche übrigens um so leichter hat eintreten können, als Verschiebungen der Bläschen bald nach dieser, bald nach jener Richtung, sowohl mit als auch ohne partielle Drehung von mir bisweilen wahrgenommen wurden. Unter diesen Umständen fällt die von AUERBACH (p. 248) aus der Drehung deducirte Theorie zusammen. Derselbe wähnt nämlich, dass die Drehung der sich begegnenden, aus verschiedenen Eipolen stammenden und daher den weiblichen und männlichen Zeugungsstoff repräsentirenden Bläschen ein wichtiges Entwicklungsmoment darstelle, weil durch dieselbe jede der beiden ersten Furchungskugeln mit der Substanz des Ei- und des Spermakernes ausgestattet würde. Selbst die Drehung als constante Erscheinung zugegeben, dürfe diese Hypothese entbehrlich erscheinen, da auch ohne Drehung eine Vermischung der Substanz beider Kerne möglich wäre, und dies um so mehr, als ja AUERBACH die Kerne für flüssige Tropfen hält und eine Karyolyse annimmt. Die Drehung erscheint übrigens um so weniger nöthig, als die beiden Kerne nach meinen Beobachtungen im Moment des Zusammentreffens eine sehr verschiedene Stellung zur Längsachse des Eies einnehmen: die Linie, welche ihre Centren mit einander verbindet, liegt häufig schon von Hause aus unter einem verschiedenen, auch wohl rechtem Winkel zu dieser Achse.

Ob die beiden Bläschen oder Kerne schliesslich zu einem zusammenfliessen oder sich lediglich aneinander legen, lässt BÜTSCHLI unentschieden, glaubt jedoch letzteres aus einem seiner Präparate (Fig. II a), in welchem er eine trennende Linie sah, schliessen zu müssen¹⁾. Dass diese Linie auch in den späteren Stadien persistirte, ist nicht bemerkt. Ich glaube mich daher durchaus nicht im Widerspruch zu den directen Beobachtungen unseres Verfassers zu befinden, wenn ich mit aller Entschiedenheit das endliche vollständige Verschmelzen der beiden Kerne behaupte und zwar auf Grund sehr wiederholentlicher Beobachtungen.

1) An und für sich dürfte die Auffassung ganz plausibel scheinen, dass beide Kerne nur scheinbar mit einander verschmelzen, in Wirklichkeit aber nur an und übereinander gelagert seien, um sich bei der Bildung der ersten Segmentationsfurchen wieder zu trennen und die beiden ersten Furchungskerne darzustellen. Man hätte nach dieser Auffassung die beiden Bläschen einfach für die das Keimbläschen deplacirenden ersten Furchungskerne zu halten, wobei nur ihr zeitweiliges Aneinanderliegen räthselhaft bliebe.

Der aus der Verschmelzung beider Bläschen resultirende Körper hat durchaus keine constante, sondern vielmehr eine amöboid veränderliche, meist ramificirte Form (Fig. 6, 7). Nicht blos seine Form, sondern auch seine Stellung ändert er beständig. Bald früher, bald später offenbart er die Tendenz sich in die Länge zu ziehen, und zwar in der Längsrichtung des Eies, wobei seine Grundgestalt biscuitförmig wird. Ich sage absichtlich Grundgestalt, denn im Einzelnen ist der Körper recht unregelmässig geformt. Weder die Köpfchen noch das Mittelstück des Biscuits sind schlicht und regelmässig, sondern mit den verschiedensten ramificirten, strahligen, varicosen Pseudopodien besetzt. Dabei ändert er stets von Secunde zu Secunde seine Umrisse (Fig. 4 e, f; 5 h—k; 6 f; 7 f—h). Die Figuren von BÜRSCHLI und AUERBACH haben daher meinen Erfahrungen nach blos als Schemata Geltung. Das Keimbläschen, — man gestatte mir den Gebrauch dieses Terminus, — büsst seine irreguläre Gestalt auch im Moment des Einschneidens der Segmentationsfurche nicht ein. (In einem Falle war es in diesem Moment S-förmig gekrümmt — Fig. 9 b.) Wohl möglich, dass die weit ausgedehnten und ramificirten Pseudopodien des in der betreffenden Periode ganz besonders energisch amöboiden Keimbläschens einen starken Reiz auf die contractile Dottersubstanz ausüben und so das Zustandekommen der Segmentationsfurche begünstigen.

Ueber die von AUERBACH gelehrt Karyolyse und palingenetische Kernbildung können wir uns kurz fassen. Dem kritischen Leser der AUERBACH'schen Schrift dürfte es nicht schwer fallen in ihr die Beobachtungen und Thatsachen von den Annahmen und Hypothesen zu sondern. Derselbe möchte hierbei leicht zur Ueberzeugung gelangen, dass diese Lehre von der Lösung und Wiedergeburt der Kerne sich weder aus den Abbildungen noch thatsächlichen Mittheilungen AUERBACH's direct deduciren lässt, sondern blos als freie Deutung dieser sowohl als jener erscheint. Alle seine thatsächlichen Beobachtungen lassen sich wohl ungleich einfacher durch die amöboiden Eigenschaften des Keimbläschens erklären. Hätte dem Verfasser, als er seine Beobachtungen anstellte nur überhaupt die Möglichkeit vorgeschwebt, dass das Keimbläschen und die dasselbe deplacirenden Kerne amöboid sein könnten, so dürfte er gewiss sofort volle Bestätigung hierfür gefunden haben. Nachdem aber bereits die directen Beobachtungen abgeschlossen, die palingenetische Theorie der Kerne einmal geschaffen war, und die Kerne eine blosse passive Saftmasse oder flüssige Ausscheidung des Zellprotoplasma, resp. des Dotters, darstellen sollten, konnte der Verfasser wiederum gar zu leicht seine gegenwärtige negirende Stellung in Bezug auf die Existenz amöboider Kerne überhaupt einnehmen, so namentlich

(p. 246) gegenüber den trefflichen, umfassenden Beobachtungen HANSTEIN'S am pflanzlichen Zellkern. Die von ihm selbst für *Ascaris* und *Strongylus* beschriebenen Bewegungen, Drehungen, Verschmelzungen der Kerne im Dotter sollten mithin als wirkende Ursache lediglich die Activität des umgebenden Protoplasma haben (p. 247)¹⁾.

