

Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden.

Theil I.

Von

Dr. H. Henking,

Privatdocent und Assistent am zool.-zoot. Institute der Universität Göttingen.

Mit Tafel VII—X und einem Holzschnitt.

Vorbemerkung.

In dem vorliegenden ersten Theile meiner Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden werden einige Kapitel aus der Geschichte des Eierstockseies, die Befruchtung und ausführlich die Entwicklung des abgelegten Eies bis zur Bildung des Blastoderms behandelt werden. Als Untersuchungsmaterial dienten mir besonders die Eier von *Opilio parietinus* C. Koch (54), daneben auch diejenigen von *Leio-
bunum hemisphaericum* C. Koch (54). Es kommt mir vor Allem darauf an, hier den Nachweis zu führen, dass das Keimbläschen des gereiften Eies völlig verschwindet und dass die neuen Kerne und Zellen im Dotter durch freie Kern- und Zellbildung entstehen. Hierzu sind die Eier der Phalangiden vielleicht aus dem Grunde besonders geeignet gewesen, weil ihre Entwicklung recht langsam verläuft: Sie werden abgelegt etwa in der Zeit vom 15. Oktober bis 15. November und die Jungen schlüpfen ziemlich genau nach 6 Monaten, etwa zwischen 15. April bis 15. Mai des folgenden Jahres aus.

Den Schluss dieses Theiles bildet eine Besprechung der Litteratur, indem auf ähnliche Vorkommnisse bei sämtlichen Thierklassen hingewiesen wird. Bei der großen Wichtigkeit der Frage nach freier Kern- und Zellbildung glaubte ich etwas ausführlicher darauf eingehen zu sollen, zumal da ich beabsichtige, damit zugleich anzudeuten, dass freie Kern- und Zellbildung höchst wahrscheinlich im ganzen Thierreiche (und vielleicht auch bei den Pflanzen) eine allgemein verbreitete Erscheinung ist.

Die von mir zur Untersuchung benutzten Eier rühren sämtlich von Thieren her, welche zum Zwecke des Eierlegens von mir in der Gefangenschaft gehalten wurden. Mehrere Male habe ich dieselben bei der Eiablage überrascht und so die Eier gewissermaßen direkt aus dem Mutterleibe überliefert erhalten. Außerdem habe ich den Käfig täglich ein bis zweimal nach abgelegten Eiern durchsucht. Die Eier haben stets die Bezeichnung der Zeitdauer von der Zeit der Auffindung an bekommen. Das ist nicht ganz genau, da zwischen dem mir (wo es nicht angegeben) unbekannt gebliebenen Momente der Eiablage und der Auffindung eine Zeitdauer liegt, welche zwischen 0 bis 12 Stunden etwa schwankt.

Die Fortsetzung meiner Untersuchungen über das hier begonnene Thema hoffe ich baldigst geben zu können.

Herrn Prof. EHLERS erlaube ich mir für die mir erwiesene mannigfache Förderung auch an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen.

Lebensweise.

Über die Lebensweise der Phalangiden kann ich hier rasch fortgehen, da MENGE (67) bereits in mustergültiger Weise seine Beobachtungen darüber mitgeteilt hat. Ich kann dieselben nur durchaus bestätigen.

Ich habe eine große Anzahl von *Opilio parietinus* C. Koch (51) und von *Leiobunum parietinum* C. Koch (51) in der Gefangenschaft zum Zwecke des Eierlegens gehalten und finde, dass als Käfig sich am besten ein möglichst luftiger und großer Gazekasten bewährt; denn es ist ja ein Haupterfordernis bei Züchtungen, den Thieren möglichst ihre natürlichen Lebensbedingungen zu bieten. Abweichungen darin beeinträchtigen sofort in merklicher Weise die Funktionen der Fortpflanzungsorgane.

Andererseits glaube ich, dass der Rückschluss berechtigt ist, dass Thiere, welche in der Gefangenschaft in großer Zahl ihre Geschlechtsprodukte absetzen, sich ziemlich wohl fühlen und vor allen Dingen offenbar eine ihnen zusagende Nahrung erhalten. — MENGE (67) bezeichnet als Speise der Phalangiden todtte Insekten und auch vegetabilische Stoffe (p. 50) und erzählt, dass sie selbst kleinen Insekten furchtsam ausgewichen seien (p. 52). Ich habe ganz die gleiche Beobachtung gemacht.

Gemäß der wohl durchweg herrschenden Meinung von der Raubthiernatur der Afterspinnen versuchte auch ich sie Anfangs mit lebenden kleinen Spinnen, Fliegen, Ameisen und Blattläusen zu füttern, kam

jedoch bald zu der Überzeugung, dass sie sich durchaus nicht daran wagen. Bei einer Begegnung mit diesen Thieren flohen sie jedes Mal in großer Hast von dannen. An zerdrückten Insekten fressen sie dagegen sehr gern und tragen dieselben auch fort an einen sicheren Platz. Auch im Freien habe ich einmal beobachtet, dass ein *Leibonum hemisphaericum* sich mit dem Kadaver einer zertretenen Fliege herumschleppte. Sonst habe ich die Phalangiden noch mit angefeuchtetem Weißbrot, mit den verschiedensten Gemüsen, mit rohem und gekochtem Fleische, so wie mit Stückchen von rohem Obst gefüttert und habe ich sie an allen diesen Sachen vielfach fressen sehen.

Dass die Phalangiden bei großem Hunger kleine, dem Verenden nahe und daher sich nur schwach bewegende Thiere gelegentlich angreifen, habe ich selbst beobachtet; dennoch stehe ich der Mittheilung von C. KELLER (48, 49), wonach wir in *Phalangium parietinum* einen »Hüter unseres Fichtenwaldes« vor uns hätten, recht skeptisch gegenüber. Es soll nämlich unser *Opilio* ungeheure Verwüstungen unter den die Gallen verlassenden *Chermes coccineus* anrichten und so der Vermehrung dieser gefährlichen Parasiten einen Damm entgegensetzen. KELLER hat mehrfach einen *Opilio* mit einer größeren Anzahl von *Chermes* in ein Becherglas gesetzt und dann beobachtet, wie und dass letztere von ersterem verspeist wurden. Aus seinen Versuchen scheint mir außerdem hervorzugehen, dass die Phalangiden sich erst nach einer längeren Hungerkur zu der ihnen vorgesetzten Kost entschlossen. Ich finde, dass damit also noch kein Beweis erbracht ist. Es hätten doch, wie es ja auch in der Natur ist, gleichzeitig noch andere Nahrungsmittel beigelegt werden müssen etc. Es ist mir sehr zweifelhaft, ob die Phalangiden dann auch die lebenden Rindenläuse angegriffen hätten; und außerdem fehlt eine bestätigende Beobachtung des Vorganges im Freien.

Die sonderbare Begattung sowohl von *Opilio parietinus* so wie von *Leibonum hemisphaericum* habe ich vielfach belauscht; sie findet bei beiden Arten in der gleichen Weise statt. Der Vorgang ist bereits so häufig bildlich und schriftlich dargestellt worden, dass ich wohl ohne Weiteres darüber fortgehen kann. MENGE (67) hat ihn in der Zeit vom 23. August bis 15. September beobachtet, bei mir haben die Thiere noch am 11. November die Kopulation vollzogen. Ich bemerke, dass der Käfig in einem ungeheizten Zimmer aufgestellt war, um auch in Bezug auf die Temperatur nicht von den natürlichen Verhältnissen abzuweichen.

Untersuchungsmethode.

Wollte ich die Eierstockseier untersuchen, so habe ich entweder die Gesamthiere geschnitten, von denen ich aber vor der Färbung das

harte Gebiet der Insertionsstellen der Beine abtrennte, oder ich nahm nicht nur den Vorderkörper, sondern auch die Rückendecke und den Darm fort, so dass der Geschlechtsapparat nun noch mit der chitinösen Bauchdecke in Zusammenhang blieb. Denn präparirt man den Geschlechtsapparat völlig frei, so gehen stets viele der vollreifen Eier vom Ovarium und aus dem Uterus verloren, da man bei den Manipulationen, welche die Vorbereitung zum Schneiden erfordert, zu vielfach damit in Berührung kommt.

Meist habe ich die Thiere durch Übergießen mit kochendem Wasser getödtet und habe sie längere Zeit darin liegen lassen, um eine vollständige Coagulation des Eiweißes abzuwarten. Ich habe sie dann weiter in successive verstärktem Alkohol gehärtet und in 80 % igem bis zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt. Direktes Einlegen der Thiere in Alkohol hat mir nicht so gefallen, da dadurch mancherlei Schrumpfungen im Körper eintreten. Andere Thiere habe ich mit Äther getödtet, ihnen alsdann den Rücken aufgeschnitten und sie auf einige Stunden in die FLEMMING'sche Chrom-Osmium-Essigsäure oder auch in KLEINENBERG's Pikrinschwefelsäure eingelgt und dann nach vorherigem Auswaschen resp. direkt in Alkohol übertragen.

Die abgelegten Eier habe ich ebenfalls mit heißem Wasser und mit FLEMMING'scher Flüssigkeit, außerdem mit kalter und erhitzter Chromsäure, Sublimatlösung, Pikrinschwefelsäure und PERENYI's Flüssigkeit behandelt, aber die besten Resultate mit den beiden zuerst genannten Methoden erhalten.

Als beste Färbungsmittel haben sich mir erwiesen GRENACHER's Boraxkarmin, HAMANN's neutrales essigsäures Karmin und Eosin-Hämatoxylin; auch direkt bezogenes Pikrokarmin von RANVIER, welches mir Herr Dr. HAMANN freundlichst überließ, so wie GRENACHER's Alaunkarmin und verschiedene Anilinfarben, wie Methylgrün, Safranin, Eosin, Dahlia, auch in der verschiedensten Weise zu Doppelfärbungen kombinirt, habe ich angewandt, doch mit weniger gutem Erfolge. Die Ovarialeier, ja auch noch die Eier aus dem Uterus setzten der Färbung keinen erheblichen Widerstand entgegen; anders war es mit den abgelegten Eiern. Sind dieselben intakt, so ist alle aufgewandte Mühe, eine gute Färbung zu erzielen, vergeblich. Höchstens MAYER's Kochenilletinktur leistet hier Dienste, doch keine zufriedenstellende. Ohne Nutzen habe ich die verschiedensten Hämatoxylin- und Karmin-Flüssigkeiten angewendet und ihre Einwirkung durch Erwärmung oder Benutzung einer Luftpumpe zu verstärken versucht. Offenbar ist der negative Erfolg dem die Eier überziehenden und an der Luft erhärtenden Sekrete der Uterus- und Eileiterzellen zuzuschreiben. Man ist demnach genöthigt, entweder die

Schnitte zu färben oder die Eischale irgend wie zu verletzen. Ich habe beides vielfach gethan, ziehe jedoch den letzteren Weg vor; denn die auf dem Objektträger festgeklebten und dann gefärbten Schnitte geben nie so reinliche und schöne Bilder wie man sie bei vorheriger Durchfärbung erhält. Glücklicherweise zieht sich in der Regel der Einhalt unter Schrumpfung von der Eischale zurück, so dass es mit zwei spitzen Nadeln unter der Lupe gelingt, die Eischale ohne Verletzung des Inhaltes zu sprengen. Sie ganz abzulösen, ist nicht rätlich, weil sie immer noch als wirksamer Schutz bei den der Einbettung vorhergehenden Manipulationen den Einhalt vor Verletzungen behütet.

Aus dem absoluten Alkohol habe ich die Eier dann in ein Gemisch von absolutem Alkohol und Bergamottöl, dann in reines Bergamottöl und aus diesem in eine erwärmte Lösung von Paraffin in Bergamottöl übertragen und zur Einbettung schließlich reines Paraffin verwandt. Chloroform und Toluol haben sich als nicht so günstig erwiesen. Bringt man die Eier direkt aus Toluol in geschmolzenes Paraffin, so verdunstet ersteres und treibt, sich unter der Eischale fangend, das Ei ballonartig an die Oberfläche des Paraffinbades. Man müht sich vergeblich, es wieder zum Untersinken zu veranlassen.

Meist habe ich mit den nach meiner Angabe (42) hergestellten Messern (p. 509) vermittels eines SPENGL'Schen Schlittenmikrotomes Serienschritte von $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{150}$ Millimeter Dicke angefertigt. Die von mir angegebene (43) Konstruktion des Objekthalters (p. 494) hat mir nicht selten bei der feineren Einstellung des Objektes wesentliche Dienste geleistet.

Über das Eierstocksei, die Befruchtung und das Schwinden des Keimbläschens.

Die Entwicklung des Eierstockseies habe ich in seinen Einzelheiten nicht verfolgt; doch scheinen mir einige Beobachtungen daran, falls sie anderweitige Bestätigungen erfahren sollten, von so hervorragendem Interesse zu sein, dass ich sie zusammen mit meinen sonstigen Untersuchungen über das Eierstocksei trotz ihrer Unvollständigkeit hier schon mitzutheilen für geboten hielt.

LUDWIG (64, p. 424) bemerkt, dass bei Phalangium ganz dieselben Verhältnisse wie bei den echten Spinnen vorlägen und nur der Dotterkern fehle. Auch DE GRAAF (31) hat neuerdings noch die Angabe LUDWIG'S bestätigt¹, und eben so wenig haben LOMAN² und RÖSS-

¹ DE GRAAF (31, p. 83): Een dooierkern komt in de eieren der Phalangi-den niet vor, op welk feit reeds door LUDWIG is geweest.

² J. C. C. LOMAN (62, p. 53): Noch in de eieren van het ovarium, noch in die, welke

IER¹ einen solchen bemerkt. Schließlich thut auch J. SCHÜTZ (86) in einer Arbeit, welche sich speciell mit dem Vorkommen des Dotterkerns beschäftigt, der Phalangiden keine Erwähnung. Andererseits fehlen aber auch Angaben über das Vorhandensein dieses räthselhaften Gebildes nicht: So hat BLANC (14) es auf Eiern bemerkt, welche dem Hoden eines männlichen Thieres entsprossen waren und auf Pl. VI, Fig. 29 bei *e* bildlich dargestellt, und auch SABATIER (80) kennt den Dotterkern von Phalangium Opilio. — Ich kann die Beobachtung der beiden letztgenannten Autoren bestätigen und habe an jungen Eierstockseiern ebenfalls einen deutlichen Dotterkern konstatiren können. Eine Schichtenbildung, wie bei den Spinnen, zeigt derselbe im frischen Zustande nicht, sondern mehr eine Form, wie sie LUDWIG (64, p. 447) von Myriapoden beschreibt und wie ich (41) sie (p. 584) bei Trombidium angegeben habe. Während aber in den genannten Fällen der Dotterkern eine gelbe bis röthliche Färbung zur Schau trug, tritt er hier bei auffallendem Lichte als schnee-weißer Fleck in dem dunkleren Ei uns entgegen. Ich habe ihn am 4. December 1884 an mittelgroßen Eiern eines frisch präparirten Eierstockes beobachtet. An Schnitten von in FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure gehärteten und mit Karmin-Borax gefärbten Eiern zeigt er sich als ein gegen den feinkörnigen Dotter scharf abgegrenzter, wie aus aufgeknäuelten Fäden mit dazwischen eingestreuten ungleichen Körnchen gebildeter rundlicher Körper (Fig. 3). Oft erscheint im Centrum des Gebildes, von einem wohl durch Lichtreflexe gebildeten hellen Hofe umgeben, ein größerer Körper oder eine kleine Anzahl solcher zu einer Gruppe vereinigt. Ist nur einer vorhanden, so kann das ganze Gebilde den Anschein haben, als liege ein Kern mit einem Kernkörperchen vor. Das Gebilde gleicht sehr der Fig. 70 bei M. BALBIANI (4), welche den Dotterkern der Tegenaria domestica darstellt. Nach BALBIANI soll derselbe aus concentrischen Lamellen bestehen (p. 35). — Oft ist der ganze Dotterkern von einer sich weniger stark tingirenden Dotterzone umgeben. Vielfach ist er biskuitförmig eingeschnürt (Fig. 4 *dk*) und bereitet dann offenbar eine Theilung vor; denn man findet öfter Eier, welche zwei Dotterkerne enthalten (Fig. 2 *dk*). Auch SABATIER (80) spricht von mehreren Dotterkernen. In diesem Punkte findet sich eine Übereinstimmung mit den gleichen Gebilden bei Myriapoden (vgl. LUDWIG 64, p. 447) und Milben (vgl. HENKING 41, p. 584).

ik op der testis aantrof, was eene dusgenaamde dooierkern aanwezig en het is mij dus onverklaarbaar hoe BLANC deze in alle eieren heft waargenomen.

¹ R. RÖSSLER (79, p. 692): Einen Dotterkern konnte ich, eben so wenig wie LOMAN, weder in den Eiern des Ovariums noch in denen des Testis entdecken.

Der Dotterkern verschwindet, sobald in dem Ei größere geformte Dottermassen auftreten.

Die auf die verschiedenste Weise konservirten jungen Eierstocks-eier zeigen dem Keimfleck angelagert einen halbmondförmigen, aus färbharen Körnchen bestehenden Körper von mir unbekannter Bedeutung (Fig. 13 *h*). Es scheint, als wenn in ihm und dem Keimfleck die Chromatinsubstanz des Keimbläschens sich konzentriert hätte; denn die übrige Inhaltsmasse desselben nimmt nur eine ganz geringe Färbung an. — Sowohl beim frisch untersuchten jungen Ei als auch bei Präparaten aus FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure erscheint das Keimbläschen wie mit einer breiten Membran ausgerüstet, welche sich nach außen mit einem scharfen, nach innen mit einem schwachen Kontour abgrenzt (Fig. 3 *w*). Werden zum Vergleiche Eier herangezogen, die in heißem Wasser abgetödtet sind, so ist an ihnen der innere Kontour verschwunden, der äußere dagegen in gleicher Schärfe erhalten. Es folgt daraus, dass die innere Abgrenzung hervorgerufen wurde lediglich durch eine wandständige Schicht von der Substanz des Keimbläschens, die sich durch Einwirken des heißen Wassers mit dem übrigen Inhalte desselben (abgesehen vom Keimfleck und der oben erwähnten halbmondförmigen Masse) zu einem feinkörnigen Detritus vereinigt hat. Dass es sich so verhält, wird einerseits bewiesen durch den Umstand, dass sich zwischen der inneren und äußeren Grenzlinie noch feine Chromatinkörnchen befinden, ferner dadurch, dass von der Innenfläche der Substanz feine Fädchen zu dem den Binnenraum des Keimbläschens durchziehenden Netzwerke abgehen (Fig. 3 *kbl*). Schließlich ist bei älteren Eiern, welche bereits Dotterkügelchen ausgeschieden haben, eine innere Abgrenzung der wandständigen Schicht überhaupt nicht mehr zu bemerken.