Im Gegensatz zu den Nuclei betrachtet AUERBACH die Nucleoli, auch die der Furchungskugeln, als aus wirklichem Protoplasma bestehende Gebilde, da er an den Speicheldrüsen-Nucleoli älterer Muscidenlarven amöboide Bewegungen direct gesehen (p. 240). Hieraus erwuchs unserem Forscher eine morphologische Schwierigkeit insofern, als das Kernkörperchen nunmehr nicht ein dem Kern untergeordnetes Gebilde bleiben könnte. Hierin dürfte das Motiv dafür zu suchen sein, dass AUERBACH in dem Kernkörperchen, resp. Keimfleck ein aus dem umgebenden Protoplasma in den flüssigen Kerntropfen eingewandertes oder ausgeschiedenes Partikel zu vermuthen geneigt ist.

Nun noch einige ergänzende Angaben über den Furchungsprocess. Bereits lange bevor das Keimbläschen sich restituiert und die oblonge, unregelmässige amöboid-biscuitförmige Gestalt angenommen, macht der Dotter bei seinen gelegentlichen Contractionen häufig Versuche die erste Segmentationsfurchung zu Stande zu bringen. Die Furchung entsteht und verstreicht wieder, wahrscheinlich ohne den Dotter ganz durchschnitten zu haben. Diesen Vorgang sah ich an einem Ei, mit den »beiden Kernen« in kurzer Zeit sich zweimal wiederholen, wobei sich die Segmentationsfurchung an zwei verschiedenen Stellen bildete (Fig. 8). Die Bildung der beiden Bläschen und deren Wiedervereinigung könnte vielleicht auf Grund eines Analogieschlusses als ein Versuch des Keimbläschens zur Zweitheilung betrachtet werden. Dem Zeitpunkt ihres Auftretens nach dürften die erwähnten provisorischen, vor Wiedervereinigung der beiden Bläschen zum Keimbläschen auftretenden Dotterfurchungen von *Ascaris* der definitiven Dotterfurchung derjenigen Thiere entsprechen, bei welchen das Zerfallen des Keimbläschens durch Theilung normal der Bildung der Segmentationsfurchung voraneilt und nicht etwa mit ihr coincidirt, wie bei *Ascaris*. — Die beiden definitiven Furchungskugeln sind, wie bereits von Anderen bemerkt, in den einzelnen

4) In Bezug auf active Formveränderungen des Zellkerns, sowie auch des Keimbläschens und Keimfleckes verweise ich auf das Schlusscapitel meiner Arbeit über die Eiröhren der *Periplaneta orientalis* (St. Petersburg 1874), ferner auf zwei neuere, im Archiv f. mikr. Anat. gedruckte Notizen über den Keimfleck und über die Kerne der rothen Blutkörperchen, desgleichen besonders auf den letzten Abschnitt einer unter der Presse befindlichen Schrift über das Ei, vorzüglich das der Insecten.

Fällen entweder gleich oder mehr oder weniger ungleich; die relativen Grössenverhältnisse dieser Kugeln können also, für unser Thier wenigstens, nicht von Belang für die weitere embryonale Entwicklung sein.

Die Vorgänge am Keimbläschen im Moment des Einschneidens der ersten Segmentationsfurche und unmittelbar nach demselben sind von ganz besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung der vermeintlichen Karyolyse. Die diesem Aufsatze beigefügten, möglichst naturgetreuen Figuren (4 *e—f*, 5 *h—l*, 6 *f—h*, 7 *g—k*, 9 *a—c*) erläutern, wie ich hoffe, zur Genüge, wie einfach die fraglichen Vorgänge sind. Zur weiteren Erläuterung genügen wenige Worte. Das annähernd biscuitförmige oder unregelmässig knorrige, ästige und strahlige Keimbläschen, welches unaufhaltsam proteisch seine Gestalt ändert, wird durch die einschneidende Segmentationsfurche halbtirt; statt eines Kerngebildes haben wir nunmehr zwei, in jeder Furchungskugel zu einem. Die amöboiden Eigenschaften dieser Tochterkerne sind genau dieselben wie die des ungetheilten Keimbläschens, woher denn auch die karyolytischen Figuren AUERBACH's nichts weiter als der Ausdruck der verschiedensten, stets wechselnden Pseudopodien sind. Zeitweilig kommen die Furchungskerne in den Zustand der mehr oder weniger vollständigen Ruhe, d. h. sie runden sich zur Kugel ohne Pseudopodien ab. In mehreren Fällen nahm ich deutlich wahr, dass unmittelbar nach dem Zerfall des Dotters in die beiden ersten Segmentationskugeln, der centrale, der Segmentationsfurche zugewandte Abschnitt der amöboid gestalteten Furchungskerne sich abrundete, mehr concentrirte, jedoch ohne eine regelmässige Kugel darzustellen. Rundete sich der ganze Furchungskern unmittelbar nach Vollendung der Segmentationsfurche ab, so begann seine Abrundung gleichfalls vom centralen Ende. In beiden Fällen erhielten wir Bilder, die, stark schematisirt, denjenigen entsprechen dürften, welche AUERBACH publicirt und aus welchen er wohl hauptsächlich auf eine Lysis und Palingenesis der Kerne schliesst: das centrale, sich abrundende Ende des Kernes wurde als der sich wieder ansammelnde tropfbar-flüssige Kern, die übrigen amöboid zertheilten Partien des Kernes hingegen als zersprengte flüssige Bestandtheile des ursprünglichen Kernes gedeutet. Der Umstand, dass der nach dem Eicentrum gerichtete Theil der Furchungskerne sich mit Vorliebe, wenn auch lange nicht immer, zuerst abrundet, möchte lediglich eine Folge eines mechanischen Reizes sein, welcher durch die Ruptur des Keimbläschens beim Einschneiden der Segmentationsfurche gesetzt wird.

Alles über die Entstehung der ersten Furchungskerne Gesagte gilt buchstäblich auch für die Kerne der späteren Furchungskugeln: stets

haben wir es mit hochgradig-amöboiden, sich bei der Furchung theilenden Gebilden zu thun. Von einer Karyolyse ist auch hier keine Spur zu entdecken, wohl aber ist ein zeitweiliges amöboides Auflösen zu Pseudopodien und Zerfliessen bis zum Unsichtbarwerden mit nachfolgendem Wiederhervortreten der Furchungskerne eine ganz gewöhnliche, sich viele Mal hintereinander an ein und denselben Kernen wiederholende Erscheinung. — —

Je weiter die Furchung vorschreitet und je kleiner die einzelnen Kugeln werden, desto grösser erscheint relativ der in ihnen enthaltene Kern. Die Gesamtmasse des Dotters bleibt ja stets dieselbe, so dass mithin die Dimensionen der einzelnen Furchungskugeln in derselben geometrischen Progression abnehmen, in welcher ihre Zahl zunimmt. Anders ist es mit ihren Kernen; diese sind von Nährstoff direct umgeben und wachsen auf dessen Kosten. Bei jeder weiteren Furchung verkleinern sie sich allerdings, wie auch die Dotterkugeln, doch in merklich geringerem Maasse, und nehmen in Folge dessen innerhalb dieser relativ einen immer grösseren Raum ein. Auf diese Weise werden schliesslich die Dotterballen, — wenn mich mein Auge nicht täuscht, — wenigstens in der besser sichtbaren, äusseren, dem animalen Blatt entsprechenden Schicht des Embryo, ganz aufgezehrt. Dies wird jedoch erst dann endgültig erreicht, wenn der Embryo in seiner Entwicklung bereits weit vorgeschritten und schon mehrfach gewunden erscheint. Bei Einstellung des Mikroskops auf die Oberfläche des Embryo glaube ich alsdann deutlich nur kleine, rundliche, helle Bläschen mit dunklerem, unregelmässig amöboid gestaltetem Kern zu sehen (Fig. 44). Diese Elemente berühren sich hin und wieder direct, sind jedoch meist durch feine Krümchen, Spuren von Zwischensubstanz getrennt, welche sie auch überdeckt. Mit der Dialyse der Dotterballen ist auch die selbst bei geringen Vergrösserungen leicht zu constatirende Thatsache in Zusammenhang zu bringen, dass der gesammte Eihalt, beziehungsweise der Embryo von der Zeit an, wo er zuerst sich wurmförmig streckt, immer transparenter wird. Bei Embryonen, welche sich noch im Stadium des in Fig. 43 illustrierten hufeisenförmig gekrümmten Cylinders befinden und an denen die ersten Spuren wurmförmiger Bewegungen auftreten, bemerke ich im Innern noch grössere Furchungskugeln, aussen, im Bereiche des animalen Blattes hingegen ungleich kleinere trübe Elemente, deren äussere oder Dotterschichten sehr reducirt und von einander undeutlich abgegrenzt, wie zusammengeflossen scheinen (Fig. 43 A). Ich erblicke in diesen Beobachtungen eine fernere Bestätigung der älteren, von mir adoptirten Ansicht, dass das

Keimbläschen die primäre thierische Eizelle darstelle ¹⁾. Aus den Descendenten derselben dürfte sich in letzter Instanz der Embryo aufbauen, nachdem der zu Furchungskugeln parcellirte Dotter allmählig als Ernährungsmaterial aufgesaugt wurde.

Nachschrift.

Die Veröffentlichung der vorstehenden Beobachtungen hat sich sehr bedeutend verzögert. Es waren nämlich dieselben ursprünglich dazu bestimmt, der bereits in den Anmerkungen citirten, seit lange unter der Presse befindlichen grösseren Arbeit über das Ei einverleibt zu werden. Später aber erwies sich dies als nicht gut thunlich, da die Zahl der vom Herrn Verleger bewilligten Tafeln zu dieser Arbeit bereits überschritten war. — Unterdessen hat Bütschli ²⁾ einen besonderen, sehr lesenswerthen Aufsatz über die ersten Vorgänge im Nematodenei veröffentlicht, den ich nicht umhin kann noch nachträglich zu besprechen.

Zunächst sei der negative Umstand hervorgehoben, dass Bütschli in seinem neueren Aufsätze mit keinem Worte der amöboiden Beweglichkeit des Keimbläschens, der dasselbe deplacirenden beiden »Kerne«, sowie der Furchungskerne gedenkt. Hieraus dürfte hervorgehen, dass er seinen früheren bezüglichlichen Andeutungen über diesen Gegenstand keine weitere Bedeutung beimisst oder ihnen wenigstens keine nähere Beachtung erwiesen hat. Dies ist um so mehr zu bedauern, als eine Reihe schöner und neuer Beobachtungen unseres Verfassers sich aufs Vorzüglichste durch die amöboide Beweglichkeit der genannten Gebilde des Eies erklären lässt.