Dagegen ist der äußere Kontour von Anfang an als scharf gezeichnete schwarze Linie bei den verschiedensten Konservierungsmitteln stets deutlich erkennbar (vgl. Fig. 3 und 13 *kbl*) und dürfte es wohl nicht zweifelhaft sein, dass in demselben eine wirkliche Membran vorliege. Dafür spricht auch noch der Umstand, dass die Keimbläschenwand sowohl bei frisch untersuchten Eiern als auch bei konservirten häufig eingedrückt ist in der Weise, dass das Keimbläschen dadurch nierenförmig geworden ist. An konservirten Eiern bemerkt man alsdann wohl zwischen der die alte Form konservirenden Eisubstanz und dem Keimbläschen eine Lücke, die Wand des letzteren wird aber auch an der eingedrückten Stelle, wie überall, von der gleichen scharfen dunklen Linie umgeben. Eine gleiche Lücke ist von BAMBEKE zwischen Dotter und Keimbläschen bei Batrachiern, von GOETTE (30) bei Bombinator, von

O. HERTWIG (43) bei *Rana* beobachtet worden. Mit BAMBEKE und HERTWIG möchte ich entgegen der Ansicht von GOETTE dieses Verhalten auf eine Schrumpfung oder sonst eine äußere Ursache zurückführen, da es durchaus nicht die Regel bildet.

Dass die mittelgroßen Eier bereits eine Dotterhaut (Fig. 1—3 *dh*) aufweisen (welche durch Intussusception gleichzeitig mit dem Ei wachsen muss), ist ein Verhalten, welches auch von Spinnen, Milben und Tausendfüßlern bekannt ist.

Vorweg will ich hier gleich bemerken, dass das zur Ablage reife Ei in gleicher Weise wie das Ei der Insekten keine Spur weder vom Keimbläschen noch vom Keimfleck aufweist. Ich habe nicht genau untersucht, wie das Verschwinden desselben sich in Scene setzt, da ich mein Augenmerk mehr auf die Entwicklung des reifen Eies gerichtet habe, doch möchte ich einige Beobachtungen hervorheben, die wohl mit der oben erwähnten Erscheinung in Zusammenhang stehen.

Ein fast gereiftes Eierstocksei eines mit FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure gehärteten *Opilio* besaß nicht mehr das scharf umrandete Keimbläschen, wie die jungen Eier, sondern ein mit kleinen Einbuchtungen versehenes (Fig. 11, 14 *kb*). Außerdem hatte die Membran desselben nicht mehr die dunkle Farbe und Derbheit wie früher. — Sonst zeigen die älteren Eier des Weiteren außer dem halbmondförmigen, aus stark gefärbten Körnchen bestehenden Hofe wohl noch feinere und unregelmäßige Chromatinkörnchen in der Substanz des Keimbläschens vertheilt. Anders hier: Der feinkörnige und zuweilen eine deutliche Netzstruktur zeigende Binnenraum des Keimbläschens enthält außer dem Keimfleck eine größere Anzahl kleinerer, stark gefärbter Kugeln, welche alle annähernd von gleicher Größe sind, 1—3 helle Stellen im Inneren (wohl Vacuolen) erkennen lassen und unzweifelhaft von derselben Substanz sind wie der Keimfleck (Fig. 11 *ch*). Sie stellen einerseits eine Zusammenballung der bisher ganz unregelmäßigen, im Keimbläschen vertheilten Chromatinsubstanz dar, rühren andererseits aber wohl schon vom Keimfleck her. Denn derselbe zeigt auf diesem Präparate schon eine gewisse innere Zerklüftung und dabei hier und da eine warzige Vorwölbung. Die Betrachtung eines anderen Präparates aber, welches von einem anderen, mit Alkohol konservierten, Thiere herrührt, lehrt, dass der große Keimfleck als solcher nicht bestehen bleibt, denn ich habe dort im Keimbläschen nur die erwähnten kleinen Chromatinkugeln, aber in beträchtlicher Anzahl wahrgenommen (Fig. 8).

Ich vermute nun, dass die beschriebene Erscheinung das Vorspiel für den völligen Schwund des Keimbläschens und seines gesamten Inhaltes bildet, da wenig ältere Eier nichts mehr von demselben

erkennen lassen. Es dürfte daher wohl das Wahrscheinlichste sein, dass die Keimbläschenwand resorbirt wird und dass die kleinen Chromatinkugeln sich in dem Eie vertheilen. Dabei ändern die letzteren offenbar gleichzeitig ihren molekularen und chemischen Charakter, zertheilen sich vermuthlich noch weiter und werden gleichzeitig unfärbbar, d. h. sind bis auf Weiteres auch mit Hilfe von Färbungsmitteln nicht mehr zur Anschauung zu bringen.

Aber noch eine andere Beobachtung aus der Vorgeschichte des gereiften Eies möchte ich mittheilen, welche, wenn sie weitere Bestätigung erfahren sollte, wohl von einschneidender Bedeutung werden könnte. Mir fehlt es augenblicklich leider an geeignetem Materiale, um noch nähere Untersuchungen in dieser Richtung anzustellen. Es handelt sich um die Befruchtung unserer Eier. Die weiblichen Phalangiden besitzen ein Receptaculum seminis in Gestalt eines kleinen Säckchens jederseits unweit der Spitze der Legeröhre, wie es schon länger bekannt ist (Fig 4 *rc*). In diese Receptacula wird der Same sofort nach der Begattung aufgenommen. Ich habe mich davon überzeugt, indem ich ein Weibchen sofort nach der Begattung tödtete und in Querschnitte zerlegte. Ich fand so die Samenmasse zur größten Menge in dem Receptaculum wieder, nur wenige Spermatozoen waren noch in dem Oviduct der Legeröhre anzutreffen und zwar unweit der Ausführungskanäle der Receptacula. Trotz der Länge des männlichen Gliedes scheint also die Entleerung des Samens doch schon am vorderen Ende der Legeröhre vor sich zu gehen. An einer anderen Stelle des ♀ Phalangidenkörpers ist bisher von Niemand Sperma wahrgenommen worden.

BLANC (44) und de GRAAF (34) haben die Receptacula bereits beschrieben und im Anschluss hieran auch ihre Ansicht über den Vorgang der Befruchtung ausgesprochen. Wie es scheint unabhängig von einander, vertreten sie die Meinung, dass die Eier in dem Moment mit dem Sperma in Berührung kämen, wo sie bei der Eiablage vor den Ausführungsgängen vorbei glitten. Die Schwierigkeit, wie die Samenkörperchen in das Innere der derb umschalten Eier eindringen sollten, sucht BLANC (44) (p. 73) durch die Annahme einer hierzu tauglichen Eigenbewegung der Spermatozoiden zu überwinden, während de GRAAF¹ das Vorhandensein einer Mikropyle annimmt. Aber weder er selbst, noch BLANC², noch ich haben eine solche gefunden.

Außerdem ist noch Folgendes zu bedenken. BLANC lässt die Sper-

¹ (34) p. 99. Daar het chorion zeer haard is, moeten de eieren om bevrucht te kunnen worden noodzakelijk van eene micropyle voorzien zijn, alhoewel het mij tot nog toe niet gelukt is deze te vinden.

² (44) p. 74: . . nous éloignons ici toute idée de la présence d'ouvertures micropylaires dans l'oeuf.

matozoiden durch den Druck der voluminösen, die Eiröhren passirenden Eier aus ihrem Reservoir herausgepresst werden und so mit ihnen in Berührung kommen. Würde wirklich ein solches Auspressen stattfinden, so ist nicht einzusehen, wie die Spermatozoen an die 400 nach einander in einem Guss abzulegenden Eier vertheilt werden sollten, im Gegentheil würde man vermuthen müssen, dass schon das erste oder wenigstens die ersten Eier eben vermöge des von ihnen ausgeübten, beträchtlichen Druckes, was von Spermatozoen überhaupt aus den Receptaculis zu entführen wäre, schon auf ihrem Wege mit sich führen würden, ohne für die übrigen etwas übrig zu lassen. Ich füge hinzu, dass weder BLANC (44) noch de GRAAF (31) von ihnen irgend wo an den abgelegten Eiern aufgefundenen Samenkörperchen nichts berichten. — Was ergibt nun aber der Versuch? Ein weiblicher Opilio, welcher die Eier abgelegt hatte, was durch seinen leeren Uterus, so wie seinen zusammengesunkenen Hinterleib dokumentirt wurde, besaß noch ganz prall mit Sperma angefüllte Receptacula. Nun habe ich niemals bemerkt, dass ein solches durch die Eiablage sehr reducirtes Weibchen noch einmal eine Begattung erfahren hätte und glaube, dass das Sperma von früherer Zeit herrührt. Ferner habe ich einen ♀ Opilio pariet. während der Eiablage abgetödtet und seine Legeröhre, durch welche etwa die Hälfte des zur Ablage bestimmten Eisatzes bereits hindurchgeglitten war, in Längsschnitte zerlegt. Auch hier fand ich, dass die Receptacula nicht bemerkbar weniger Spermatozoen enthielten, wie diejenigen trächtiger Thiere.

Ich glaube, dass aus diesen beiden Beobachtungen mit einiger Sicherheit hervorgeht, dass während der Eiablage keine Entleerung von Samen stattgefunden hat. Die nähere Betrachtung eines Receptaculum lässt nun eine solche Annahme als völlig berechtigt erscheinen. Dasselbe wird gebildet aus einem kurzen, von dem Oviduct der Legeröhre aus eingestülptem Schlauche, welcher sich nach hinten zu erstreckt (Fig. 4 *rc*), aber gleich bei seinem Beginn eine nach der Spitze der Legeröhre zu gerichtete ampullenartige oblonge Erweiterung trägt (Fig. 4 *e*). Der kurze Ausführungsgang des so gestalteten Receptaculum mündet nun aber nicht direkt in den Oviduct, sondern streicht gewissermaßen, nach vorn ziehend, erst noch eine Strecke unter der chitinigen Haut hin, ähnlich wie die Ureteren vor ihrer Einmündung erst eine Strecke in der Harnblasenwandung hingleiten (Fig. 4 *a*). Und wie die stark geschwellte Harnblase ein weiteres Austreten des Urins aus den Ureteren verhindert, so mögen auch hier die vorbeigleitenden Eier einen hermetischen Verschluss der Receptacula herbeiführen. Außerdem wird durch die Zwischenkeligkeit des Receptaculum der auf die

Samenmassen ausgeübte Druck vermindert: Das ankommende Ei beengt zunächst den hinteren Schenkel, das Sperma wird aus ihm in den vorderen gleiten, dann wird der vordere zusammengepresst (Fig. 4), das Sperma wandert zurück nach hinten.

Nach den Untersuchungen von BLANC (11) fehlt die vordere ampullenförmige Erweiterung der Receptacula bei *Phalangium longipes* Koch und *Ph. rotundum* Latr., nach meinen eigenen bei *Leiobunum hemisphaericum*. Hier ist nur der nach hinten gestreckte Schlauch vorhanden. Es ist klar, dass in diesen Fällen ein starker von hinten nach vorn vorschreitender Druck den Schlauch sofort leeren müsste, wenn derselbe nicht eine besondere Verschlussvorrichtung besäße.

Ich habe auch eine Anzahl der eben befruchteten Weibchen isolirt, um zu sehen, ob die Eiablage mit der Begattung vielleicht einen zeitlichen Zusammenhang besäße. Ich bemerke, dass ich die Thiere allerdings nicht in einem luftigen Kasten, sondern in Glasgefäßen, welche öfter gelüftet wurden, gehalten habe. Sie wurden im Übrigen wie die anderen Phalangiden gepflegt. Von zwei am 29. Oktober 1884 Morgens von mir isolirten Weibchen starb das eine, das andere hatte am 6. November Nachmittags, also nach 8 Tagen, noch keine Eier abgelegt. Es wurde in Spiritus gesetzt. Am 6. November isolirte ich wieder fünf Weibchen, nach fünf Tagen fand ich eines derselben todt (am 11. November), von den anderen ausgesogen. Nach 11 Tagen, bis zum 17. November hatte noch keines abgelegt. Ich konservirte eins derselben an diesem Tage, die anderen an den folgenden, da sie recht matt geworden waren. Aus diesen sieben Fällen geht hervor, dass keinerlei Zusammenhang zwischen Befruchtung und Eiablage existirt.

Als letzten Grund möchte ich noch anführen, dass ich niemals an eben abgelegten Eiern etwas von Spermatozoen habe entdecken können, weder äußerlich noch innerlich, während doch anzunehmen ist, dass dasselbe bei seinem Eindringen noch erkennbar ist; pflegt doch sonst der Einzug des männlichen Elementes in das Ei eine mehr oder weniger stürmische Erregung in demselben hervorzurufen. Eine Vereinigung des Spermakernes mit dem ♀ Vorkern, wie es sonst üblich, würde bei dieser Befruchtung auch nicht stattfinden können; denn, wie schon angedeutet, das Keimbläschen verschwindet völlig, sobald das Ei aus der Wandung des Ovariums in den ausführenden Hohlraum desselben übertreten ist.

Eine willkürliche Entleerung der Samenmassen dürfte mit Hilfe der Fig. 4 m dargestellten und im Querschnitt gezeichneten Muskulatur stattfinden; denn diese presst aus der ampullenförmigen, hauptsächlich mit Sperma gefüllten Erweiterung e (Fig. 4) den Samen

aus, sobald die Öffnung *a* durch eine äußere Gewalt nicht verschlossen gehalten wird¹.

Ich habe nun die folgende Beobachtung gemacht: Das schon oben erwähnte, fast gereifte, mit FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure gehärtete Eierstocksei zeigte außer den im Keimbläschen vertheilten kleineren Chromatinkugeln (Fig. 44 *ch*) und dem noch erhaltenen Keimfleck (Fig. 44 *kf*) meist am Rande in dem achromatischen Netzwerk eine Anzahl kleiner Vacuolen (Fig. 44 *v*) und in jeder Vacuole ein kleines rundes helles Körperchen mit dunklerem Kern. An anderen Stellen fand ich ein solches Körperchen auch ohne Vacuole an der Innenseite der Keimbläschenmembran (Fig. 44 *k*). Wiederum konnte ich einige gerade so gestaltete Gebilde auch außerhalb, aber in der Nähe des Keimbläschens konstatiren (Fig. 44 *sp*). Sie unterscheiden sich deutlich von den kleineren ebenfalls in der Umgebung des Keimbläschens vorhandenen Dotterkügeln (Fig. 44 *do*), so dass eine Verwechslung mit denselben nicht möglich ist. Letztere Beobachtung beweist, dass die Körperchen dem Keimbläschen nicht eigenthümlich, nicht etwa Produkte desselben sind. Mir fiel sofort ihre Ähnlichkeit mit den Spermatozoen der Phalangiden auf. Dieselben sind linsenförmig und mit einem großen centralen Kerne ausgestattet (cf. bei BLANC [14] die Fig. 49, 20, 23). Zum Vergleich gebe ich mit denselben Linsen und demselben Prisma gezeichnet in Fig. 42 die Gestalt der Spermatozoen wieder, wie sie der Ausführungsgang eines erwachsenen *Opilio parietinus* darbietet. Auch die Größenverhältnisse sind auffallend übereinstimmend, wie die Betrachtung der mit genau denselben Vergrößerungen gezeichneten Fig. 41 und 42 zu erkennen giebt. — Leider hat es mir nicht gelingen wollen, in den verschiedenen Schnitten durch das Keimbläschen die vermeintlichen Spermatozoen einmal in seitlicher Ansicht zu bekommen. Dieselben sind nämlich scheibenförmig abgeplattet (Fig. 42 *s*). Möglich wäre es aber auch, dass dieselben in dem Keimbläschen eine ihrer Auflösung voraufgehende Quellung erfahren hätten. Dass eine Quellung der Samenkörper im Ei eintritt, wird öfter in der Litteratur berichtet.

Sind die genannten im Keimbläschen vorhandenen Gebilde wirklich Samenkörperchen, so würden wir es hier mit einem ganz eigenartigen Befruchtungsvorgange zu thun haben, welcher nach den verschiedensten Seiten hin unsere bisherigen Anschauungen über die Art der Befruchtung überhaupt beeinflussen dürfte. Denn hier würde ein Ei befruchtet, welches noch in organischem Verbande mit dem mütterlichen Körper steht. Hier würde eine verhältnismäßig große Zahl von Spermatozoen in das Keimbläschen eindringen, während sonst meist

¹ Vgl. Bemerkungen während der Korrektur (p. 463) Nr. 4.

ein einziges Spermatozoon die Besamung zu vollziehen pflegt. Nicht unwahrscheinlich wäre es auch, dass das Eindringen des Stoffes mit Ursache für die Zusammenballung der chromatischen Substanz resp. die Zerfällung des Keimfleckes, ja vielleicht für das gänzliche Verschwinden des Eikernes sei. Es ist gewiss nicht ohne Wichtigkeit, dass der Same von dem Keimbläschen selbst noch aufgenommen würde und auch der Umstand giebt zu denken, dass die kleinen Chromatinkugeln an Größe den vermeintlichen Samenkörpern etwa entsprechen.

Jedenfalls glaube ich, dass die Sache wohl verdient, bei Arachniden und Insekten beachtet zu werden; denn in diesen beiden Tiergruppen finden sich ganz ähnliche Verhältnisse, in beiden ist die Art und Weise der Befruchtung noch recht dunkel, in beiden ist in dem zur Ablage reifen Ei meist von einem Keimbläschen und Keimfleck nichts mehr aufzufinden. Ich werde weiter unten noch ausführlicher auf diesen Punkt zurückkommen.