Mehr oder weniger häufig beobachtete Bütschli das Eintreten des Keimbläschens in die äusserste Schicht des Dotters. In oder auf derselben soll sich nun die Keimbläschenmaterie ausbreiten. Die ersten Spuren der beiden neuen Kerne sollen sich aus an der Oberfläche des Dotters angesammeltem Protoplasma formiren. Hieraus schliesst Bütschli weiter, dass die neuen Kerne sich wohl aus der früheren Keimbläschenmaterie bilden, »die entweder als vollkommen vermisch mit dem Protoplasma der Dotteroberfläche, oder doch als eine ununterscheidbare Auf-

1) Andeutungen in diesem Sinne habe ich bereits in einer vorläufigen Mittheilung für die *Insecten* gemacht (*Bull. de l'Acad. Imp. d. Sciences de St. Pétersbourg*. T. XXI. p. 24—24). Ein Versuch, auf der Zellennatur des Keimbläschens eine Theorie des thierischen Eies eingehender, als es bisher geschehen, zu begründen, ist in der bereits oben angekündigten, demnächst erscheinenden Schrift enthalten.

2) Bütschli, O. Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen, betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. Diese Zeitschr. Bd. XXV. 1875. p. 201—213.

oder Einlagerung desselben betrachtet werden muss«. Diese Schilderung bezieht sich besonders auf *Cephalobus*, während bei *Tylenchus* beobachtet wurde, dass das Keimbläschen an die Dotteroberfläche trat, worauf anscheinend aus derselben ein Richtungsbläschen hervorgeschoben wurde; schliesslich schien die helle Masse des Keimbläschens bei dieser Art nach kurzer Zeit wieder in den Dotter zurückzusinken. Auch in Bezug auf den Ort der Entstehung der beiden neuen Kerne ist Verfasser geneigt generische Unterschiede anzuerkennen, ebenso in Bezug auf die grössere oder geringere Regelmässigkeit in dem Gegeneinanderrücken der Kerne. Vergleicht man alle diese Angaben mit den oben von mir mitgetheilten eigenen, so dürfte man finden, dass die muthmasslichen generischen Eigenthümlichkeiten sich sämmtlich bei *Ascaris nigrovenosa* beobachten und wohl auf bloss Variationen zurückführen lassen dürften. (Ich nehme hierbei, wenigstens einstweilen, die Bildung des Richtungsbläschens aus, da ich ein solches bisher kein einziges Mal gesehen habe.)

Die von AUERBACH so betonte, angebliche Drehung der sich berührenden beiden Kerne, weist BÜTSCHLI, ebenso wie auch ich es thue, zurück und erklärt sie durch einfaches Uebereinanderschieben der beiden Kerne bis zur gegenseitigen Deckung. Und in der That ist der Eindruck auf den Beschauer offenbar der nämliche, ob sich zwei Bläschen zusammen unter einem rechten Winkel drehen, oder ob sie nach ihrem Zusammentreffen in der Längsachse des Eies mehr oder weniger aneinander vorbeigleiten. Diese gewiss zutreffende Deutung der AUERBACH'schen Drehung fällt im Wesentlichen mit der von mir oben gegebenen zusammen.

Seine frühere Vermuthung in Betreff eines blossen Aneinanderschmiegens der beiden Kerne nach ihrer Begegnung nimmt BÜTSCHLI nunmehr zurück, indem er, wie wir zugeben müssen, mit vollem Recht nur ein wirkliches Verschmelzen gelten lässt.

BÜTSCHLI ist der Ansicht, dass die ungemein lebhaften amöboiden Bewegungen des Dotters natürlich ausreichenden Aufschluss über die Wanderung der Kerne geben. Nach dem oben Mitgetheilten kann ich dieser Ansicht nicht ganz beipflichten. Dass die Bewegungen des Dotters, so zu sagen das Durcheinandermischen seiner Substanztheile, die beiden Bläschen nicht bloss verschieben kann, sondern sogar muss, dürfte auf der Hand liegen; doch lässt sich ihr regelmässiges Aneinanderrücken hierdurch allein nicht erklären. Es müssen noch andere bedingende Momente mit in Betracht kommen, woher ich denn an der Annahme festhalte, dass die Kerne durch contractile Protoplasmafäden verbunden sein dürften.

Bei *Rhabditis dolichura* sah BÜTSCHLI einmal statt zweier sich drei neue Kerne, und bei *Cucullanus elegans* sogar (ob häufig?) bis fünf solcher Kerne bilden. Dieselben verschmelzen allmählig und successive zu einem einzigen. Hieraus schliesst BÜTSCHLI, wie auch ich es oben gethan, dass die Bildung gerade zweier neuer Kerne nicht von principieller Bedeutung ist. Er lässt die Kerne stets an der Oberfläche des Dotters entstehen und ignorirt vollkommen ihr gelegentliches Auftauchen aus der Tiefe ebenso, wie auch ihre amöboiden Eigenschaften.

Folgender Passus in BÜTSCHLI's Aufsatz verdient noch unsere besondere Beachtung: »Als ich vor drei Jahren zum ersten Mal bei *Rhabditis dolichura* die Vorgänge während der Theilung der ersten Furchungskugel studirte, glaubte ich an dem Kern eine einfache Längsstreckung mit darauf folgender Theilung zu sehen; meine neueren Beobachtungen, wie die von AUERBACH, haben jedoch diese Ansicht als unhaltbar erwiesen. Jedenfalls ist während des Theilungsvorganges des Dotters jede deutliche Grenze zwischen dem ehemaligen Kern und dem Dotter verschwunden, wenn ich es auch bis jetzt keineswegs für ganz sicher ausgemacht halten kann, dass die Kernmaterie sich wirklich in das umgebende Protoplasma mischt, ebenso wie ich nach gewissen Anzeichen bis jetzt noch vermuthen muss, dass auch die Materie des ursprünglichen Keimbläschens bei seinem Verschwinden keine völlige Vermischung mit dem Protoplasma des Dotters erfährt. Jedenfalls aber stimme ich jetzt vollständig mit AUERBACH überein in Bezug auf die Neubildung der Kerne der ferneren Furchungskugeln«. Die thatsächlichen Beobachtungen, worauf diese Ansichten basiren, enthält uns BÜTSCHLI noch vor. Letztere an sich dürften daher auf den Leser den Eindruck von Concessionen hervorrufen, die der Verfasser AUERBACH macht. Legen wir an diese Ansichten den durch meine eigenen Beobachtungen gewonnenen Maassstab, so könnte man leicht dazu verleitet werden, in diesen Concessionen ein Verlassen der früher von BÜTSCHLI richtig angedeuteten, wenn auch nicht weiter verfolgten Fährte zu erblicken: ich meine, wie selbstverständlich, die von ihm früher gemuthmasste zum nur scheinbaren Verschwinden führende amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens und seiner Derivate. — So viel scheint mir noch bis dato festzustehen, dass die in dieser Nachschrift besprochenen neueren thatsächlichen Beobachtungen BÜTSCHLI's lediglich dazu angethan sind, die oben von mir mitgetheilten Schlussfolgerungen zu stützen. Ich erlaube mir letztere hier in Form von Thesen zu reproduciren:

4. Das Keimbläschen des Nematodeneies wird weder aufgelöst noch auf andere Weise zerstört.

2. Die im noch ungetheilten Dotter auftretenden »beiden neuen Kerne« sind, ebenso wie auch die Furchungskerne, Theilstücke, resp. Descendenten des Keimbläschens.

3. Der Schwund des Keimbläschens erklärt sich aus dessen hochgradiger, bis zum Verschwimmen und netzartigen Vertheilung führenden amöboiden Beweglichkeit. Das Auftauchen und Zusammenfließen zweier (oder gelegentlich auch mehr) neuer Kerne dürfte als eine blosser Concentrirung der amöboid zertheilten Keimbläschenssubstanz aufzufassen sein.

St. Petersburg im Herbst 1876.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XX u. XXI.

Fig. 1. Eine noch runde Eianlage, deren Keimbläschen mit welliger Oberfläche. Der Keimfleck verändert amöboid seine Gestalt, desgleichen der sich abwechselnd ausdehnende und concentrirende secundäre Keimfleck.

Fig. 2. Eine bereits birnförmige Eianlage mit kugelrunden, glatten Keimbläschen. Der secundäre Keimfleck ist sehr deutlich, unregelmässig gestaltet und granulirt.

Fig. 3. Verschiedene Zustände eines Keimbläschens, welches im Verlauf von 24 Stunden beobachtet wurde.

a, das Keimbläschen ist unsichtbar. *b*, es sind an dem einen Pole zwei unregelmässig gestaltete helle Klümpchen aufgetreten, welche, anscheinend, in der Tiefe durch eine hellere Wolke zusammenhängen. *c*, 5 Minuten später. Statt der beiden Klümpchen nunmehr deutlich eine einzige zusammenhängende Masse, ein einziges amöboides Keimbläschen. *d*, 10 Minuten später. Das Keimbläschen ist mehr wolkenförmig gestaltet. *e*, 10 Minuten später. Die Umrisse des Keimbläschens ändern sich unaufhaltsam amöboid. *f*, eine halbe Stunde später. Das Keimbläschen tritt besonders deutlich als mehr concentrirter amöboider, heller Körper hervor. *g*, eine Viertelstunde später. *h*, nach weiteren 5 Minuten. *i*, 20 Minuten später. Das Keimbläschen legt sich mit einem Ende der Eischale an. *j*, eine gute Stunde später. Um den Dotter geht ein heller, durch eine unregelmässig-zackige Linie scharf begrenzter Saum, welcher hier breiter, dort schmaler ist und mit dem Keimbläschen mittelst einer Substanzbrücke zusammenhängt. *k*, 5 Minuten später. Linker Theil des Keimbläschens zur Kugel abgerundet, mit deutlichem Keimfleck, rechter wolkenförmig. *l*, dreiviertel Stunde später. Das Keimbläschen als amöboider Cumulus; es scheint, als wäre der helle Saum am entgegengesetzten Eipole breiter geworden. *m*, 3 Stunden später. Unter fortwährenden amöboiden Gestaltveränderungen concentrirt sich das Keimbläschen zu einer überaus deut-

lichen Kugel mit compactem, rundlich-länglichen Keimfleck. Letzterer ändert eifrig seine Gestalt. Der betreffende Eipol erscheint gegen den übrigen Dotter sehr hell, wenn auch nicht frei von Dotterkörnchen. *n*, 10 Stunden später. Der helle Saum um den Dotter ist verschwunden; statt des Keimbläschens zwei deutliche Kerne. *o*, eine halbe Stunde später. Nur ein einfaches Keimbläschen. *p*, das Keimbläschen eine Viertelstunde später. *q*, dasselbe nach einer weiteren Viertelstunde. Es hat sich in zwei durch einen Isthmus verbundene Massen getheilt. *r*, nach abermals 15 Min. Der Isthmus ist sehr dünn geworden. *s*, dreiviertel Stunde später. Das Keimbläschen ist wieder einfach geworden, erscheint kleiner und gegen das Centrum des Eies gerückt. *t*, eine halbe Stunde später. Das Keimbläschen ist mehr ausgebreitet und ändert fortwährend seine Gestalt und Stellung. *u*, $3\frac{1}{2}$ Stunden später. Dasselbe stellt sich als grosser, blasser Fleck dar. *v*, nach einer Stunde. Der Fleck erscheint in der Mitte hell, deutlich umschrieben, an der Peripherie weniger hell und verschwommen. Als das Ei nach Ablauf von drei Stunden wieder gemustert wurde, zeigte sich sein Dotter geschrumpft, im Absterben.