Da scheint mir eine Angabe LEUCKART'S (60) von großer Bedeutung zu sein, und möchte ich nicht verfehlen, dieselbe als Stütze der von mir vermutheten Befruchtung der Eier im Ovarium hier anzuführen. LEUCKART (60) sagt nämlich (p. 43), dass er im Gegensatze zu den sonst parthenogenetischen Cocciden bei *Coccus adonidum* in der Samentasche unzweifelhafte Samenfäden gefunden habe und fährt dann fort: »Was mich aber fast noch mehr überraschte, war der Umstand, dass dieselben Fäden auch in dem Leitungsapparate anzutreffen waren, also an Stellen, wo dieselben sonst bei den Insekten mit Samentasche zu fehlen pflegen. Freilich ist dabei in Anschlag zu bringen, dass die Cocciden auch vielleicht die einzigen Insekten sind, bei denen die Embryonalentwicklung bereits im Eierstocke anhebt. Auch bei den Skorpionen (*Sc. europaeus*) lassen sich nach meinen Beobachtungen die Samenfäden nicht bloß im Receptaculum, sondern auch im ganzen Leitungsapparate bis zu den Eierfächern nachweisen.« — Nun ist es ja unter den Skorpionen von *Androctonus occitanus* und *Scorpio europaeus* schon durch JOH. MÜLLER bekannt geworden, dass sie ihre Embryonalentwicklung in den Eifollikeln selbst, also im Ovarium, durchlaufen. Auch METSCHNIKOFF (68) und BRANDT (48, p. 59) bestätigen das Vorkommen der Embryonalentwicklung der Eier innerhalb des Ovariums und diese Angaben kombinirt mit der eben citirten Mittheilung von LEUCKART (60) lassen es kaum zweifelhaft, dass das Ei an seiner Bildungsstätte von dem männlichen Elemente aufgesucht und befruchtet werde. Auch PAUL MAYER (65) ist bei seinen Untersuchungen der Entwicklungsgeschichte der Dekapoden (*Eupagurus Prideauxii*) zu einem gleichen Resultate gekommen. Seine These 4 (p. 205) lautet: »Die Begattung ist eine äußerliche; die Be-

fruchtung durch Spermatophoren findet höchst wahrscheinlich im Inneren des Ovariums statt und hat das Verschwinden des Keimbläschens zur zeitlichen Folge. Das Keimbläschen verschwindet schon, während das Ei sich noch im Ovarium befindet (p. 199). 5) Das fertige Ei verlässt den Leib des Krebses ohne Kern und nur mit einer Hülle versehen.«

Eine Befruchtung des Eies im Inneren des Ovariums wird ferner angegeben für den *Peripatus capensis* von A. SEDGWICK (87, p. 355: Fertilisation is apparently effected in the ovary), für alle Hirudineen von A. SCHNEIDER (84, p. 256); ja bei *Aulastomum* und *Piscicola* dringen nach SCHNEIDER (85) die Spermatozoen bereits in die unreifen Eier und lösen sich darin auf (p. 426). Auch O. HERTWIG (44) giebt von *Nephelis vulgaris* an, dass die Spermatophoren direkt in das Ovarium eingeführt werden (p. 16).

Noch zweier anderer Stadien möchte ich Erwähnung thun, welche wohl das Schwinden des Keimbläschens aufklären zu helfen geeignet sind. So zeigt ein reifes Eierstocksei (Fig. 9) zwar noch den mit einigen Vacuolen versehenen, wohl umgrenzten Keimfleck (*Kf*) und außer ihm im Keimbläschen (*Kbl*) noch unregelmäßig gestaltete, ebenfalls gefärbte Chromatinkörnchen, aber das Keimbläschen selbst hat sich zu einem vielfach gezackten Körper umgebildet. Seine in früheren Stadien vorhandene scharfe, äußere Grenzlinie ist sehr viel schwächer geworden und besonders an jener Seite, wo sich an das Keimbläschen ein feinschichtiges Netzwerk anschließt (Fig. 9 n) fast unkenntlich geworden. Damit man aber nicht etwa glaubt, allein die Behandlungsweise habe dem Keimbläschen die hier vorliegende, verzerrte Gestalt gegeben, so stelle ich in Fig. 7 ein junges Eierstocksei aus dem gleichen Präparate dar. Hier ist die Membran (Fig. 7 *Kbl*) durchaus scharf und erscheint auf einem optischen Querschnitte als deutliche, dunkle Linie. Es geht demnach gleichzeitig mit der Reifung des Eies Hand in Hand eine Veränderung der Keimbläschenmembran, welche schließlich ganz resorbiert wird und nun einer Vertheilung des Keimbläscheninhaltes nicht mehr im Wege steht. Etwas Ähnliches berichtet SCHNEIDER (83) von den Eiern von *Ascaris megaloccephala* (p. 4): »Das Keimbläschen ist Anfangs oval, mit einer deutlichen Membran. Die Membran wird dann dünner und beginnt ihre Gestalt zu verändern«, ferner in der Erklärung der Fig. 3 Taf. I: Eindringendes Spermatozoon, Ei eingeschnürt, Keimbläschen strahlig. — Eine Specialarbeit über das Verschwinden des Keimbläschens bei Insekteneiern ist soeben von L. WILL (99) erschienen. Auch nach ihm beginnt die Auflösung desselben damit, dass die Peripherie eingebuchtet und wie zerfressen erscheint (vgl. dessen Fig. 27—36). Weitere Beispiele anzuführen unterlasse ich hier und bitte ich auf

diesen Punkt hin unten in dem Kapitel nachzusehen, welches im Allgemeinen vom Schwinden des Keimbläschens handelt.

Ein anderes Bild glaube ich auf die Zeit beziehen zu dürfen, an der sich Keimbläschen und Keimfleck vertheilt haben, ohne jedoch bereits schon völlig zwischen dem Dotter verschwunden zu sein. Auch dieses Ei (Fig. 5) gehört zu dem gleichen Präparate, wie die vorigen, es ist völlig reif; doch kann ich leider nicht mit Sicherheit angeben, ob es noch am Ovarium hängt oder in dessen Röhre bereits übergetreten ist, da ich die gesammten Geschlechtsorgane dieses sogleich nach der Begattung getödteten *Opilio parietinus* im Zusammenhange geschnitten habe und da die zahlreichen Eier des Ovariums und Uterus sich so in einander geschoben haben, dass häufig ein deutliches Auseinanderhalten beider Bezirke nicht möglich ist. An genanntem Eie zeigt sich nun von einem Keimbläschen und Keimfleck keine Spur mehr, dagegen bemerkte ich an einer Stelle zwischen den Dotterkugeln einen beträchtlichen Komplex eines feinmaschigen Netzwerkes (Fig. 5 n), welcher nach meiner Meinung den Platz des Keimbläschens eingenommen hat. Hierfür scheint mir einerseits die Größe des Bezirkes zu sprechen (Fig. 5 und 9 haben gleiche Vergrößerung), andererseits aber auch die Lage. Denn in den reifenden Eiern pflegt das Keimbläschen nicht nur eine excentrische, sondern meist sogar eine ziemlich randständige Lage einzunehmen (vgl. Fig. 8, 9, 14). Die gleiche Lage hat hier das Netzwerk. Eine Verwechslung mit den weiter unten zu besprechenden, neu auftretenden Netzwerken bei der Weiterentwicklung kann aber aus dem Grunde nicht stattfinden, weil dieses hier einen ganz unverhältnismäßig größeren Raum einnimmt (vgl. Fig. 15, 16, 22, 26—28 etc.) und nur in der Einzahl vorhanden ist.

Ich bemerke noch, dass ich sowohl ein solches Netzwerk, wie auch ein Keimbläschen von solcher gezackter Form wie Fig. 9 in mehreren Fällen beobachten konnte.

Wie das Keimbläschen und der Keimfleck sich in das Netzwerk aufgelöst haben, so bleibt auch jenes nicht im Zusammenhange bestehen, sondern fließt gewissermaßen zwischen die Dotterkugeln ab. Denn ein feines, allerdings recht lockeres und daher nur selten zu bemerkendes plasmatisches Gerüst zieht sich als lebendes Fluidum durch die Masse des Dotters hindurch. Es ist wohl als Regel zu betrachten, dass an den Eiern, welche ihre Follikelsäckchen verlassen haben und in die Ovarialröhre übergetreten sind, weder von einem Keimbläschen noch von einem größeren Netzwerkkomplex etwas zu sehen ist. Das Gleiche gilt von ihnen, wenn sie in die als Uterus bezeichnete Erweiterung des Ausführungsganges übergetreten sind, wo sie die gemein-

same Ablage erwarten. Auch hier bieten sie auf Schnitten den Anblick dar, dass die große Menge der Dotterkugeln nur hier und da ein plasmatisches Fädchen zwischen sich erkennen lässt, andererseits aber, wie auch schon die reifen Eierstockseier, außen von einer schmalen Plasma-schicht umgeben wird. Aber auch diese Außenschicht bildet keine homogene Lage, sondern umhüllt, entsprechend der dem Eiplasma der Phalangiden innewohnenden Tendenz, in Gestalt eines feinmaschigen Netzwerkes die centralen Dottermassen. Denn als Netzwerk erscheint es, mögen die Eier mit FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure, mit heißem Wasser oder mit Alkohol konservirt sein.

Oder man kann auch so sagen: Das wenige in den zur Ablage reifen Phalangideneiern vorhandene Plasma ist durch die von ihm eingeschlossenen Dotter- und Fettmassen derart vacuolisirt, dass es als derberes, 1—3 Maschen hohes Netzwerk (auf Schnitten) nur an der Peripherie in Erscheinung tritt, dagegen sich im Inneren des Eies fast völlig der Beobachtung entzieht. Natürlich steht das Netzwerk durch das ganze Ei mit einander in Verbindung.

Eiablage.

Wie bei den Milben, so sammeln sich die wohl nicht in allzu großen Zwischenräumen reifenden Eier zu gemeinsamer Ablage im Uterus. — In welcher Weise die Thiere dabei vorgehen, ist bereits durch MENGE (67) und de GRAAF (34) recht anschaulich geschildert, so dass ich nur mit wenigen Worten darauf einzugehen, so wie einige Nachträge hinzuzufügen brauche.

Merkt ein Phalangidenweibchen, dass ihr Stündlein gekommen ist, so macht es sich daran, für die Eier ein geeignetes Plätzchen aufzusuchen. Sorgfalt ist hier wohl vonnöthen; denn nicht weniger als seine halbe Lebenszeit¹ bringt unser Phalangium innerhalb der Eischale zu und unvermögend, sich äußeren schädlichen Einflüssen zu

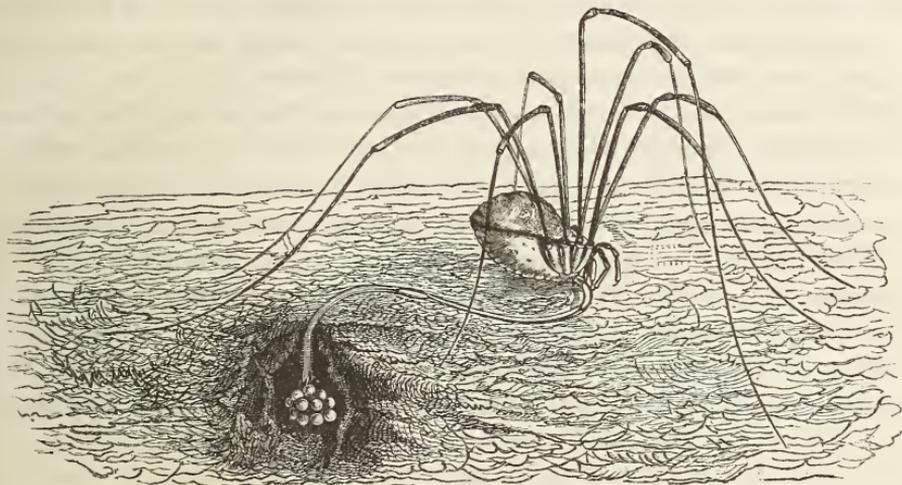
¹ Ich habe bei Göttingen, trotzdem ich mich vielfach darum bemüht habe, niemals einen überwinternden *Opilio parietinus* auffinden können. Nur einmal fand ich in einem Warmhause des hiesigen botanischen Gartens im März 1886 einen *Leiobunum hemisphaericum* todt in einem Spinnwebgewebe und die Verfertigerin desselben, eine *Tegenaria domestica*, sog daran. Doch weiß ich nicht, ob der Weberknecht frisch gefangen war. Jedenfalls ist in unseren Breiten ein Überwintern der Thiere sehr selten, ich habe auch im Frühjahr stets nur kleine diesjährige Phalangiden aufgefunden, niemals ein vorjähriges Exemplar. Eben so ist es LATREILLE (58) und MENGE (67) gegangen, während BLANC (11, p. 2) angiebt, die Thiere könnten überwintern. — Für unsere Breiten ist es demnach Regel, dass die Eier fast ganz genau ein halbes Jahr ruhen (aus den Ende Oktober abgelegten Eiern schlüpfen die Jungen Ende April des folgenden Jahres aus) und mit dem Monat November beschließen die letzten für gewöhnlich ihr Leben.

entziehen, kann dem jungen Thiere ein dauernder Schutz nur geboten werden durch die Vorsicht der Mutter. Diese sucht nun zunächst ein feuchtes Erdreich auf; doch vermeidet sie stark durchnässten und daher klebrigen Boden eben so sehr, wie trockene, zu Staub zerfallende Erde. Da es dem Thiere in Folge seiner langen und dünnen Beine unmöglich ist, in die Erde einzudringen, wie es z. B. *Trombidium fuliginosum* macht (HENKING [44] p. 593), so ist es gewissermaßen als Ersatz für das Unvermögen mit einer langen und sehr ausdehnsamen Legeröhre ausgerüstet, vermittels deren die Eier an einen einigermaßen sicheren Ort übertragen werden können. Das Thier schiebt die Legeröhre weit aus dem Körper heraus und tastet damit zwischen den Erdbröckchen und Steinen in der Tiefe umher. Hat es einen passenden Ort gefunden, so senkt es die Legeröhre möglichst tief hinab, drückt auch den kleinen Leib so tief in die Spalten, wie es geht und lässt nun die Eier langsam eines nach dem anderen in die Tiefe gleiten. Meist werden dieselben auf einem Haufen abgelegt; doch findet man auch öfter die Ablage unterbrochen, sei es, dass eine äußere Störung eintrat, sei es, dass die Mutter eine Indisposition überkam; dann sieht man an einer Stelle nur ein kleines Häufchen, und erst in der Nähe irgend wo den Rest der Eier geborgen.

Noch näher in die Geheimnisse der Niederkunft von *Opilio parietinus* einzudringen, hat mir nicht gelingen wollen. Ich habe öfter ein solches Thier während der Ablage emporgehoben, um das Durchgleiten der Eier durch die Legeröhre zu studiren, doch vergeblich. Wenn ich das Thier auch sofort wieder niedersetzte, so hörte es doch stets mit dem Abgeben der Eier auf, zog die Legeröhre ein und lief fort. Erst nach einiger Zeit, wenn es sich nicht mehr belästigt glaubte, setzte es das angefangene Geschäft fort.

Bei *Leiobunum hemisphaericum* dagegen bin ich glücklicher gewesen. Auch hier hob ich ein bei der Geburt begriffenes Thier auf und zog damit den im Erdreich verborgenen Legeapparat hervor. Ich setzte das völlig apathische Thier sofort wieder zu Boden, die Legeröhre blieb ausgestreckt, blieb auf der Oberfläche des Erdbodens liegen und nur die Spitze derselben suchte zitternd und tastend ein Versteck zwischen den Erdkrümchen, sich zwischen diesen abwärts senkend (siehe Holzschnitt), und bewegte sich in dieser Vertiefung leise pendelnd hin und her. In gemessenem gleichmäßigen Zuge, fast in gleicher Distanz, wie auf einen Faden gereiht, passirten die Eier die Legeröhre. In dem durchscheinenden Theile des Rohres erschien plötzlich eine weißliche Wolke, das herabgleitende Ei (siehe Holzschnitt). Dasselbe war zu einem ziemlich langen Ellipsoid zusammengedrückt, während das Rohr

keine Aufweitung erfuhr. Beim Verlassen der Legeröhre rundeten sich die Eier sofort wieder zu Kugelform ab. — Deutlich zu sehen war ferner, dass die Eier aus dem Uterus eine zähe und besonders bei *Leiobunum hemisphaericum* sehr reichliche Flüssigkeit mitführten. Sie schoben dieselbe vor sich her als weißliche Kappe, zogen sie nach als einen Faden, welcher sich an die Wand des Rohres ansenkte und mit der Kappe des folgenden Eies in Verbindung stand (siehe Holzschnitt).



Ein *Leiobunum hemisphaericum* bei der Eiablage, etwa doppelte natürliche Größe.
 Die Beine im Verhältnis zum Leibe etwas zu kurz.

Dies Sekret wird von den die innere Wand des Uterus und Eileiters auskleidenden, zu langen Zotten vereinigten Drüsenzellen abgeschieden (Fig. 10 *dr*). Das Sekret hat in dem Präparat durch die Behandlungsweise Tropfenform angenommen; doch ist deutlich zu erkennen, wie diese Tropfen häufig durch einen Sekretfaden noch mit ihrer Mutterzelle in Verbindung stehen (Fig. 6 *tr*).

Das Uterussekret umhüllt die Eier und verklebt sie bei der Ablage mit einander. Berührt man frisch gelegte Eier mit einer Nadel oder dgl., so kleben sie sehr fest daran und ist es nicht leicht, sie unbeschädigt wieder abzustreifen. Mit der Zeit erhärtet dann das Sekret zu einer sehr festen Masse und umgibt jedes Ei so noch einmal mit einer Schale; denn vorher war das Ei nur von dem von ihm selbst gebildeten Oolemm umhüllt.

Entwicklung im abgelegten Ei.

I. Auftreten der ersten Kerne.

Die Eier von *Opilio parietinus* haben eine Größe von 0,5226 bis 0,56 mm, diejenigen von *Leiobunum hemisphaericum* sind etwas größer

und haben etwa 0,75 mm Durchmesser. Sie sind bei beiden Thieren von weißer Farbe und völlig undurchsichtig. Weder im auf- noch im durchfallenden Lichte kann man über die ersten Entwicklungsvorgänge etwas erfahren. Höchstens sieht man an der Oberfläche des Eies eine zarte Felderung, welche aber weiter nichts ist als der Ausdruck für die oberflächlich gelagerten Dotterkugeln und deren Zwischenräume (Fig 29). Die Eier der beiden genannten Phalangiden sind, wie schon bemerkt, von einer doppelten Hülle umgeben, von dem vom Ei selbst abgeschiedenen Oolemm und dem aus dem Uterus herrührenden, zu einer festen Schale erstarrenden Sekrete. BALBIANI (5) hat diese beiden Eihüllen am verlassenen Ei ebenfalls erkannt. Fig. 48 zeigt das seltene Vorkommen, dass die beiden sonst fest auf einander liegenden Hüllen sich getrennt haben. Die innere (*ih*) hat sich nicht nur in Falten gelegt, sondern muss auch einen Riss haben, da einige Fetttropfen (*f*) zwischen die beiden Hüllen eingedrungen sind. Die Tropfen lösten sich in Chloroform. In gleicher Weise besitzt das Ei von *Agelena naevia* nach LOCY (62) eine äußere, durch den Oviduct abgeschiedene, so wie eine innere, zartere Schale, die nach ihm ein Produkt des Vitellus ist. — Die Hüllen bestehen nicht aus Chitin: In 20% iger Salpetersäure quellen sie zu einem irisirenden Häutchen, in mittelstarker Kalilauge lösen sie sich unter beträchtlicher Aufblähung fast völlig auf. — Es ist nicht zu vermeiden, dass die Eier von Pilzen angegriffen werden. Da ist es nun die äußere Hülle, welche von den feinen Pilzfäden nicht nur umspinnen, sondern auch angeätzt wird, so dass sie nachher zarte, arabesken- und baumartige Zeichnungen zur Schau trägt. Bis auf die innere Schale ist das Eingezätzte aber niemals vorgedrungen. BALBIANI (5) bemerkte ebenfalls auf der äußeren, von ihm Chorion genannten Eihülle eine feine, wurmförmige Zeichnung (cf. seine Fig. 4), die er für eine Struktureigenthümlichkeit hält, in welcher ich dagegen ebenfalls nur die Fährte einer Pilzvegetation vermuthen möchte.