Fig. 4. Die »beiden Bläschen« und ihre Schicksale, an einem Ei im Verlauf von etwas über eine Stunde beobachtet. Der Dotter ändert fortwährend seine Gestalt.

a, an den Polen ist je ein helles rundliches Bläschen mit amöboidem Kern sichtbar. *b*, die Bläschen ändern ihre Lage, indem sie sich bald hier, bald dorthin verschieben. *c*, dieselben sind einander sehr nahe gerückt. *d*, in den nächsten 5 Minuten haben sie sich unter gleichzeitigen amöboiden Gestaltveränderungen wieder von einander entfernt. *e*, die Bläschen sind oblong sternförmig und scheinen durch einen schmalen varicösen Streifen verbunden. *f*, die Verbindung der Bläschen zu einem continuirlichen, langen, amöboiden Körper ist vollendet.

Fig. 5. Ein anderes Ei, gleichfalls die Schicksale der beiden Bläschen illustrirend, $2\frac{1}{2}$ Stunden lang beobachtet.

a, unweit jedes der beiden Eipole ein ganz unregelmässiges, sich stark amöboid bewegendes Bläschen. *b*, die Bläschen sind sehr undeutlich geworden. Es hat den Anschein, als wäre zwischen ihnen noch ein drittes in der Tiefe aufgetaucht. *c*, die Bläschen sind rundlich, mit amöboidem Kern und haben ihre Lage verändert. *d*, sie rücken sichtbar aneinander. Beide sind nur annähernd rund und von ungleicher Grösse. *e*, die Bläschen haben sich innerhalb 10 Minuten beinahe bis zum Contact einander genähert und liegen nunmehr fast in der Längsachse des Eies. Ihre Oberfläche ist mit kurzen Pseudopodien besetzt, wie stachelig. *f*, der Contact ist ein vollständiger. *g*, eine Minute später. Die Bläschen sind zu einem einzigen amöboiden Körper verschmolzen. *h*, noch eine Minute später. *i*, 3 Minuten später. Das Keimbläschen ist biscuitförmig, mit Pseudopodien besetzt. *j*, im Laufe von 5 Minuten hat es eine durchaus irreguläre Gestalt angenommen. *k*, die Biscuitform hat sich im Wesentlichen wieder retabliert. *l*, eine Viertelstunde später, gleich nach der Bildung der Segmentationsfurche.

Fig. 6. Gleich der vorhergehenden Figur, die beiden Bläschen und ihre Schicksale veranschaulichend.

a, erster Moment der Beobachtung. Die beiden Bläschen erscheinen in Form rundlich-amöboider, nicht weit von einander in der Gegend des Ei-Aequators gelagerter Körper. Ob sie miteinander communiciren konnte nicht mit Sicherheit bemerkt werden, doch schien es der Fall zu sein. Später trat die Verbindung deutlich hervor. *b*, eine Viertelstunde später. Die Bläschen sind zu einem gedrun-gen biscuitförmigen Keimbläschen verschmolzen. *c*, das Keimbläschen hat sich

etwas gestreckt und gleichzeitig merklich verrückt. *d*, 15 Minuten später als *a*. Dasselbe hat sich unter amöboiden Evolutionen zu einem unregelmässig sternförmigen Körper gestaltet. In den nächsten 5 Minuten ist es ganz undeutlich geworden. *e*, 10 Minuten später als *d*. Das Keimbläschen wieder deutlich als unregelmässige Figur. *f*, nach weiteren 5 Minuten. Es liegt in der Längsachse des Eies und hat eine oblonge Gestalt. An dem einen Ende des Dotters bildet sich eine später wieder verstreichende, kappenartige Abschnürung. *g*, 5 Minuten später. Die Segmentationsfurchung ist aufgetreten ohne vorhergegangene Theilung des Keimbläschens. *h*, die Furchungskerne haben sich concentrirt.

Fig. 7. Eine weitere Beobachtungsreihe zur Characteristik der das Keimbläschen ersetzenden Bläschen. Anfangs war keine Spur von einem Keimbläschen oder Kern im Dotter wahrzunehmen.

a, unter den Augen des Beobachters erschien peripherisch unweit eines der Pole ein rundliches Bläschen. *b*, das Bläschen verschiebt sich unter gleichzeitigen amöboiden Formveränderungen; es taucht am entgegengesetzten Pole ein anderes gleichfalls amöboid-bewegliches Bläschen auf. Der Dotter führt die ganze Zeit über Contractionen aus. *c*, unweit des Bläschens 1 ist ein drittes (3) aufgetaucht, bald darauf, scheinbar, noch ein viertes (4). Die Bläschen 4 und 3 rücken aneinander und verschmelzen, das Bläschen 4 verschwindet. Die nunmehr übrig gebliebenen beiden Bläschen nähern sich zusehends immer mehr und mehr, wobei besonders das aus der Verschmelzung von 4 und 3 hervorgegangene unter amöboiden Bewegungen vorschreitet. *d*, die beiden Bläschen berühren sich. *e*, dieselben rücken mehr und mehr gegen das Eicentrum vor; es hat sich eine unmittelbar an sie grenzende hellere, wolkenförmige Masse ausgebildet. *f*, diese Masse und die beiden Bläschen verschmelzen zu einer gemeinsamen lichten Wolke. *g*, die Wolke condensirt sich zu einem amöboid-biscuitförmigen Körper. *h*, letzterer wird netzförmig verästelt; die erste Segmentationsfurchung beginnt einzuschneiden (Präparat comprimirt). *i*, in den beiden amöboid zertheilten Hälften des Keimbläschens zieht sich je ein helles Centrum zusammen; die Verbindung zwischen den Hälften schwindet; die Centren vergrössern sich allmählich auf Kosten der Pseudopodien. *j*, die Segmentationsfurchung schwindet wieder, der Dotter nimmt stets wechselnde, ganz monströse Umrisse an; * gleichsam ein neuer Nucleus. Die Segmentationskerne durch Pseudopodien verbunden (?). *k*, der neue Nucleus über die Peripherie des Dotters hingeflossen; die Furchungskerne individualisiren sich von neuem; die Segmentationsfurchung retabliert sich allmählich. *l*, Furchung vollkommen retabliert, den Einhalt genau halbirend; um die Furchungskugeln hat sich stellenweise ein heller, fast körnchenfreier Saum ausgebildet, der wohl kaum normal ist; im gegebenen Moment ist der eine Furchungskern amöboid zertheilt, der andere rundlich. (Später zog sich der obere zur unregelmässigen amöboiden Biscuitform aus und zerfiel darauf, ebenso wie auch der unterdessen unregelmässig sternförmig gewordene andere Furchungskern in eine Summe zerstreuter zerfetzt-sternförmiger Klümpchen. Gleichzeitig schrumpften die Furchungskugeln.)

Fig. 8. Zur weiteren Characteristik der beiden Bläschen und des Furchungsprocesses.

a, Zwei von einander weit abstehende amöboid sich bewegende Bläschen, von denen das eine nur undeutlich sichtbar, das andere mit leicht wahrnehmbarem amöboidem Kern. *b*, eine wohl nur oberflächliche Segmentationsfurchung ist aufgetreten. *c*, die Furchung ist verstrichen; es hat sich eine neue an einer andern Stelle ausgebildet; der Dotter lässt diverse wieder verstreichende Einschnürungen

auftreten. *d*, wieder keine tiefere Furchung, beide Bläschen kugelförmig. *e*, eine halbe Stunde später. Die beiden ersten Furchungskugeln sind fertig; beide von gleicher Grösse; die Furchungskerne haben eine durchaus unregelmässig zerfetzte Form und bewegen sich sehr stark amöboid.

Fig. 9. Ein weiteres Beispiel zur Erläuterung des Furchungsprocesses.

a, das Keimbläschen erscheint als kaum wahrnehmbare, langgestreckte, wolfige Masse. *b*, es verdichtet sich zu einem unregelmässig S-förmigen Körper. Sehr rasch bildet sich eine Segmentationsfurchung, verstreicht dann wieder und erscheint von neuem. *c*, die Dotterfurchung, definitiv gebildet, theilt den Eiinhalt in zwei ungleiche Ballen; die Furchungskerne concentriren sich; die Concentrirung des einen beginnt deutlich von dem der Segmentationsfurchung zugewandten Ende. *d, e, f*, die Furchungskerne temporär rund, dann wieder mehr zerflossen oder höckerig, mit Pseudopodien bedeckt, welche zeitweilig dem Dotter eine radiäre Streifung verleihen; die Gestaltveränderung geht unaufhaltsam vor sich, wobei sich auch die Kerne bald hier bald dorthin verschieben. *g*, der Eiinhalt auf dem Wege der Viertheilung; die Furchungskerne konnten im gegebenen Moment nicht mit Deutlichkeit wahrgenommen werden; etwas später traten sie wieder, wenn auch undeutlich verschwommen hervor. *h*, die Viertheilung ist vollendet; die Furchungskerne in steter Formwandlung, bald bis zur Unkenntlichkeit verschwimmend, bald sich concentrirend.

Fig. 10. Furchungsstadien der Zwei- und Viertheilung.