Eigenthümlich ist es, dass die Eier eine einmalige, nicht sehr bedeutende aber doch deutlich wahrnehmbare Größenzunahme erfahren. Eier, die am 7. Nov. 1884 abgelegt waren, maßen am 17. November 0,53—0,56 mm, dagegen am 18. December 0,56—0,8217 mm. Später trat keine wahrnehmbare Vergrößerung mehr ein. Auch von Krebsen ist etwas Ähnliches bekannt. Nach RATHKE soll bei *Crangon* und *Palaeomon* die Größenzunahme des Eies über die Hälfte des ursprünglichen Volumens betragen und bei *Pagurus* nach P. MAYER (65) die Eier von 560 resp. 600 μ auf 700—850 μ anwachsen (p. 209). P. MAYER (65) erklärt diese Erscheinung durch eine allmähliche Aufnahme von Seewasser, während hier der Grund offenbar in einer wohl durch che-

mische Umsetzungen bedingten Größenzunahme des sich entwickelnden Thieres zu suchen ist.

Da ich den Dotter am frisch gelegten Ei nicht näher untersucht habe, sondern erst auf einem Stadium, an dem sich schon eine Zellschicht an der Oberfläche des Eies gebildet hatte, so mag auf später verwiesen sein. Nur so viel sei bemerkt, dass die mit kochendem Wasser gehärteten und dann in Alkohol konservirten Eier zwischen der prall ausgedehnten Eihülle und der durch Schrumpfung zurückgewichenen Eikugel eine große Menge stark lichtbrechender Tröpfchen aufweisen (Fig. 17). Wir haben in ihnen offenbar Fett vor uns; denn auf Schnitten, die also einer Behandlung mit Terpentinöl ausgesetzt waren, habe ich nie mehr etwas von ihnen wahrnehmen können.

Vorweg will ich noch bemerken, dass alles Folgende, wo nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerkt, durch Untersuchung des in Paraffin geschnittenen Objectes gewonnen wurde. Bei der völligen Undurchsichtigkeit der Eier war es geboten, sie in Serienschnitte zu zerlegen und diese genau zu durchmustern. Da mir ein ziemlich bedeutendes Material zur Verfügung stand und ich Sorge trug, dass von den Schnitten nichts verloren ging, so glaube ich die Resultate meiner Untersuchungen mit gutem Gewissen als zu Recht bestehend vertreten zu können.

Werden frisch abgelegte Eier in FLEMMING's Chrom-Osmium-Essigsäure einige Stunden gehärtet, oder mit kochendem Wasser oder auch PERENYI's Flüssigkeit behandelt und dann in der eben erwähnten Weise geschnitten, so zeigen sie meist schon die Anlage mehrerer neuen Kerne. Doch habe ich auch Eier geschnitten, welche trotz mehrstündigen Verweilens außerhalb des mütterlichen Körpers noch keinerlei Anzeichen einer fortschreitenden Entwicklung erkennen ließen. Auch P. MAYER (65) (p. 242) berichtet von den Eiern von *Pagurus Prideauxii*, dass die einzelnen Eier von vorn herein durchaus nicht gleichen Schritt in der Entwicklung halten und giebt als Grund dafür an, dass dieselben zu verschiedenen Zeiten im Ovarium befruchtet werden.

Welche der drei genannten Flüssigkeiten auch angewandt sein mag, stets treten als erste Spuren der neuen Kerne, von Anfang an räumlich von einander getrennt, zwischen den hier aus einander weichenden Dotterkugeln zarte, plasmatische Netzwerke von nicht bedeutendem Umfange auf. Die Fäden dieses Netzwerkes sind bei den mit Anwendung von heißem Wasser konservirten Eiern ziemlich homogen, bei Einwirkung von FLEMMING's Chrom-Osmium-Essigsäure dagegen deutlich gekörnelt. Das Weitere bietet nun aber je nach der angewandten Konservierungsmethode ein etwas verschiedenes Verhalten.

Nomenklatur.

Wie ich nach meinen Beobachtungen annehmen muss, entstehen in dem abgelegten Eie der Phalangiden eine Anzahl neuer Kerne und Zellen durch freie Kern- und Zellbildung. Sie lassen aus sich die künftigen, den Körper des Thieres aufbauenden Zellen hervorgehen. Zur Vereinfachung in der Bezeichnung und auf Grund ihrer eigenthümlichen Genese verdienen sie wohl einen besonderen Namen. Analog der Wortbildung bei Holocyten und Merocyten möchte ich für sie den Ausdruck *Protocyten* vorschlagen, während der Kern einer *Protocyte* als *Urkern* (*Protokaryon*) bezeichnet werden könnte. Die von E. RAY-LANKESTER (77) gewählte Bezeichnung *Autoplast* (vgl. p. 157) behalte ich deshalb nicht bei, weil dieses Wort von KRAUSE bereits in anderem Sinne in Verwendung genommen ist.

1) Anwendung von FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure.

Diese Flüssigkeit hat auch hier ihre, die Kernstruktur erhaltenden Eigenschaften deutlich zur Schau gestellt.

Ich wiederhole: Im Inneren der Dottermassen, aber durch dazwischen liegende Strecken der Dottersubstanz von einander getrennt, bemerkt man das Auftreten einer Anzahl zarter Netzwerke. So viel Eier ich auch durchmustert habe, niemals habe ich bemerkt, dass zwei Netzwerke direkten Zusammenhang mit einander hatten, ferner sind sie alle etwa von gleicher Größe, so dass also der Gedanke, dass sie sich durch Theilung vermehrten, nicht aufkommen kann. Nichts deutet auf eine solche hin. Auch das spricht dagegen, dass man in einem Ei die verschiedensten Stadien, vom reinen Netzwerk bis zu solchem mit weit entwickelter Kernanlage neben einander bekommt. Die Netzwerke sind also nicht von ganz gleichem Alter und doch geht ihre Entwicklung noch neben einander her. Es ist möglich, dass der erste embryonale Kern als Vorläufer eine solche erste netzförmige Plasmaanhäufung voraussandte; doch ist so viel gewiss, dass seine hervorragende Bedeutung dadurch eine gewaltige Einbuße erleidet, dass vor seiner völligen Ausbildung und ganz unabhängig von ihm, ihm Genossen erwachsen. Sie entstehen, räumlich von ihm getrennt, in gleicher Weise wie er selbst. Sie stehen zu ihm etwa in dem Verhältnisse, wie ein jüngerer zu seinem älteren Zwillingsbruder: Er hat vor demselben nichts voraus als eine kleine Spanne Zeit.

Jedes im Inneren des Eies neu auftretende Netzwerk zeigt später annähernd central eine geringe Verdunkelung (Fig. 15) und hier, wo

sich die Netzwerkstruktur kaum noch erkennen lässt, bemerkt man nach Färbung mit neutralem, essigsauerm oder Boraxkarmin und bei stärksten Vergrößerungen eine Anzahl verschieden großer, rothgefärbter Körnchen. Manche von ihnen sind als Pünktchen wohl erkennbar und von ihnen führen Übergänge bis zu jenen, die staubartig fein nur durch einen kaum bemerkbaren röthlichen Schein ihre Zugehörigkeit zu ersteren verrathen. Die Vertheilung derselben ist eine ganz unregelmäßige.

Des Weiteren erhält man Stadien, in denen die Verdunkelung im Netzwerk stärker geworden ist. Dieselbe kann alsdann bei intensiverer Färbung auch einen schwachen Farbenton annehmen. Gleichzeitig rücken auch die rothen Körnchen mehr zusammen. Deutlich tritt das hervor bei Fig. 16, wo die Körnchen ganz unverkennbar sind. Dieselben werden überhaupt immer größer, sei es, dass sie durch Aufnahme von plasmatischer Substanz von innen heraus wachsen, sei es, dass sie durch Verschmelzung mit anderen Körnchen ihr Volumen vergrößern.

Weiter geht die Veränderung der Kernanlage in der Weise vor sich, dass die Verdunkelung ein mehr homogenes Aussehen bekommt, sich gleichzeitig ausdehnt (Fig. 16). Es treten in dieser homogenen Figur feine achromatische Streifen auf, die um so deutlicher werden, je gleichmäßiger dieselbe wird und je schärfer sie sich gegen die körnige Umgebung abhebt. Diese hervorragende Stelle hat bald einen mehr rundlichen, meist aber einen länglichen Umfang (Fig. 22, 26, 27), was wohl darauf zurückzuführen sein dürfte, ob der Schnitt senkrecht, schräg oder parallel zur Längserstreckung die Figur getroffen hat.

Das vollkommenste Bild einer derartigen, schon ziemlich entwickelten Figur bei seitlicher Ansicht bietet Fig. 34: hier hat die achromatische Substanz deutliche Spindelgestalt. Im Äquator sind die Chromatinkugeln angehäuft. — An Stelle der Chromatinkugeln sieht man zuweilen in den Spindelfiguren kurze Fädchen liegen, welche dann einen geschwungenen Verlauf haben (Fig. 27, 28, auch 26). Sie sind wohl durch seitliche Verschmelzung von Kügelchen entstanden.

Chromatinkugeln und achromatische Fäden gruppiren sich hier also in derselben Weise, wie es von den Theilungsfiguren fertiger Zellen sonst bekannt ist. Ein wichtiger Unterschied dürfte sich vielleicht darin zeigen, dass die Chromatinsubstanz, wie gesagt, hier vorwiegend in Kugelgestalt auftritt, während sonst die Fadenform derselben die Regel zu bilden pflegt. Doch freue ich mich, als Bestätigung meiner Beobachtung eine jüngst erschienene Arbeit von G. PLATNER (74) anführen zu können. Derselbe hat in gleicher Weise, wie ich hier, die Eier von

Arion empiricorum in Chrom-Osmium-Essigsäure gehärtet und erst die Schnitte mit Hämatoxylin und Safranin gefärbt, während ich eine Durchfärbung mit Karmin anwandte. Aber das Resultat ist das gleiche. Seine Fig. 42, 43, 46, welche die bei Arion nur in der Einzahl auftretende und der Befruchtung folgende »Furchungsspindel« darstellen, zeigen ganz ähnliche Spindeln, wie ich sie bekommen, zeigen die Chromatinsubstanz ebenfalls in Form von Körnchen ausgeschieden. Auch im Text spricht er in gleicher Weise nur von Körnchen, nicht von Fäden (z. B. p. 67, 68).

Ein weiterer Unterschied gegenüber der gewöhnlichen Zelltheilung besteht darin, dass die Chromatinkügelchen hier eine wirkliche äquatoriale Platte bilden, d. h. auch im Inneren der achromatischen Figur vorhanden sind, während nach FLEMMING (p. 244) bei der Zelltheilung die chromatische Substanz gewöhnlich nur ringförmig die achromatischen Fäden umspannt. Dagegen hat C. RABL (76) bei Theilungsfiguren vom Salamander und von Proteus auch in der Mitte Schleifen liegen sehen (p. 243) und auch bei Pflanzen findet sich nach STRASBURGER ein ähnliches Verhalten, wie ich es hier beobachtet habe (vgl. FLEMMING p. 305). Leider hat PLATNER über diesen Punkt bei Arion keine Angaben gemacht.

Bemerkenswerth, und für meine Auffassung der spontanen Entstehung der Kernsubstanz in unserer Eizelle ein weiterer Beweis ist die Beobachtung, dass ganz unverkennbare Chromatinkugeln außerhalb, aber dicht neben einer fertigen Spindel sich einstellen können (Fig. 34). Die Kugeln liegen im Präparat eben so deutlich, wie in der Figur, in der körnigen Umgebung der Spindel. Es sind gewissermaßen Reste aus der Grundmasse der chromatischen Substanz an dieser Stelle, welche zu spät zusammengeflossen, zu spät in färbbarer Gestalt hervorgetreten sind, um noch rechtzeitigen Anschluss zu erreichen; doch dürften sie wohl noch nachträglich in den Verband der anderen Körnergruppe einrücken.

Einer weiteren eigenthümlichen Form der Kernfiguren muss ich noch Erwähnung thun, welche ich bei drei verschiedenen Eiern gefunden habe.

Die Fig. 19, 34, 32 und 38 sollen das Verhalten darstellen. Die ersten drei Figuren bilden im Verein mit Fig. 20 die vier ersten Kernanlagen eines Eies. Fig. 20 zeigt nichts Ungewöhnliches: Als erste Boten des künftigen Kernes treten in dem bekannten plasmatischen Netzwerke die ersten zarten Chromatinkügelchen uns entgegen. Anders bei Fig. 19, 34 und 32: Hier zeigt das plasmatische Netzwerk zwar auch nichts Absonderliches, hier sind die Chromatinmassen in bekann-

ter Kugelform vertreten, aber die Anordnung derselben ist eine abweichende. Ein vacuolenartiger Raum wird umschlossen von einer zarten Wandschicht, wird durchzogen von feineren und gröberer Fäden in unregelmäßiger Weise, und an diese Wandschicht sind angelagert, auf diese Fäden sind aufgereiht die Chromatinkugeln, deren Größe vom feinsten, kaum wahrnehmbaren Körnchen bis zum verhältnismäßig großen Ballen wechselt. Die vacuolenartigen Räume haben im Allgemeinen eine ovale Gestalt (Fig. 32, 38), zuweilen ist dieselbe aber etwas unregelmäßig durch rundliche Ausbuchtungen (Fig. 31, 49).

Eigenthümlich ist es, dass trotz der vollkommenen Ausbildung der Chromatinkörner von achromatischen Fäden keine Spur zu bemerken ist.

Ich vermuthe, dass hier ein weiteres Stadium zur Bildung der embryonalen Kerne vorliegt, indem der Kern, wenn auch in etwas aufgedunsener Gestalt, sich schärfer gegen die Umgebung abhebt, indem die achromatischen Fäden eine Umwandlung in nucleo-plasmatische Stränge erlitten haben und gleichzeitig die achromatische Substanz durch den ganzen Raum des künftigen Kernes zerstreut wurde. Eine Ermuthigung erhält dieser Gedanke durch die Betrachtung der Fig. 49 G. PLATNER'S (74): Sie zeigt, dass die Eizelle von Arion einmal gefurcht ist und in jeder Furchungskugel einen Furchungskern, dessen jugendliches Alter durch den ihm noch einseitig anhaftenden Aster deutlich gekennzeichnet ist. Die beiden vorliegenden Furchungskerne haben in der Zeichnung eine ganz ähnliche, aufgeblähte, ovale Gestalt, wie die unsrigen, nur ist ihre Membran etwas derber eingezeichnet. »Sie enthalten kleine, stark färbbare Körnchen und schwach entwickelte, achromatische Fäden in ziemlich regelloser Anordnung« (PLATNER [74] p. 69). Also ganz wie hier. — Ungemein ähnlich unseren jungen Kernen sind auch die beiden Tochterkerne eines bereits eingeschnürten Eies von *Ascaris megaloccephala*, wie sie VAN BENEDEN (8) auf Pl. XIXter Fig. 42, 43 abbildet. Er bemerkt dazu (p. 562): Les figures 40 à 43 montrent divers stades de cette édification des noyaux filles. Les gros globules chromatiques se résolvent en un grand nombre de filaments et de petits globules, surtout nombreux aux entrecroisements des filaments qui les réunissent entre eux. — Sehr an die hier vorliegende Ausbildung der Kernanlage erinnert auch, was O. HERTWIG (44) von *Nepheles vulgaris* mittheilt (p. 24). Nach der Ablage treten im Ei zwei Sonnen auf und in ihnen zwei blasige Kerne, »vacuolenartige Gebilde«. »An Essigsäurepräparaten unterscheidet man an ihnen eine dichte Rindenschicht und einen flüssigen Inhalt, der von Körnchenhaufen und netzartigen Strängen mit knotigen Anschwellungen durchsetzt ist.« HERTWIG erklärt dieses Verhalten aber

für ein Kunstprodukt, da der Kern mit Osmiumsäure behandelt, homogen bliebe.

Störend sind auch hier wieder einige Chromatinkörner, welche als wohl erkennbare rothe Punkte ganz unzweifelhaft noch außerhalb der blasigen Kernfigur in dem dunkleren Plasmanetze liegen (Fig. 19, 31). Vielleicht dienen die rundlichen Ausstülpungen der Kernfigur dazu (Fig. 31), um derartig verirrte Nachzügler noch der letzteren zu inkorporiren. Diese Ausstülpungen erhöhen noch die Ähnlichkeit mit den jungen Kernen von *Ascaris*; denn sie sind VAN BENEDEN dort ebenfalls entgegengetreten. Er sagt (p. 562): *L'on constate fréquemment aux stades représentés figures 12 et 13, que la charpente chromatique du jeune noyau se montre constituée d'une portion principale, centrale, et d'une portion accessoire formant un bourrelet marginal plus ou moins séparé de la première.*

Anfangs glaubte ich, jene so sonderbar aufgedunsenen, vacuolisirten Kernfiguren seien Kunstprodukte, seien nur das Resultat einer Quellung wie sie etwa beim Auswaschen der Säure zu Stande gekommen sei. Dem ist jedoch offenbar nicht so; denn ich habe dieselben Gebilde nicht nur bei drei verschiedenen, mit FLEMMING'S Mischung behandelten Eiern aufgefunden, sondern auch bei einem mit PERENY'S Flüssigkeit konservirten Ei in gleicher Weise konstatiren können. Auch hier ist ein vacuolisirter, ovaler Raumabschnitt von feinen Fädchen durchzogen und lässt deutlich die rothgefärbten, hier ziemlich kleinen Chromatinkörnchen erkennen (Fig. 30). Besonders wird die Ähnlichkeit der Fig. 38 und 30 in die Augen fallen. Wenn durch zwei verschiedene Methoden eine derartige Übereinstimmung der Figuren erreicht wird, so gewinnt offenbar der Schluss an Berechtigung, dass die gefundene Struktur nicht auf die Wirkung der Reagentien zurückzuführen sei. — Das plasmatische Netzwerk ist nach Anwendung von PERENY'S Flüssigkeit sehr viel undeutlicher. Die Dotterkugeln haben ebenfalls vielfach eine wie angefressene Peripherie.