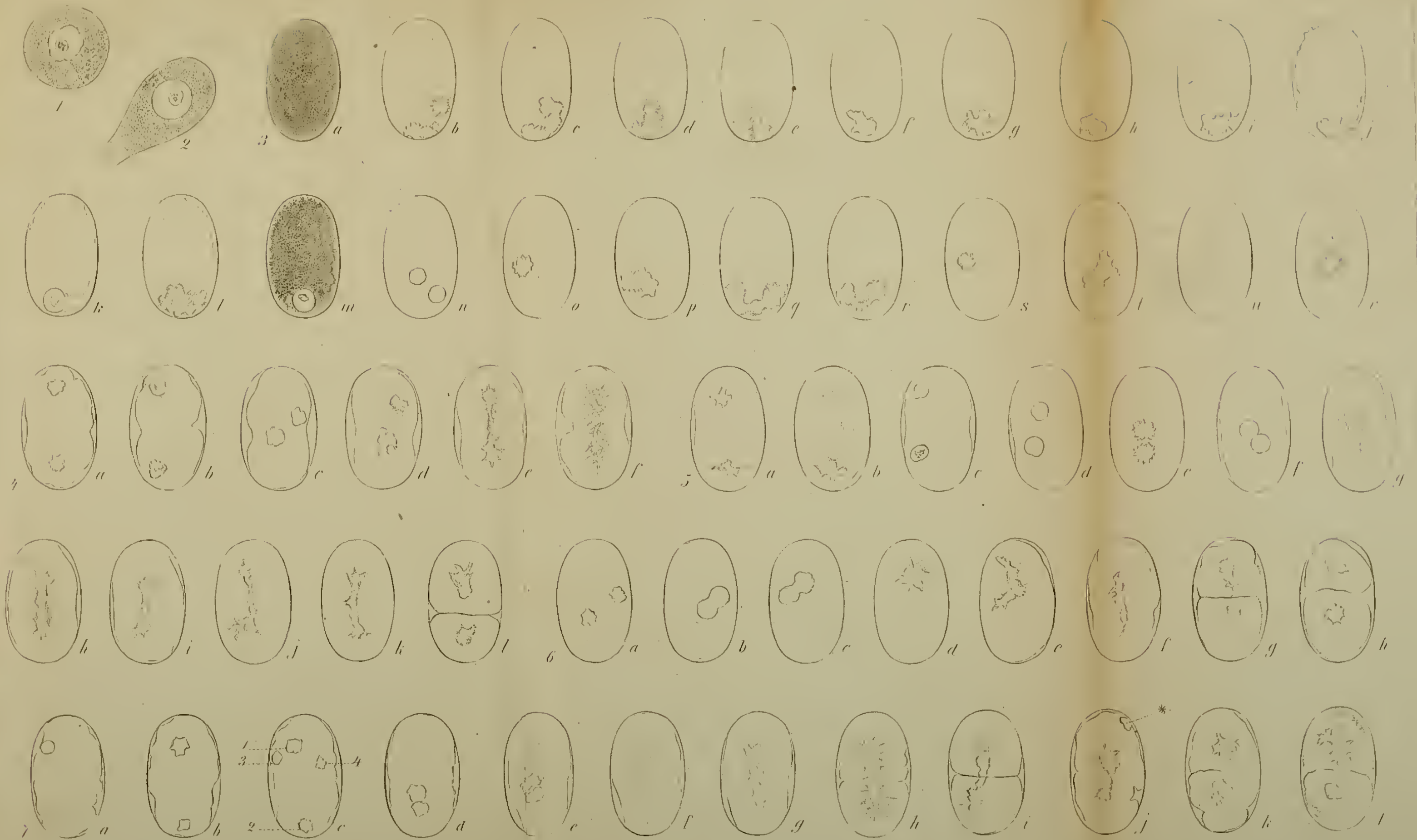
a, beide ersten Furchungskugeln beginnen sich in die Länge zu ziehen; der Kern der einen ist durchaus unregelmässig-biscuitförmig, allerwärts mit Pseudopodien besetzt; der Kern der anderen unsichtbar. *b*, auch der Kern der zweiten Furchungskugel wird wieder sichtbar. *c, d*, die secundäre Segmentationsfurchung schneidet in die eine Dotterkugel ein; in der zweiten ist der Kern wieder unsichtbar geworden. *e*, die Theilung in vier Kugeln ist eben vollendet; in zweien der Kugeln sind die Kerne undeutlich.

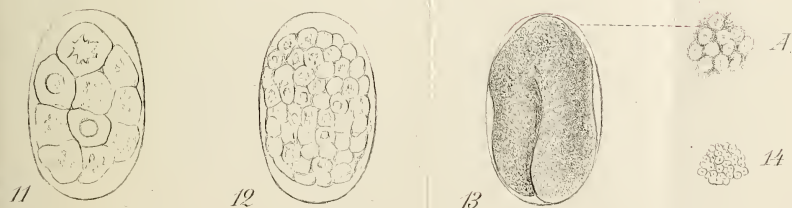
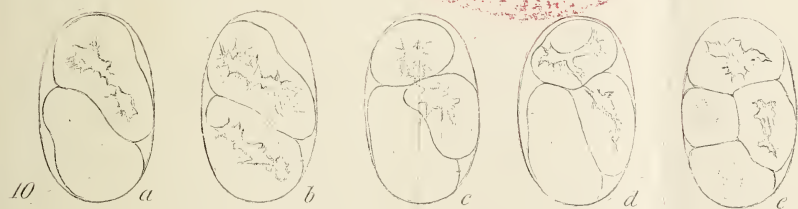
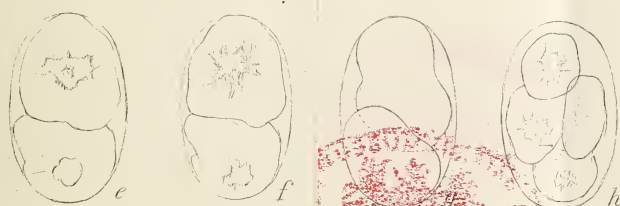
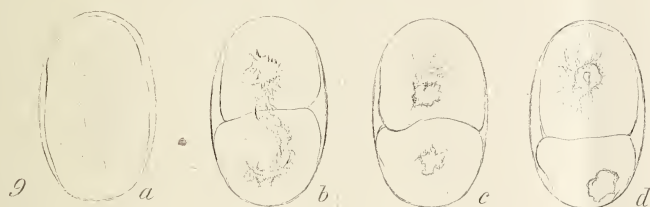
Fig. 11. Ein Ei wohl mit 16 Furchungskugeln. Die Kerne in vielen derselben auf den ersten Blick nicht zu sehen, weil nicht rund, sondern amöboid zerflossen.

Fig. 12. Weiter vorgeschrittenes Furchungsstadium. Im betreffenden Präparat waren die Kerne nur in wenigen Kugeln gleich auf den ersten Blick als rundliche Flecken zu sehen.

Fig. 13. Embryo einfach hufeisenförmig zusammengeklappt. *A*, die histologischen Elemente der oberflächlichen Schicht stark vergrössert.

Fig. 14. Die histologischen Elemente der oberflächlichen (Haut- Muskel-)Schicht eines bereits mehrfach gewundenen Embryo.





ZOBODAT - 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: [Ueber die Eifurchung der Ascaris nigrovenosa 365-384](#)