Zum Verständnis des Vorhergehenden muss ich jedoch noch das folgende höchst Bedeutungsvolle hervorheben. So sonderbar es auch klingen mag, ich habe keinerlei Andeutungen dafür, dass die so schönen, so typischen Kernfiguren wie Fig. 34 eine wirkliche Theilung einleiteten. Niemals habe ich in ihnen ein Auseinanderweichen der äquatorial angeordneten Chromatinkörner zu den Phasen der Tochterkernbildung beobachtet, niemals habe ich zwei neu entstandene Embryonalkerne in einer solchen Lage zu einander gefunden, dass ein Gedanke, sie seien durch Theilung entstanden, hätte auftauchen können.

Ich muss daher annehmen, dass eine solche Spindelfigur jedes Mal

nur einen Kern aus sich hervorgehen lässt. Demnach hätte dieselbe nur den Werth einer Tochter-Kerntheilungsfigur, d. h. entspräche jener Hälfte einer sich theilenden Zelle, welche nach Halbiring der äquatorialen Chromatinansammlung von dieser ihren Theil erhalten hätte, oder der »Sternform der Tochterzellen« nach FLEMMING. — So sehr wunderbar ist das ja schließlich gar nicht. Ich hoffe, dass im Verlaufe dieser ganzen Untersuchung es klar werden wird, dass wir es im vorliegenden Falle mit durch freie Zellbildung im eigentlichen Sinne des Wortes entstandenen Zellen zu thun haben. Ein derartiges, verhältnismäßig seltenes Vorkommen wird naturgemäß seine Besonderheiten haben und liegt gar kein Grund vor, nach dem man eine sofortige Theilung der Kernanlage erwarten könnte. Tritt aber ein einzelner Kern auf unter karyogenetischen Vorgängen, wie man diese Erscheinung in gleicher Weise wie die weiteren Stadien der Karyolyse wohl nennen könnte, nun, so liegt es am nächsten zu erwarten, dass er unter ähnlichen Erscheinungen sich bildet, unter denen auch in fertigen Geweben die neuen Kerne entstehen, d. h. eben unter der Tochter-Kernbildung entsprechenden Vorgängen. Sollten dagegen spätere Untersuchungen ergeben, dass die beschriebenen Spindelfiguren doch direkt eine Theilung einleiteten, so würde ich mich durchaus nicht gegen die Thatsache sträuben, sondern sie als analog den bei anderen Thieren beobachteten Vorgängen freudig begrüßen. Das was ich gesehen habe, spricht nicht dafür; ich kann meine Beobachtungen ungenügend nur so erklären, wie ich es gethan habe.

Anfügen will ich hier noch ein Stadium, welches wohl den Zustand des neuen Kernes kurz vor seiner völligen Konsolidirung bildet. Derselbe gehört zu einem Ei von *Leiobunum hemisphaericum* vom ersten Tage nach der Ablage. Die wohl ausgebildeten, rundlichen, bis zuweilen etwas nierenförmigen Chromatinkugeln liegen dicht bei einander in einem von einer ganz zarten Grenzlinie eingeschlossenen Raume (Fig. 33). Sie sind durch helle Zwischenräume von einander getrennt. Das ganze Gebilde ist von feinkörnigem Plasma umgeben, welches mit dem allgemeinen plasmatischen Netzwerke in Verbindung steht.

Da der fertige Kern sich von den auf die im Folgenden beschriebene Weise konservirten nicht bemerkenswerth unterscheidet, so verweise ich darauf.

Zwar ist das, was ich bisher mitgetheilt habe, nicht lückenlos, eben in Folge des recht schwierig zu bearbeitenden Materiales; doch wird es sich mit den nachfolgenden Beobachtungen, wie ich hoffe, noch zu einem zusammenhängenden Bilde vereinigen.

2) Konservierung mit kochendem Wasser.

Auch an diesen Eiern wird der Beginn zu einer Kernanlage dadurch gemacht, dass das sonst in der Dottermasse nur unter besonders günstigen Umständen, nur bei vorzüglicher Färbung sichtbare plasmatische Netzwerk sich zu derberen Strängen verdickt und an einer von Dotterkugeln freien Stelle zu einem zuerst nur von wenigen Maschen gebildeten Netze näher zusammenschließt. In Fig. 45 habe ich ein solches frühestes Stadium aus einem gleich beim Auffinden konservierten Eihäufen abgebildet. Es ist das überhaupt die jüngste von mir zur Darstellung gebrachte Kernanlage.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung beginnen sich alsdann die Maschen enger zusammenzuschließen, irgend eine uns noch unbekannte Ursache treibt das Plasma, nach jenen Bildungscentren zu strömen und schließlich inmitten des Netzwerkes auch noch eine etwas größere Ansammlung zu bilden. Von der Peripherie wird das Plasma nicht genommen; denn dort tritt keine Verminderung desselben ein. Die im Dotter vertheilte plasmatische Substanz ist aber so geringfügig, dass auch sie nichts mehr abgeben kann, ohne dabei zu Grunde zu gehen. Sie muss sich daher schon jetzt neu bilden.

Inmitten der so entstandenen plasmatischen Anhäufung innerhalb des Netzwerkes tritt nun gleichzeitig, nicht als Wirkung, sondern offenbar als Ursache derselben, eine nicht scharf abgegrenzte schwach gefärbte Stelle als erste Andeutung des künftigen Kernes hervor. Bei genauer Betrachtung sind in ihr wohl einige verwaschene stärker tingirte Pünktchen bemerkbar (Fig. 36). Es entspricht das etwa dem Stadium der mit FLEMMING'S Gemisch behandelten Eier, welches in Fig. 46 dargestellt wurde. Dort hatte das Säuregemisch die gewissermaßen auskrystallisirten Chromatinkörnchen sichtbar erhalten, hier mag die abweichende Konservierungsmethode eine Verflüssigung der noch nicht zu völliger Selbständigkeit gelangten chromatischen Substanz bewirkt haben; denn sollte nicht die deutlich gefärbte Stelle in dem plasmatischen Hofe auf eine derartige Vertheilung der färbbaren Masse in das umgrenzende Plasma hindeuten? Die deutlicher gefärbten Körnchen würden alsdann bereits resistenterer Portionen der Chromatinsubstanz repräsentiren. Klarer treten die Verhältnisse in Fig. 39 hervor: In einem hier ziemlich scharf abgegrenzten und deutlich aber nur schwach gefärbten Raume treten einige Körnchen ziemlich scharf, andere weniger gut hervor. Ich bemerke dabei, dass die Fig. 36, 39 und 45 sämmtlich aus verschiedenen Eiern stammen, und zwar Fig. 39 aus einem Ei, welches 24 Stun-

den nach der Auffindung konservirt wurde, zu dieser Zeit aber erst drei Kernanlagen aufwies.

Den Schnitt, welcher Fig. 39 birgt, möchte ich dazu benutzen, um darzustellen, wie sich das Innere eines mit heißem Wasser konservirten Eies dem Beschauer darbietet (Fig. 40). Zunächst fällt die Menge der ungleich großen Dotterkugeln in die Augen: dieselben sind zwar von rundlichem Typus, aber doch verschieden gestaltet (Fig. 40 *do*). Sie werden nach außen von dem peripheren plasmatischen Netzwerke begrenzt (*pl*). Sie umschließen die in Fig. 39 bei stärkerer Vergrößerung dargestellte Kernanlage, deren Lagerung annähernd zwischen Centrum und Peripherie man beachten wolle. Außen ist bei *e.h* die Eihülle gezeichnet: der Eihalt hat sich durch Schrumpfung von ihr zurückgezogen, sie hat sich ein wenig gefaltet und ist an einer Stelle durch einen künstlichen Einstich verletzt.

Des Weiteren werden derartige Stadien der Kernbildung aufgefunden, wie Fig. 47 zeigt: die plasmatische Ansammlung hat in der Mitte eine hellere Stelle und dort trifft man die noch ziemlich zerstreuten Chromatinkörnchen. Dieselben waren in diesem Falle offenbar schon so gefestigt, dass sie durch die angewandte Methode keine Auflösung erfuhren. Fig. 47 ist auch ein Beispiel dafür, dass ein neuer Kern in der Nähe der Eiperipherie angelegt werden kann. Derselbe steht hier unmittelbar mit dem randständigen Plasmanetze (*pl*) in Verbindung. Auch Fig. 44 gehört hierher, die Chromatinkugeln sind nicht sehr intensiv gefärbt, aber wohl erkennbar. Sie sind in einer solchen Weise zusammengedrückt, dass man denken könnte, es liege bereits ein fertiger Kern vor; doch fehlt jegliche Umgrenzung.

In Fig. 42 haben sich die Chromatinkörnchen bedeutend einander genähert und dies Stadium wird wohl der Vorläufer von einem in Fig. 46 wiedergegebenen sein, wo bereits eine völlige Vereinigung der chromatischen Substanz stattgefunden hat. Es würde demnach Fig. 46 das Aussehen eines jungen fertigen Urkernes, eines Protokaryon, darstellen. — Von achromatischen Fäden habe ich bei dieser Behandlungsweise niemals etwas in den Kernanlagen wahrgenommen.

Stellung der Kernanlagen im Ei.

Zur Entscheidung der Frage, ob eine »freie Kernbildung« oder nur eine Theilung schon vorhandener Kerne vorliege, dürfte es wohl von Wichtigkeit sein, zu erfahren, wie denn eigentlich die Kernanlagen im Ei vertheilt sind und in welcher Beziehung sie zu einander stehen. Eine darauf gerichtete Untersuchung ergiebt, dass die Kernanlagen überall zwischen den Dottermassen auftreten können; allerdings ist eine

randständige Lagerung, wie sie z. B. das verschwindende Keimbläschen inne hatte (vgl. Fig. 5, 8, 9, 14), hier zwar seltener, aber dennoch zu beobachten (Fig. 33, 47). Die Fig. 24, 23 und 25 sollen die Stellung der Kernanlagen von drei verschiedenen Eiern, die gleich nach der Ablage konservirt wurden, veranschaulichen. Das Ei, zu dem Fig. 24 als Schema dient, hatte ich in 44 Schnitte zerlegt, die Eier zu den Fig. 23 und 25 in je 40 Schnitte. Der große Kreis in allen Figuren soll den Umfang des Eies, der Raum zwischen je zwei der senkrechten Linien die Kantensicht eines Schnittes darstellen. Ich habe nun jedes Mal denjenigen Schnitt, in welchem eine Kernanlage vorkommt, durch seine laufende Nummer an der Unterseite des Kreisumfanges gekennzeichnet, während ein kleiner Doppelkreis die Stellung des Schnittes in Projektion auf die Randansicht angiebt. Die Signatur über jedem Doppelkreise bezieht sich auf die Abbildung der entsprechenden Kernanlage.

Die Einzeichnung der kleinen Doppelkreise habe ich allerdings nur nach Augenmaß gemacht; doch ist die damit erreichbare Genauigkeit völlig genügend; denn im Allgemeinen ist die Distanz zwischen den einzelnen jungen Kernen doch recht bedeutend. In den Fig. 24, 23 und 25 sind sie außerdem einander noch dadurch näher gerückt als der Wirklichkeit entspricht, dass sie alle in die Ebene des Zeichenpapieres gezogen sind, während sie ja in Wahrheit in einer Kugel vertheilt liegen, und also eigentlich erst in einer gewissen Entfernung über resp. unter der Ebene des Papieres lokalisiert werden dürften. Ich glaubte aber von einer Darstellung der Flächenansicht der einzelnen Schnitte absehen zu dürfen, weil das unverhältnismäßig viel Raum einnehmen würde und ich mich andererseits der Hoffnung hingabe, dass meine Auseinandersetzung auch so verstanden werden wird.

Auffallen könnte vielleicht und eine gewisse Skepsis hervorrufen meine Angabe, dass die Fig. 15 und 26 zweien benachbarten Schnitten entstammen, den Schnitten 46 und 47 der Fig. 24. Allerdings ist Fig. 15 eine junge Kernanlage, Fig. 26 zeigt dagegen eine wohl ausgebildete achromatische Spindel mit den äquatorial gestellten Chromatinkörnchen und dieser Unterschied dürfte doch schon den Gedanken an eine nähere Beziehung der beiden Figuren zurückweisen; denn Kernfiguren, die sich getheilt haben, pflegen doch eine gleichaltrige und gleichmäßige Ausbildung zu haben. Außerdem liegen die beiden Figuren wohl auf benachbarten Schnitten und auch etwa gleich weit von der Peripherie entfernt, aber dennoch in einer ganz verschiedenen Region. Es ist nöthig, oft aber nicht ganz leicht, dass man einen bestimmten Punkt der Eiperipherie sich bei den einzelnen Schnitten bemerkt, um dieselben auch, von dort ausgehend, in richtiger Weise mit einander vergleichen

zu können. Hier war desswegen kein Irrthum möglich, weil die Eischale eingerissen war und sich an einer Stelle spiralig eingerollt hatte. Da lag nun auf dem einen Schnitte die Kernanlage in der Nähe der Spirale, auf dem zweiten Schnitte die andere gerade an der entgegengesetzten Seite, also durch einen Zwischenraum von der Länge des Eihalbmessers von der ersten getrennt.

Ähnlich ist es mit den Kernanlagen der Fig. 31 und 32, welche ebenfalls nicht auf einander bezogen werden können. Hier ist aber schon aus dem Grunde kein Irrthum möglich, weil der eine Schnitt (Fig. 31) in der Nähe des Centrums, der andere (Fig. 32) der Peripherie bedeutend angenähert ist.

Wollte man aber trotzdem immer noch zweifeln, dass die Kernanlagen getrennt von einander entstanden seien, so darf ich vielleicht noch einmal darauf hinweisen, dass ich niemals eine Theilung irgend einer Figur auf diesem Stadium habe beobachten können. Die Eier, nach denen die Schemata Fig. 24, 23, 25 entworfen sind, sind nicht die einzigen, die mir zur Untersuchung dienten, ich habe deren, wie ich glaube, eine genügende Anzahl geschnitten, um ein bestimmtes Urtheil fällen zu können.

Angenommen, die Protocyten seien nicht autochthon, sondern durch Theilung eines ersten Kernes entstanden, so ist klar, dass diese Theilung ungeheuer rapide erfolgen muss; denn das Ei im Uterus besitzt keinen Kern, die Eier Fig. 24, 25, 23 und andere nicht abgebildete haben schon eine größere Anzahl von Kernanlagen; diese sollen durch Theilung in der kurzen Zeit zwischen Ablage und Konservirung entstanden sein, also kann auf jedes Stadium nur sehr wenig Zeit entfallen, da alle Stadien durchlaufen sein müssen und zwar wiederholt, damit sich wie z. B. in Fig. 24 sechs neue Figuren bilden können. Dann frage ich aber, warum bekomme ich nicht einmal eine Tochtersternform zu Gesicht, warum nicht eine darauf folgende Halbiring des plasmatischen Hüllnetzwerkes und damit die Trennung der Tochterkerne? Denn die von mir beobachteten Kernanlagen sind alle von einander getrennt. Die Ausbildung der Tochterfigur und die völlige Scheidung der Kerne und Plasmamassen erfordert doch die größten bei der Zelltheilung vorkommenden Umlagerungen (Auseinanderrücken der Chromatinsubstanz, Tochtersternform, Tochterknäuel, Tochterkern, Halbiring von Plasmazone und Netzwerk, Auseinanderweichen desselben und Dazwischenrücken von Dotterkugeln). Und gingen diese einzelnen Stadien auch noch so schnell vorüber, so ist doch zu erwarten, dass bei der großen Zahl der von mir beobachteten Kernanlagen doch einmal eines jener Stadien fixirt wäre und die Annahme, das Stadium der von mir öfter

beobachteten Äquatorialplatte verlief sehr langsam, ist hinfällig gegenüber der Thatsache, dass überhaupt nur so wenig Zeit gebraucht wird. — Wie soll ich ferner die plasmatischen Netzwerke ohne und mit Chromatinkörnchen in unregelmäßiger Vertheilung erklären, die neben den Spindelfiguren und vacuolisirten Formen vorkommen (Fig. 45, 46, 20, 30)? Sie sind alsdann einfach räthselhaft.

Aber selbst wenn alle diese Fragen genügend beantwortet würden, wenn alles bei dieser Anschauung Zweifelhafte seine gute Erklärung fände, so wäre damit doch noch nichts gewonnen. Denn alsdann würde noch die schwerwiegendste Frage aufzuwerfen sein, diejenige nämlich, wie jener erste Kern entstehe, der alle die übrigen durch Theilung erzeuge? Wir wären damit immer noch auf demselben Standpunkte; denn es ist theoretisch völlig gleichgültig, ob der Nachweis einer freien Kernbildung nur für einen oder für mehrere Kerne gelingt. Das Vorhandensein einer freien Kernbildung ist schon damit gegeben, dass in dem Ei vor der Ablage die Andeutung eines Kernes gänzlich fehlt, während später wohl ausgebildete Kerne in größerer Zahl wieder vorhanden sind.

Ob nicht das Auftreten mehrerer Protocyten mit dem Eindringen einer größeren Anzahl von Spermatozoen in das Keimbläschen in Zusammenhang steht, lässt sich einstweilen noch nicht entscheiden.

Geschichte der Protocyten.

Die Protocyten beginnen nun alsbald nach ihrem Entstehen, aber nur für kurze Zeit, sich durch indirekte Kerntheilung zu vermehren. Eier vom vierten Tage zeigen die Kerntheilungsfiguren in reichlicher Menge. Die Knäuelform mag durch den in Fig. 43 unten dargestellten Kern repräsentirt sein: die chromatische Substanz hat sich wieder in Form von Kügelchen gesondert, von einer Membran ist nichts wahrzunehmen. Der Kern tritt damit gewissermaßen in eine rückläufige Metamorphose ein; denn die Ähnlichkeit zwischen Fig. 43 und andererseits Fig. 33 und 42 ist unverkennbar, die neuen Kerntheilungsfiguren färben sich jedoch meist intensiver.

Die chromatischen Körnchen ordnen sich alsdann weiter zu einer schönen uniseriellen Äquatorialplatte, wie sie Fig. 44 bei K_1 gezeichnet ist. Gleichzeitig mit dem Auftreten der Äquatorialplatte fließt das vorher (Fig. 44 unten) ganz unregelmäßig strahlenförmige Plasma zu einer solchen Anordnung fort, dass es einen annähernd spindelförmigen Umriss bekommt (Fig. 44 K_1). Unregelmäßigkeiten kommen in die Figur durch die an das umgebende Netzwerk abgehenden Ausläufer, so wie durch Dotterkugeln, welche die Ausbreitung des Plasmas ver-

hindern. Achromatische Fäden habe ich auch hier nicht bemerken können.

Rasch tritt nun eine Halbiring der Chromatinkugeln ein, in welcher Weise, habe ich vorläufig noch nicht untersucht. Wahrscheinlich ordnen sich die anfänglich nur eine Reihe bildenden Kugeln nun in deren zwei und diese beiden Körnchengruppen rücken aus einander. Sie bleiben dabei in einer Linie neben einander stehen, meist ist dieselbe schwach gebogen (Fig. 43 oben, Fig. 44 K_2), sonst aber von großer Regelmäßigkeit. — Wie die Chromatinkörnchen aus einander rücken, verbreitern sich auch die Enden der Spindel, denen dieselben zuwandern. Es fließt zweifelsohne das Plasma mit in der Richtung, welche die Körnchen einschlagen. Ob letztere nur vom Plasma mitgeführt werden oder eine Eigenbewegung haben, lässt sich wohl nur schwer entscheiden. Für eine gewisse Eigenbewegung dürfte Fig. 43 (oben) sprechen: die Chromatinkugeln sind hier an der dem Ziele zugewandten Seite abgerundet, an der abgewandten zugespitzt; der von ihnen bereits zurückgelegte Weg wird markirt durch feine Streifen, die vom Hinterende der Körnchen ausgehen; vor ihnen ist nichts dergleichen zu erkennen.

Wie die chromatische Substanz gewissermaßen das Centrum bildet, zu dem sich der umhüllende Plasmahof nach allen Richtungen kreisförmig zu stellen strebt, so muss das Plasma, um im Bilde zu bleiben, allmählich auch bei den nun in doppelter Zahl vorhandenen Attraktionscentren zur Form einer Doppelkugel sich umwandeln. Wie diese Doppelkugeln mit dem centrifugalen Marsch der Chromatinkörner so zu sagen aus einander herausgehen, so tritt zwischen ihnen eine Einschnürung des Plasmas ein, sobald die chromatischen Massen um mehr als um die Länge des Kugelhalbmessers sich von einander entfernt haben, eine völlige Trennung, sobald deren Entfernung mehr als der Kugeldurchmesser beträgt. Natürlich wird in Wirklichkeit eine derartige Kugelform niemals vorhanden sein, da die mannigfaltigsten inneren und äußeren Umstände auf deren Gestalt modificirend einwirken; doch kann man sie für eine schematische Betrachtung wohl in Verwendung nehmen.

Da die Färbung nicht immer derartig gelingt, dass man die Protocten und deren Jugendzustände von den durch Theilung aus ihnen hervorgegangenen Zellen unterscheiden kann, so wage ich über die Zahl derselben nichts Bestimmtes anzugeben. Ob deren 10 oder 100 sich neu bilden, ist ja aber auch von mehr untergeordneter Bedeutung und würde ich wohl vollständig zufrieden sein mit dem Urtheile, dass mir der Nachweis der spontanen Entstehung einer Anzahl von Protocten gelungen sei.

Ebenfalls könnte ich nur Vermuthungen darüber äußern, wie oft eine derartige Verdoppelung der jungen Kerne durch indirekte Theilung eintritt. Jedenfalls kann es nicht sehr oft geschehen; denn nach dem sechsten, bei manchen Eiern schon nach dem vierten Tage habe ich bisher niemals mehr an den Dotterzellen eine solche Theilung beobachten können, wie sie bei den jüngeren Eiern die Regel bildet. Es wird diese Angabe aber um so glaubwürdiger erscheinen, wenn ich hervorhebe, dass ich von älteren Eiern eine viel größere Zahl untersucht habe, als von den betreffenden jüngeren, dass ferner ältere Eier sich bedeutend besser färben und schneiden lassen als jüngere und daher um so eher das erkennen lassen würden, was ich an den in ganz gleicher Weise behandelten jüngeren Stadien mit genügender Deutlichkeit beobachtet habe.

Aus den indirekten Theilungen resultirt schließlich ein Kern, wie ich ihn in einem ziemlich großen Exemplare aus einem Ei vom fünften Tage dargestellt habe (Fig. 65). Er ist scharf begrenzt, färbt sich mit Karmin und Hämatoxylin intensiv und lässt in seinem Inneren außer einigen hellen, vacuolenartigen Stellen keine weitere Struktur erkennen. Der umgebende Plasmahof ist auch viel deutlicher geworden und nimmt meist ebenfalls einen geringen Farbenton an. Färbt man mit Eosin-Hämatoxylin, so wird der Kern blau, das Plasma dagegen roth gefärbt (Fig. 50, 51, 52).

Theilungen werden von solchen Kernen noch reichlich vorgenommen, aber nur noch auf direktem Wege. Wie der ruhende Kern, abgesehen von den kleinen Vacuolen, von einer feineren Struktur nichts erkennen lässt, so bieten auch die Theilungsstadien keinerlei Anhalt dafür, dass irgend eine Sonderung und Umlagerung seiner Bestandtheile stattfände. Es wäre ja möglich, dass mit Hilfe von bisher noch nicht benutzten Reagentien sich Veränderungen der feineren Struktur nachweisen ließen; jedenfalls ist einstweilen davon noch nichts bekannt. Auch BLOCHMANN (43) betont bei der direkten Kerntheilung in der Embryonalhülle der Skorpione, dass keinerlei Veränderungen der Kernstruktur bemerkbar seien¹.

Ich will hier einschalten, dass die folgende Beschreibung meist nach Eiern angefertigt wurde, welche schon mehr oder weniger vollständig von der Blastodermschicht bedeckt waren. Die normale Gestalt eines ruhenden Kernes mag annähernd kugelig sein, wie Fig. 55 zeigt. Dieses Ei war durch Übergießen von kochender, $\frac{1}{2}\%$ iger Chromsäure

¹ BLOCHMANN (43, p. 482): »Das Kerngerüst zeigt bei den in Theilung befindlichen Kernen genau dasselbe grob netzmaschige Aussehen, wie in den Kernen vor und nach der Theilung.«

gehärtet und wurde von mir ohne nachfolgende Alkoholbehandlung in RANVIER'S Pikrokarmine zerdrückt und sogleich untersucht. Es wäre möglich, dass der an einer Seite des Kernes bemerkbare, schwache Auswuchs (Fig. 55a) ein fixirtes Pseudopodium wäre und dass der Kern also amöboide Bewegungen im lebenden Zustande ausführte. Darauf würde auch die öfter unregelmäßige Gestalt des Kernes hindeuten. Amöboide Bewegungen des Kernes hat FROMMANN (29) am lebenden Krebsblutkörperchen beobachtet (p. 288), WITLACZIL (400, p. 566), vom ausgebildeten Ei der Aphiden, BRANDT (48, p. 172) von reifen Eiern von *Clothilla*, von jungen Eianlagen der Schabe, von *Holothuria*, *Ascaris nigrovenosa* und *Limnaeus* (47, p. 590), ferner SELENKA (88, p. 8, 9) vom Eikern von *Toxopneustes variegatus* beschrieben. Als amöboid bezeichnet die Zellen im Eidotter von *Pieri crataegi* und *Porthesia chrysoorrhoea* N. BOBRETZKY (15, p. 499) und auch V. GRABER (32) spricht (p. 634) von »Amöboidzellen«, die er bei *Lina*, *Pyrrhocoris*, Schmetterlingen u. A. schon vor der Anlage des Blastoderms gefunden hat, so wie auch noch nach vollzogener Bildung der Keimhaut bei allen mit richtiger Methode darauf hin untersuchten Insekten. Schließlich steht ja bis jetzt auch nichts im Wege, die im Folgenden noch näher zu besprechende direkte Theilung eine aufs äußerste getriebene amöboide Bewegung zu nennen.

Schickt sich der Kern zur Theilung an, so geht er aus der runden Form in eine längliche über (Fig. 65) und beginnt dann, sich in der Mitte einzuschnüren und die Gestalt einer Hantel anzunehmen. Fig. 54 stellt eine solche Figur von großer Regelmäßigkeit vor, gewöhnlich hat dieselbe eine viel weniger symmetrische Gestalt. Fig. 51 lässt noch die Eigenthümlichkeit erkennen, dass der Verbindungsstiel der beiden Hantelkugeln wie hohl aussieht. Er hat eine doppelt kontourirte Begrenzungslinie, der Inhalt der Endanschwellungen ist nach diesem Hohlraume zu scheinbar abgegrenzt. Mit Sicherheit kann ich mich darüber nicht aussprechen, da die Gebilde zu klein sind, so dass man selbst mit Hilfe einer Ölimmersion nicht ganz ins Klare kommt. — Sollte nun so die flüssigere Inhaltsmasse des Kernes schon centrifugal in die beiden Endanschwellungen hingeströmt sein, so erfordert die völlige Resorption des Trennstückes doch noch längere Zeit. Während die Tochterkerne schon weit aus einander gerückt sind, ist immer noch ein verbindender Faden vorhanden, der wohl wie gekörnt aussieht (Fig. 49); der Faden wird zarter und zarter (Fig. 54) und verschwindet schließlich ganz.

Es ist nun aber durchaus nicht nöthig, dass sofort nach der Trennung der Kerne auch eine Halbierung des Plasmahofes eintritt. Es ist

eben nicht zu vergessen, dass wir es hier im Ei durchaus nicht mit scharf abgegrenzten einzelnen Zellen zu thun haben, sondern genau genommen nur mit einem vielkernigen Syncytium. So ist es denn gar nicht selten, dass man in einer plasmatischen Ansammlung drei, vier (Fig. 37 *dz*), sechs (Fig. 56) oder auch noch mehr getrennte Kerne antrifft. Auch pflegen sich die Kerne durchaus nicht immer in der Weise zu theilen, dass genau gleich große Portionen resultiren, sondern öfter hat das Ganze mehr den Anschein eines Knospungsvorganges: vom Kern schnüren sich kleinere Partien ab. Dann erhält man wohl solche Bilder wie in Fig. 37 *dz*.

Hier hat der Kern bereits drei Theilstücke abgegeben und seine Größe und gestreckte Gestalt lässt vermuthen, dass er sich noch einmal zerschneiden will. Beachtenswerth ist wohl noch das, dass die Theilstücke, mögen sie nun durch Halbiring oder durch Knospung des Mutterkernes entstanden sein, gar nicht so sehr an Größe differiren.

Die Theilung des Plasmahofes nimmt ihren Anfang in der Regel erst dann, wenn die neuen Kerne bereits gebildet sind, zuweilen jedoch sind ihre Anfänge bereits zu erkennen, während die Kernhälften durch einen Verbindungsfaden noch vereinigt sind. Ähnlich wie bei der Zellplattenbildung im Pflanzenreich wird auch hier die Lage der Scheidewand durch feine Körnchen bezeichnet, welche sich senkrecht zu der früheren Verbindungslinie der beiden Kerne aufstellen (Fig. 52, 53). Diese Körnchen mögen wohl die Richtung angeben, in welcher die Durchschnürung stattfinden wird, wie es Fig. 57 darstellt; denn der Gedanke ist natürlich abzuweisen, dass sie hier die Substanz bildeten, aus der eine Membran sich niederschläge, wie es bei den Pflanzen geschieht. Unsere Zellen sind nackt und bleiben es auch nach der Theilung; durch pseudopodienartige Fortsätze stehen sie ohne Unterschied auch dort mit dem plasmatischen Netzwerke wieder in Verbindung, wo die Geschwisterzelle von ihnen gewichen war.

Während unsere Kerne recht häufig in einer gemeinsamen Plasmazone vereinigt liegen, findet man Trennungsstadien des Plasmas, wie ich sie im Vorhergehenden beschrieben habe, nur nach langem Suchen. Man ist daher entweder zu der Annahme gezwungen, dass zwar die Kerne in fortlaufender Theilung begriffen sind, das Plasma aber erst nach längerer Ruhepause zu einer sehr rasch verlaufenden Halbiring übergeht, oder man muss glauben, dass die bald eintretende Herbst- und Winterkälte hemmend auf die Bewegungen wenigstens des Plasmas einwirke.

Anlage des Blastoderms.

Ehe die indirekten Theilungen der Dotterzellen im Inneren des Eies beendet sind, wird auch mit dem Baue des künftigen Ektoderms begonnen. Auch hier muss ich betonen, dass ich in einem zwar nur kleinen, aber doch vielleicht nicht unwesentlichen Punkte von den bisherigen Bearbeitern der Insektenentwicklung abweiche. Man findet nämlich regelmäßig die Angabe, dass Dotterzellen an die Oberfläche des Eies emporwanderten und dort sich zu dem äußeren Blatte des Embryo zusammenfügten. Es bleibt dabei unerklärt, in welcher Weise die Dotterzellen die doch mehr oder weniger abweichende Gestalt der Oberflächenzellen annehmen. Wie ich hoffe, wird die Formumwandlung der Zellen für unser Thier durch die folgenden Mittheilungen leichter verständlich werden.

Ich habe niemals bemerkt, dass fertige Dotterzellen sich der oberflächlichen Zellschicht eingefügt hätten, und glaube auch nicht recht, dass es hier vielleicht ausnahmsweise einmal vorkommen könnte. Der Grundstein für das äußere Blatt wird in der Weise gelegt, dass die oberflächlichen Dotterzellen, wie sie in Theilung übergehen wollen, sich senkrecht oder etwas geneigt (Fig. 44) gegen die Eiperipherie stellen. Die chromatische Äquatorialplatte (K_1) wird in derselben Weise, wie im Inneren des Dotters halbirt und aus den neu entstandenen beiden Reihen von Chromatinkörnern (K_2) gehen zwei neue Kerne hervor, von denen der innere wieder zum Kern einer Dotterzelle wird, während der äußere mehr und mehr sich dem Eirande nähert und mit Hilfe eines kleinen Plasmahofes sich zu einer Blastodermzelle umbildet. Die innere Zelle wird zu einem Ebenbilde derjenigen Zelle, von der sie herkommt, die äußere nicht, sie schlägt aus der Art. Offenbar sind es lediglich die äußeren Einflüsse, welche ihr eine abweichende Gestalt geben, nicht irgend welche ihr inne wohnenden geheimnisvollen Bildungskräfte; denn ich zweifle nicht daran, könnte man die Theilungsfigur zeitig um 180° um sich selbst drehen, so würden die entstehenden neuen Zellen nicht nur die Plätze, sondern auch die Rollen getauscht haben.

An den beiden Chromatinplatten der Tochterkerne ist noch keine Differenz nachzuweisen, sie tritt erst ein, wenn diese sich in die fertigen Kerne umbilden. Ich vermute, dass die künftige Blastodermzelle ihre von der Mutterzelle abweichende Form den Veränderungen in der Ernährung und Athmung verdankt. Die Dotterzellen sind allseitig von der ernährenden Flüssigkeit umgeben, nur mit Ausnahme derjenigen Stellen ihrer Oberfläche, an denen sie die pseudopodienartigen Ausläufer entsenden; die Dotterkugeln ergänzen durch ihre Zersetzung das Ver-

brauchte. Dagegen ist der Zutritt von Sauerstoff mehr erschwert; das Lebensgas muss erst eine mehr oder weniger dichte Schicht passiren, ehe es die Dotterzellen erreicht; zu diesen kommt nur so viel davon, als die Blastodermzellen oder das periphere plasmatische Netzwerk durchlässt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den Blastodermzellen. Diese schwimmen gewissermaßen nur auf der sie ernährenden Substanz, sie können demnach auch nur an der Unterseite Nahrungsbestandtheile aufnehmen. Ihre Oberseite grenzt dagegen unmittelbar an die Luft; denn von der jedenfalls für Luft durchlässigen Eischale können wir hier absehen. Es kann also die Blastodermzelle so viel Sauerstoff aufnehmen, als ihr beliebt; sie ist nicht von der größeren oder geringeren Sauerstoffbedürftigkeit über ihr liegender Plasmatheile eingeschränkt.

Meiner Meinung nach ist es demnach die verhältnismäßig verminderte Ernährungsgelegenheit und gleichzeitig die Zunahme von Sauerstoff, welche die Abweichungen in der Form der Oberflächenzellen bestimmen, aber nicht nur überhaupt das Vorhandensein jener beiden Bedingungen, sondern auch ihre vorwaltend einseitige Einwirkung, die eine von unten, die andere von oben die Zellen beeinflussend. Dass dieselben aber gerade die vorliegende und keine andere Gestalt annehmen, das ist natürlich durch eine dem Plasma unseres Thieres inwohnende Kraft verursacht, durch eine Bildungskraft, welche, zwar den äußeren Bedingungen gemäß, aber doch nach inneren Gesetzen die Zelle formt. Eine junge Blastodermzelle besitzt Anfangs noch eine unregelmäßige Sternform (Fig. 37 *bl*). Der Kern ist als solcher kaum abgegrenzt und weiß ich nicht, ob man ihm hier schon eine eigene Membran zuschreiben darf. Er enthält eine Anzahl größerer und viele kleinere färbbare Chromatinkörnchen und an deren Verbreitung kann man die Ausdehnung des Kernes erkennen. Danach ist der Kern verhältnismäßig sehr groß und nimmt den größten Theil der Zelle ein.

Wie die Zelle älter wird, schmiegt sie sich der Eioberfläche dichter an und erscheint dann schließlich im Querschnitt etwa spindelförmig, doch ist die der Eimitte zugewandte Seite gewöhnlich stärker gewölbt als die äußere (Fig. 60—63). Da die Flächenansicht eine ovale (Fig. 64) bis rundliche Figur (Fig. 61) zeigt, so kann man die Gesamtform der Zelle wohl der einer Linse vergleichen. Die Zelle ist bedeutend vacuolisirt, nur der Kern ist von einer dünnen Lage von Plasma eingehüllt, im Übrigen trennt letzteres nur noch in Form von Strängen und Bändern die Vacuolen. Durch plasmatische Verbindungsstränge stehen die Blastodermzellen einerseits unter einander, andererseits mit dem Geflecht der

Dotterzellenausläufer in syncytialer Verbindung. — Ob eine Vermehrung der so ursprünglich durch indirekte Theilung an die Oberfläche beförderten Zellen später auch durch direkte Theilung der Dotterzellen stattfindet, ist mir nicht ganz gewiss geworden, da ich überzeugende Bilder dieses Vorganges nie erhalten habe. Allerdings könnte Fig. 48 vielleicht so gedeutet werden. Die Dotterballen mit ihren Dotterzellen treten unmittelbar an das Blastoderm hinan, an der der Peripherie zugewandten Seite fehlen die Dotterkugeln und an ihrer Stelle befindet sich ein plasmatisches Netzwerk (*p*). Unmittelbar an dieses grenzen die stark vacuolisirten Blastodermzellen (*bl*), so dass der Gedanke nahe liegt, letztere seien aus ersteren entstanden und aus der Lücke der Dotterkugeln an die Oberfläche des Eies geschlüpft. Doch möchte ich den Vorgang nur als möglich bezeichnen, da mir keine als sicher hinzustellende Übergänge vorgekommen sind.

Als ganz unzweifelhaft feststehend kann ich dagegen mittheilen, dass die Blastodermzellen sich durch Theilung vermehren und zwar in Richtung der Eiperipherie. Die Theilung geht vor sich unter Bildung der schönsten mitotischen Kernfiguren. Diese treten besonders zahlreich im Anfang der Blastodermbildung auf, am zahlreichsten finde ich sie an Präparaten, die von einem am 29. Oktober 1884 aufgefundenen und nach 6 Tagen, also am 4. November konservirtem Eihafen herrühren.

In Fig. 59 ist eine Blastodermzelle bei seitlicher Ansicht abgebildet. Der Kern ist im Ruhestadium; eine Membran ist an ihm nicht wahrzunehmen; er enthält außer einer großen Menge kleiner rothgefärbter Körnchen, deren größte seiner Peripherie anliegen, noch zwei Nucleoli. Das Häufigere ist aber wohl, dass nur ein Nucleolus vorhanden ist. Der Kern ist nur von wenig Plasma umhüllt. Sehr viel trifft man es, dass die Vacuolen gewissermaßen in zwei Stockwerken in der Zelle angeordnet sind, getrennt durch eine plasmatische Scheidewand (Fig. 59, 62, 63 *sch*). Doch kommen natürlich auch Abweichungen hiervon vor (Fig. 60).

Will eine Zelle sich theilen, so bemerkt man zunächst ein Verschwinden der feinen Granulirungen so wie des einen resp. der beiden Nucleoli. An deren Stelle sieht man in einer röthlichen Grundsubstanz dunkler gefärbte, ziemlich dicke, meist gebogene Fadenabschnitte vertheilt (Fig. 60), welche zwar wegen der Kleinheit der ganzen Zelle nur undeutlich sind und sich nur eine kurze Strecke verfolgen lassen, aber doch wohl als Bestandtheile eines bereits fertigen resp. noch in der Bildung begriffenen Fadenknäuels anzusprechen sind.

Ein weiteres Stadium liegt in Fig. 62 vor: die Chromatinsubstanz hat sich in deutliche Fäden gesammelt, sie sind intensiv gefärbt, während

die Umgebung keine Farbe mehr angenommen hat. So schön die Fäden als solche auch zu erkennen sind, so sind sie doch zu klein und sind auch so verflochten, dass ich nicht habe erkennen können, ob sie zu Schleifen vereinigt sind, oder nicht. Nach Analogie mit anderen Zellen zweifle ich aber nicht daran. Da nun die peripheren Fadenstücke freientendigen, so werden die Schleifenwinkel central liegen und hätten wir demnach die Sternform der Mutterzelle vor uns.

Weiter beginnen sich die Schleifen in zwei Theile zu sondern (Fig. 63); in dieser Figur hat die Metakinese noch nicht begonnen, sie tritt dagegen deutlich hervor in Fig. 64, wo sich die für die Tochterkernmassen bestimmten Chromatintheile schon völlig von einander getrennt haben. Im Gegensatz zu den soeben besprochenen Figuren, welche die Blastodermzellen in Seitenansicht darboten, haben wir in Fig. 64 ein Flächenbild vor uns. Die chromatischen Fäden strahlen von zwei Polpunkten aus, ihre Schleifenform ist zwar auch hier nicht zu sehen, wohl aber mit größter Sicherheit aus dem Habitus der Figur zu erschließen. Die Chromatinfäden sind nicht gleich lang, sie erstrecken sich an den von den Polen abgewandten Flächen ungleich weit vor, nicht jedoch an der polaren Seite. Eine feine zwischen den beiden Chromatinfiguren bemerkbare Körnelung rührt wohl von den im Allgemeinen bei der hier angewandten Methode nicht sichtbaren achromatischen Fäden her.

Nun tritt die rücklaufende Metamorphose in den Tochterkernfiguren ein. Wie dieselben weiter aus einander rücken, wandelt sich die Sternform in die Knäuelform der Tochterkerne zurück (Fig. 66). Die Knäuelform ist kantig ausgebildet; sie hat ein ähnliches Aussehen wie der Mutterknäuel in Fig. 60, eine röthliche Grundfarbe mit dunkleren in ihrem Verlaufe nicht zu verfolgenden, verhältnismäßig derben Fäden. Eine deutliche direkte Verbindung zwischen diesen beiden Figuren ist nicht mehr wahrzunehmen. Fig. 66 zeigt auch, dass die Zellkörper selbst sich trennen wollen. Die Trennung wird bewerkstelligt durch eine Furche, welche in der Mitte zwischen beiden Kernfiguren die Zelle ringförmig eindrückt. Über der Furche lagert noch eine große Vacuole. Es scheint, als wenn diese, durch ihre Lage und Größe ein Hindernis für die Trennung bildend, aus der Zelle ausgeschaltet werden sollte; denn der sie einschließende Plasmastreifen ist, mit den übrigen Plasmastreifen verglichen, nur sehr zart.

Überhaupt sind die Vacuolen Schuld daran, wenn der Kern und demgemäß auch die Kernfiguren nicht eine genau symmetrische Lage zu dem Zelleibe einnehmen (Fig. 59, 60, 62—64). Der Inhalt der Vacuolen besteht wohl aus einer fettartigen Masse (worüber noch weiter

unten), den Zersetzungsprodukten der Dotterkugeln, ja gelegentlich bemerkt man noch ein in Umwandlung begriffenes Dotterkugelchen in einer großen Vacuole der Blastodermzelle. Der Vacuoleninhalt ist demnach todt und setzt vermöge seiner verhältnismäßig ziemlich bedeutenden Masse den Bewegungen der Plasmastränge einen erheblichen passiven Widerstand entgegen. Doch ist bei der Theilung die Kraft des Plasmas groß genug, eine solche Vertheilung zu bewirken, dass die entstehenden Tochterzellen an Größe nicht erheblich von einander abweichen (Fig. 66).

Ein Umstand ist noch beachtenswerth und, wie ich glaube, bei näherer Überlegung auch wohl zu verstehen. Ich meine die Thatsache, dass die Blastodermzellen ihr Dasein einer Theilung in radiärer Richtung verdanken, während sie selbst sich nur in peripherer Richtung vermehren. Die Stellung der die Blastodermzellen abgebenden Theilungsfiguren der Dotterzellen kann man im Allgemeinen als radiär bezeichnen, wobei wohl dem Athmungsbedürfnis, dem Verlangen nach Sauerstoff die richtende Kraft beizumessen ist. Man dürfte diese Kraft wohl als eine Anziehungskraft bezeichnen. Theoretisch würde demnach auch nichts im Wege stehen, wollte man vermuthen, dass z. B. aus beiden Tochterhälften in der Fig. 44 bei K_2 direkt Blastodermzellen würden; denn die Theilungsfigur ist von der radiären Lage abgewichen (wenn wir die in der Figur angegebene Stellung für natürlich und nicht durch die Konservirung hervorgerufen halten). Es trifft also der radiäre Zug auch die abgewandte Hälfte der Theilungsfigur und vermag sie an die Peripherie zu locken, ohne dass die zugewandte Hälfte sich hindernd in den Weg stellte. Ein solcher Vorgang ist sehr wohl möglich, nur habe ich ihn nicht beobachtet.

Die Theilungsebene, die bei der radiären Stellung der Figur der Oberfläche parallel liegt, würde sich also um 90° gedreht haben und nun eine radiäre Richtung zeigen. Eine derartige radiäre Richtung der Theilungsebene haben stets die Blastodermzellen; ihre Theilungsfigur steht zu der ihrer Mutterzellen im rechten Winkel. So weit ich es bisher beobachtet habe, theilen sich eben die Blastodermzellen nur in Richtung der Peripherie. Worin hat das seinen Grund? Warum geben diese Zellen nicht ebenfalls einmal nach der Richtung Dotterzellen ab, aus der sie selbst an die Oberfläche gestiegen sind? Die Möglichkeit, dass nach außen hin Zellen abgesandt würden, können wir schon aus dem Grunde außer Acht lassen, weil die Mutterzelle schon die erreichbar äußerlichste Lage einnimmt. Weiter hinaus können die Derivate nicht gelangen, ohne dass ihr Zusammenhang mit dem Embryo verloren ginge. Es kann demnach das äußerste Theilstück nur die Lage der Mutterzelle einnehmen resp. beibehalten,

darüber hinaus giebt es nichts. Damit wären wir aber bei dem andern Falle wieder angekommen, dass nämlich das innere Theilstück in der Richtung nach dem Centrum des Eies abgeschieden würde.

Abgesehen davon, dass alsdann die Zelle sich in eine an Sauerstoff ärmere Region begeben würde, erkläre ich mir das Nichtvorkommen dieser Theilungsart so: eine sich theilende Zelle wird der Regel nach sich in der Weise theilen, dass die Tochterzellen einander, so wie auch der Mutterzelle ähnlich sind. Zwingende Gründe können hierin natürlich Variationen hervorrufen, wie wir einen solchen z. B. schon bei der Anlage des Blastoderms kennen gelernt haben. Soll eine möglichst vollkommene Ähnlichkeit der Tochterzellen erreicht werden, so muss nicht nur der Inhalt der Mutterzelle halbtirt werden, sondern auch die Lebensbedingungen müssen eine entsprechende Theilung erfahren. Sollen die Tochterzellen einander und der Mutterzelle gleichen und gleich bleiben, so muss dieselbe Anforderung an die äußeren Verhältnisse gestellt werden.

Wie wir oben sahen, wirken die äußeren Lebensbedingungen in der Weise auf die Blastodermzellen ein, dass die Ernährung von unten her, die Athmung von oben her stattfindet. Soll den Tochterzellen dieses Verhältnis in gleicher Weise überliefert werden, so kann das nur dadurch geschehen, dass die Theilungsebene eine radiale Richtung hat, d. h. dass die Theilung in der Richtung der Peripherie stattfindet. Das ist nun ja auch in der That hier der Fall. — Außerdem mag die oben schon gewürdigte Anziehungskraft des Sauerstoffes, oder das Streben nach den günstigsten Athmungsbedingungen mitwirken, die eben erwähnte, in der Zelle liegende Tendenz zu bestärken und die Tochterzellen an die Oberfläche des Eies zu fesseln.

Wie so vielfach bei der Entwicklung der Arthropoden, wandern auch hier die sich bildenden Blastodermzellen besonders nach der einen Seite des Eies, theilen sie sich auch dort mit besonderer Lebhaftigkeit. — In Fig. 64 führe ich noch ein Stück des Blastoderms eines elf Wochen alten Eies vor, welches von mir am 25. Januar 1886 untersucht und gezeichnet wurde. Da man am frischen Präparat nicht viel sieht, so habe ich das Ei mit kochendem Wasser gehärtet, dann in HAMANN'schem Karmin zerdrückt und sofort untersucht. Es färben sich auf diese Weise die Kerne sowohl der Dotterzellen als auch der Blastodermzellen sofort sehr schön, das Blastoderm bleibt meist in Stücken in Zusammenhang und ein solches Stück ist in Fig. 64 abgebildet. Die Kerne treten deutlich hervor; sie enthalten eine große Menge feiner gefärbter Granulationen und einen deutlichen Nucleolus. Die Zellkörper färben sich nur wenig, am wenigsten dort, wo sie an einander grenzen. Sonst habe ich

keine distinkte Zellgrenze bemerkt. Die Zellen enthalten eine beträchtliche Anzahl größerer und kleinerer tropfenförmiger Vacuolen, von denen die größeren sich besonders gern kranzförmig um den Kern gruppieren (Fig. 64 *v*). Sie bestehen zweifelsohne aus Fett oder aus einer fettartigen Substanz; denn auf Schnitten, wo also die Eier mit Fett auflösenden Mitteln, wie Alkohol, Chloroform oder Terpentinöl behandelt waren, ist von ihnen nichts mehr zu bemerken. Die auf solchen Schnittpräparaten vorhandenen Vacuolen mögen wohl meistens ihnen ihren Ursprung verdanken.

Über den Dotter.

Die frischen Eier, einfach zerdrückt und untersucht, zeigten folgendes Verhalten der Dotterelemente. Vorhanden war eine große Anzahl kleiner, homogener, stark lichtbrechender Dotterkugeln von 0,00264—0,00528 mm Größe (Fig. 58*a*). Ebenfalls in beträchtlicher Zahl waren größere Dotterkugeln von 0,03—0,04 mm Größe zu bemerken (Fig. 58 *c—h*), während Übergangsformen (Fig. 58 *b*) zwischen den kleinen und diesen großen Elementen nicht ganz so häufig waren. Die großen Kugeln waren für gewöhnlich nicht einfach homogen, obgleich auch solche vorhanden sind, sondern enthielten entweder einen (Fig. 58 *c*) oder mehrere (Fig. 58 *d*) gekörnte, zellkernartige Ballen von etwa 0,00956 mm Größe, oder homogene, rundliche, abgerundet eckige, oder halbmondförmige Klumpen von stärkerem Lichtbrechungsvermögen in größerer (Fig. 58 *f*) oder geringerer Zahl (Fig. 58 *e*) in ihrem sonst homogenen Inhalte, — oder es fand das Umgekehrte statt, die Dotterkugel war durchweg fein gekörnelt und schloss nun eine helle, homogene Kugel excentrisch ein (Fig. 58 *g*), oder enthielt eine ziemlich große Anzahl nicht genau rundlicher, homogener Körperchen von etwa 0,00528 mm Größe (Fig. 58 *h*). Mit Hilfe besonders der letztgenannten Inhaltsmassen lässt sich ein Rückschluss auf die Konsistenz des übrigen Inhaltes der Dotterkugel machen. Man bemerkt nämlich häufig, dass die geformten Körper plötzlich in der Kugel zu kreisen beginnen und in gemächlichem Zuge, parallel der Peripherie der Dotterkugel, dahingleiten. Auch die feinen Körnelungen nehmen an dieser Bewegung Theil. Hieraus folgt, dass der Inhalt der Dotterkugeln eine Flüssigkeit ist, welche nach außen von einer Membran begrenzt wird.

Lässt man das zerquetschte Ei eintrocknen, so verschwinden die kleinen Dotterkugeln völlig und lassen an ihrer Stelle eine feine, hauchartige Trübung des Objekträgers zurück, die Dotterelemente mit den stark lichtbrechenden Theilen im Inneren lassen diese, so wie die zu einem Polygon zusammenschrumpfende Membran noch ziemlich

deutlich erkennen, die Kugeln mit kernartigem Binnenkörper verlieren ihre scharfe Umgrenzung, der Pseudokern verschwindet, an Stelle des Dotterelementes tritt dem Beobachter ein rundlicher, gekörnelter Fleck entgegen.

Alle die oben genannten Erscheinungen treten besonders deutlich nach einigen Minuten hervor, wenn die Anfangs zähe, zusammenschließende Eimasse sich mehr auszubreiten beginnt und die einzelnen Theile aus der Lage über einander mehr neben einander gebracht werden und schließlich ein Druck des Deckglases auf die größeren Kugeln stattfindet. Ein solcher, möglicherweise vorhanden gewesener Druck ist daher auch bei den oben mitgetheilten Größenangaben der Dotterelemente in Erwägung zu ziehen. — Dass die Dottermassen noch feucht liegen, bemerkt man an den Strömungen, welche wohl in Folge der Verdunstung in der Substanz eintreten. Dass die Dotterkugeln in einer festeren Wandung eingeschlossene Flüssigkeitsmassen sind, erkennt man auch daran, dass sie beim Durchgleiten zwischen Luftblasen sich stark zusammendrücken unter entsprechender Verlängerung, um sich nach Passirung des Engpasses wieder zu einer Kugel resp. runden Scheibe umzuformen. Eine ganz ähnliche Mittheilung hat jüngst PH. OWSIANNIKOW (72) über die Dotterkörperchen der Eier von *Osmerus eperlanus* gemacht (p. 43).

Außer den genannten geformten Dotterelementen ist aber jedenfalls noch eine ungeformte paraplastische Substanz vorhanden, welche mitsammt dem Protoplasma jene reichliche, etwas zähe, wasserklare Flüssigkeit bildet, in der die Dotterkugeln suspendirt sind. Sie ist es wohl, welche zuerst der Verdunstung unterliegt und dabei jene Strömungen verursacht. Lässt man weiter eindunsten, so verschwinden zunächst die großen Dotterkörner, schließlich die kleinen Kugeln. — Wird ein frisches Ei in FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure zerdrückt, so sind die Zellen und Zellkerne gut zu erkennen, die Dotterkugeln dagegen schrumpfen und werden angegriffen.

Bei Zusatz von Äther zu dem zerdrückten Ei wurden die Dotterkügelchen immer blasser und blasser, indem offenbar ihr größter Bestandtheil gelöst wurde. Von den Zellen war nichts zu entdecken. Nach Eintrocknung blieb nur eine Anzahl von feinsten Körnchen zurück, so wie feine Krystallnadelchen, welche sich wohl drusenartig zusammenlegten, indem sie kreuzförmig von einem Punkte ausstrahlten.

Ein Ei mit kochendem Wasser übergossen und dann in $\frac{1}{2}\%$ iger Kochsalzlösung zerdrückt, zeigt folgende Verhältnisse: die großen und kleinen Dotterkugeln sind stärker lichtbrechend und gefestigt. Im All-

gemeinen sehen sie homogen aus, doch zeigen erstere auch häufig noch die Körnelungen im Inneren. Die Dottermassen hängen vielfach ballenförmig zusammen, entsprechen je einer Zelle, welche sie umschließen. Die Zwischenräume zwischen den großen Dotterkugeln eines solchen Ballens werden von kleinen ausgefüllt. Das Plasma der Binnenzellen ist fein granulirt, der Kern stark lichtbrechend mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Auch das Blastoderm ist als feinkörniges Häutchen sichtbar, zeigt die gröber gekörnten Kerne mit stark lichtbrechendem Kernkörperchen und ist dadurch noch besonders auffallend, dass es, wie schon oben gesagt, eine große Menge der kleinen Dotterkugeln einschließt, welche meist in konzentrischer Lage den Kern der Zellen umgeben. Die Hitze des kochenden Wassers hat also in der Weise eingewirkt, dass das Plasma der Binnenzellen im Stande ist, die Dotterballen zusammenzuhalten, die bei Untersuchung des frischen Eies sofort ihren Zusammenhang verloren. — Die Untersuchung von mit kochender Chromsäure getödteten Eiern ergibt keine bemerkenswerthen Abweichungen hiervon.

In welcher Weise wirkt 80% iger Alkohol auf ein zerdrücktes, gekochtes Ei ein? Die großen Dotterkugeln scheinen nicht viel verändert, wohl aber die kleinen. Diese sind nicht mehr so stark lichtbrechend, zum Theil wohl ganz verschwunden. Sie beeinträchtigen besonders den Anblick des Blastoderms, welches nicht mehr so zierlich aussieht. Im Übrigen haben die protoplasmatischen Theile des Eies keine bemerkenswerthe Veränderung erfahren, sind vielleicht etwas deutlicher sichtbar. Dasselbe gilt von den Kernen.

An Schnittpräparaten zeigt der Dotter in Folge der intensiven Einwirkung der mannigfaltigsten Reagentien abweichende Strukturen. Homogen erscheint er in den Eiern, die mit kochendem Wasser gehärtet, mit Karmin unter guter Ausziehung, oder mit Eosin-Hämatoxylin bei langer Einwirkung gefärbt und sonst wie gewöhnlich behandelt waren. Der Einfachheit halber habe ich die Dotterkugeln daher in den Zeichnungen meist in dieser Gestalt vorgeführt. In anderen Fällen war vielfach das Centrum der Kugel in einer Ausdehnung von durchschnittlich der Größe des Halbmessers durch Karmin, oder bei Benutzung eines Anilinfarbstoffes durch diesen, intensiv gefärbt, während die Randzone ungefärbt geblieben war. An Stelle des tingirten, kugeligen Centrums kommen auch gefärbte Kugelausschnitte vor, welche dann durch helle Zwischenräume getrennt sind.

Weiter findet man Dotterkugeln, bei denen das Centrum ziemlich grob gekörntelt, der Rand gleichförmig geblieben ist, oder schließlich solche, welche nur noch eine schwache Umgrenzung besitzen, dafür

aber durch ihre ganze Masse eine feine Granulirung darbieten. Es ist das jedenfalls der Beginn der völligen Auflösung der Dotterkugeln; denn wie die Umriss schwächer werden, wie die Granulirung mehr und mehr verschwindet, gehen sie allmählich in einen anderen Stoff über.

Die Zersetzung beginnt, nach den Schnittbildern zu schließen, vom Rande her und braucht durchaus nicht gleich die ganze Masse der Kugel zu ergreifen. Sie äußert sich meist in der Weise, dass die Anfangs rundlichen Dottermassen sich zu Polygonen umgestalten und häufig auch flach konkave, scharfrandige Vertiefungen bekommen. Die Kugelabschnitte aus denselben gingen zunächst in eine feinkörnige Masse über, um alsdann ganz aufgelöst zu werden.

Auf den Schnittpräparaten, welche mit Chrom-Osmium-Essigsäure behandelt waren, zeigten sich die Dotterkugeln auf der der Peripherie des Eies zugewandten Seite in höchst eigenthümlicher Weise angefressen. Ich habe dieses Verhalten auf den Fig. 22, 26—28 etc. wiederzugeben versucht und wird man dort erkennen, dass ein Kugelabschnitt unter felsig zerklüfteter Ausnagung zerstört worden ist. — Ganz ähnlich sind die Dotterkugeln bei den mit PERENY'S Flüssigkeit gehärteten Eiern angegriffen (Fig. 24, 30). Es ist mir unbekannt geblieben, worauf diese einseitige und regelmäßige Auflösung der Dottersubstanz beruhen mag.

Was die Anordnung der Dotterelemente anbetrifft, so ist darüber zu sagen, dass sie in dem Uterusei in regelloser Weise ausgebreitet sind. Ich habe wenigstens nicht beobachten können, dass die Lage der großen und kleinen Dotterkugeln an irgend eine Bestimmung gebunden wäre. Nur der äußere Rand des Eies pflegt frei von ihnen zu sein, das plasmatische Netzwerk hält sie von der Oberfläche fern (vgl. Fig. 40).

Die erste wahrnehmbare Verschiebung stellt sich mit dem Auftreten der Protocyten ein. Vor ihnen müssen die Dottermassen zur Seite weichen. Sind dann mehrere Protocyten angelegt, so wuchert wohl das plasmatische Netzwerk von der Peripherie her etwas zwischen die Dottermassen hinein, aber eine Zerlegung derselben in Pyramiden oder dergleichen findet nicht statt.

Eine durchgreifende Gruppierung der geformten, paraplastischen Substanz tritt dann ein, wenn die Dotterzellen ihre völlige Ausbildung erreicht haben. Dann bilden sie die Attraktionscentren und greifen ordnend in das Gewirre der Dotterkugeln hinein. Um die Dotterzellen als Mittelpunkte sammeln sich die Dotterkugeln zu jenen, hier meist höchst regelmäßigen Figuren, welche als Dotterballen von anderen Thieren schon länger bekannt sind.

Die Dotterzelle ist auch hier zunächst erst von einem kleinen plasmatischen Netzwerke umgeben, dann folgt die Dotterschicht und zwar

meist in so symmetrischer Anordnung, dass der Ballen etwa die Gestalt einer Kugel besitzt. Diese Ballen haben eine Größe von 0,07—0,413 mm auf den Schnittpräparaten, das Häufigste ist ein Durchmesser von etwa 0,088 mm. Die großen Dotterkugeln liegen in einem gewöhnlich nur einfachen Kranze der Peripherie des Ballens innen an (Fig. 48 *gd*), dazwischen geschobene, kleinere Kugeln gruppieren sich meist zu so viel Lagen, dass sie die Dicke der größeren Körper erreichen (Fig. 48 *kd*). Zwischen den Dotterstücken eines jeden Ballens bemerkt man vielfach einige Maschen des plasmatischen Netzwerkes, welche aber für gewöhnlich nur bis zu dem Umfange des Ballens sich erstrecken (Fig. 48 *mn*). Es ist somit ein jeder Ballen wohl individualisirt, doch tritt hier und da das plasmatische Netzwerk auch noch über den Umfang des Gebildes hervor (Fig. 48 *gn*), einen Zusammenhang des gesammten Einhaltes vermittelnd. Völlig selbständig sind demnach die Dotterballen nicht.

Eines ist sehr merkwürdig und mag zur Veranschaulichung der Individualität der Dotterballen dienen. Wie wir oben sahen, sind die einzelnen Dotterkugeln nachgiebige Gebilde, welche ihre Form leicht verändern können: sich selbst überlassen, werden sie meist kugelige Gestalt annehmen. Aus solchen Kugeln erweisen sich die Dotterballen zusammengesetzt in einem mit kochendem Wasser erhärteten und dann unter Zerdrücken in $\frac{1}{2}\%$ iger Kochsalzlösung untersuchten Eie. Anders auf Schnittpräparaten (Fig. 48). Die Schrumpfung, die das Ei gleich durch die Konservirung mit Alkohol erfuhr, ist nur der äußere Ausdruck für die Kontraktionen, welche besonders die Dotterballen im Einzelnen erfahren hatten. Die Dotterkugeln eines jeden Ballens sind in ihrer Gesammtheit auf einen engeren Raum zusammengepresst und haben dadurch an einander eine Abplattung erlitten. Andererseits ist aus diesem Verhalten zu erkennen, wie weit doch die Individualität der Dotterballen ausgebildet ist. Die Dotterkugeln sind nicht in der Richtung nach dem Mittelpunkte des Eies, sondern stets nach derjenigen Dotterzelle hin zusammengedrückt, zu der sie gehören. So kommt es denn, dass zwischen den Dotterballen sich noch mehr oder weniger große Zwischenräume befinden können.

Fig. 35 zeigt das oberflächliche Bild eines in Dotterballen zerklüfteten Eies. Die Ballen, an denen man bei scharfem Zusehen auch die Zusammensetzung aus Dotterkugeln erkennen kann, geben dem Gesammtei die Gestalt einer Maulbeere. Das Ei, nach welchem die Zeichnung Fig. 35 entworfen wurde, ist zwei Monate alt, war von mir in Boraxkarmin gefärbt und in Bergamottöl aufgehellt.

Man findet nun aber die Dotterballen nicht immer in der typischen

Ausgestaltung vor, die ich soeben besprochen habe. Vielfach sind dieselben durch Aufhäufung zahlreicherer Dotterkugeln einerseits vergrößert, andererseits aber auch unregelmäßiger gestaltet. Weiteren Anlass zu Abweichungen von der Norm bieten die Theilungen, welche die Dotterzellen vornehmen; denn mit dem Auseinanderweichen der neuen Zellen treten natürlich auch erhebliche Umlagerungen in dem Dottermantel auf. An anderen Eiern wiederum ist überhaupt von Dotterballen nichts zu sehen. Solchen ist aber meist gleich anzumerken, dass sie unter dem bald Quellung, bald Schrumpfung verursachenden Einfluss der abwechselnd auf sie einwirkenden Reagentien, Färbungsflüssigkeiten etc. gelitten haben. Dadurch ist der Verband der einzelnen Bestandtheile der Dotterballen gelöst.

Die im Vorhergehenden näher skizzirte Zerfällung des Dotters in einzelne Partien ist bei den Arthropoden weit verbreitet. So berichtet N. BOBRETZKY (46) von *Oniscus murarius* (p. 183): (Wenn sich das Blastoderm gebildet hat) »beginnt auch der früher überall gleiche Dotter an der Oberfläche in rundliche oder polygonale Felder, die sogenannten Dotterschollen oder Dotterballen zu zerfallen. Die gefärbten Schnittpräparate beweisen, dass jeder Dotterscholle eine besondere große Zelle entspricht, in welcher man einen runden Kern mit Kernkörperchen und das mit Dotterkörnchen gefüllte Protoplasma deutlich wahrnehmen kann.« — Schon früher hatte BOBRETZKY ein ganz gleiches Verhalten der »Darmdrüsenzellen« zum Nahrungsdotter bei *Astacus fluviatilis* und bei *Palaemon* beschrieben. — W. SALENSKY (84) theilt von *Clubiona incomta* mit, dass sich in der Mitte des Eies Dotterkugeln befinden, welche an der Peripherie zu Rosetten mit feinkörnigem Plasma und Kern in der Mitte werden.

Eine Dotterzerklüftung hat auch bereits G. ZADDACH (401, p. 64, 65) bei *Phryganea grandis* beobachtet, K. HEIDER (40) bei *Hydrophilus piceus* L. (p. 26); doch lässt Letzterer dieselbe erst verhältnismäßig spät eintreten, erst seit dem durch seine Fig. 25 vertretenen Stadium, auf dem bereits sämtliche drei Blätter angelegt sind. Unzweifelhafte Dotterballen hatte auch bereits A. KOWALEVSKI (54) bei *Hydrophilus* gesehen und auf Taf. X, Fig. 27—39 eingezeichnet. Dass eine Klüftung des Dotters nach der Bildung des Blastoderms auch bei *Lina* vorkomme, hat V. GRABER (32) festgestellt. — Weiter sind die Dotterballen noch von Lepidopteren bekannt: A. KOWALEVSKI (54) hat sie bei *Pterophorus pentadactylus* beobachtet (p. 54), wo sie bereits vor Schließung der Rinne von Amnion und Serosa zunächst in der Nähe der Embryonalhüllen auftreten, und M. BOBRETZKY (45) hat sie bei *Pieris crataegi* nach der Bildung des Blastoderms auftreten sehen (p. 203). — Schließlich

erhellt aus den Fig. 27—40 bei A. KOWALEWSKI (54), dass ähnliche Dotterballen auch im Kreise der Würmer gelegentlich vorkommen. Die genannten Figuren beziehen sich auf die Entwicklungsgeschichte von Euaxes. Hier sind aber die ebenfalls mit einem Kern in der Mitte versehenen Dotterballen durch eine totale Furchung der Eizelle entstanden und bilden den »Darmdrüsenkeim« KOWALEWSKI's (54).

Verschiedenheiten in der Entwicklung.

Die Eier der einzelnen Eihaufen zeigen, wie nicht anders zu erwarten ist, Schwankungen in Bezug auf die Geschwindigkeit der Entwicklung. Während die einen schon auf einem ziemlich vorgertückten Stadium sich befinden, bleiben die anderen ein mehr oder weniger bedeutendes Stück hinter ihren rascheren Geschwistern zurück.

Noch größer als zwischen den einzelnen Eiern desselben Haufens ist der Unterschied zwischen verschiedenen, aber gleichalterigen Eihaufen: hier kommt zu der Differenz, welche bereits die Geschwister-eier unterscheidet, noch die viel bedeutendere hinzu, welche auf der Herkunft von verschiedenen Müttern beruht.

So waren die Eier, die ich sofort nach der Ablage konservierte, vielfach bereits mit mehreren Kernanlagen ausgestattet, andere dagegen zeigten noch keine Spur einer kernartigen Verdichtung. In 26 Stunden nach der Auffindung konservierten Eiern waren erst etwa 6 Procyten angelegt, also nicht mehr als in dem gleich nach der Ablage getödteten und in Fig. 21 dargestellten Eie. Dagegen besaßen einige Eier aus einem 48 Stunden nach der Auffindung konservierten Haufen bereits ein völlig geschlossenes Blastoderm, andere nur 5—8 jugendliche Procyten. Aus einem anderen, ebenfalls 48 Stunden alten Eihaufen enthielt ein Ei auch nur 5 Kernanlagen.

Aus den vorstehenden Mittheilungen folgt: 1) Der Unterschied der Entwicklungsgeschwindigkeit gleichalteriger Eier beruht auf inneren Ursachen (die äußeren Bedingungen sind die gleichen). 2) Die Befruchtung kann nicht erst bei der Eiablage stattfinden; denn eine derartige äußere Befruchtung pflegt doch sonst sofort den Eintritt der Weiterentwicklung zu veranlassen. 3) Zwischen der (hier anzunehmenden) ovarialen Befruchtung und dem Eintritte der »Furchung« vergeht eine längere Zeit.

Über Veränderungen des Zellkernes, sein Verschwinden und »freie Kern- und Zellbildung« bei den einzelnen Thierklassen.

Von den Infusorien ist es schon lange bekannt, dass ihr Nucleus eine recht mannigfaltige Gestalt haben kann. Von der Form einer Kugel oder eines Eies, wie ihn nach STEIN (90) z. B. Balantidium duodeni (Bd. II,

Taf. XIV) und *Nyctotherus ovalis* (Bd. II, Taf. XV) besitzen, geht er über zu der eines Bandes (Vorticellinen) und tritt uns bei Spirostomeen¹ und Stentoren², zu einem Rosenkranz ausgestaltet, entgegen. Bei *Plagiotoma Lumbrici* Duj. lässt STEIN (90) den Kern traubenförmig gebildet sein (Bd. II, Taf. XVI). Denken wir uns den Rosenkranz in seine einzelnen Glieder zerfallen oder die Traube ihre Beeren verlieren, so haben wir die Vielkernigkeit eines Infusors vor uns, wofür als typisches Beispiel von jeher *Opalina ranarum* genannt wird. Auch eine große Zahl von Rhizopoden sind als vielkernig bekannt.

Alle die genannten Ausbildungen erscheinen in einem bedeutungsvolleren Lichte, wenn wir die Entwicklungsgeschichte der Infusorien, wie sie besonders von BÜTSCHLI (20) klar gestellt ist, in Betracht ziehen. Da zeigt es sich, dass der Kern während des Lebens eines Infusors einen Cyklus von Veränderungen durchmacht, dass er zwar eine bestimmte Form für gewöhnlich besitzt, aber unter gewissen Umständen, hiervon abweichend, eine der anderen oben genannten Gestalten annimmt.

Eine derartige, die Gestalt des Nucleus verändernde Bedingung kann bereits durch das einfache Wachsthum, durch das Altern eines Thieres gegeben werden. So ist nach R. HERTWIG (47, p. 43 und 27) der Kern der jungen *Podophrya gemmipara* einfach hufeisenförmig gestaltet; wie das Thier durch reichliche Nahrungsaufnahme wächst, wird die Hufeisenform durch vielseitige Windungen modificirt. »Zahlreiche seitliche Knospen wachsen aus dem Nucleus senkrecht zur Längsrichtung desselben hervor. Indem dieselben sich dichotomisch verästeln, durchsetzen sie das ganze Körperparenchym in mannigfach gewundenem oder winklig geknicktem Verlauf.« Weiter gestalten sich die Kernverästelungen aus, wenn das Individuum über das ihm gesteckte Maß hinauswächst und sich später ablösende Knospen treibt: in jede Knospe wächst ein Kernfortsatz hinein und bildet sich wieder zur Form eines Hufeisens.

Die letzte Veränderung ist demnach bereits auf ein zweites Agens, die Knospenbildung, zu setzen. Doch ist das nicht principiell von einem einfachen Wachsthum verschieden; denn bei *Dendrosoma radians* trennen sich nach SAVILLE KENT die Knospen und die hineingewachsenen Stücke des Nucleus nicht los, das Ganze bleibt zu einer baumförmigen Kolonie vereint (vgl. GRUBER, 35, p. 149).

Als Drittes kommt hinzu die Konjugation und deren Folgen, und damit haben wir denjenigen Vorgang vor uns, welcher am mächtigsten in das Leben des Infusoriums eingreift und ganz besonders sich da-

¹ STEIN (90), Bd. II, Taf. II, III.

² Daselbst, Taf. V.

durch ausgezeichnet, dass er die Kerne der Thiere in auffälligster Weise umformt. Veränderungen erleidet dabei sowohl der Nucleus als auch der Nucleolus. Was für Differenzen sich bei beiden einstellen, ist hier gleichgültig. Es genügt die Gewissheit, dass beide als echte Kerne anzusehen sind¹. So zerfällt nach BÜTSCHLI (20) der Nucleolus von *Paramecium putrinum* in acht Kapseln, der Nucleus dagegen wächst zuerst in ein Band aus und beginnt sich zu verzweigen. »Auf diese Weise erhalten wir Nucleusformen, die lebhaft an die verästelten Nuclei gewisser Acineten erinnern (p. 304 resp. 89). Schließlich zerreißt und zerfällt der Nucleus in kleine, annähernd gleich große Kügelchen, deren Zahl Hundert und mehr betragen kann.« Ob nun diese Theilstücke mit dem neuen durch Theilung aus dem Nucleolus hervorgegangenen Nucleus verschmelzen oder (was mir wahrscheinlicher dünkt) sich auflösen, ist unbekannt. Jedenfalls sind sie später verschwunden und das neue Thier besitzt nur einen Nucleus und einen Nucleolus. — Auch bei *Cyrtostomum leucas* Ehb. wird der Nucleus nach der Konjugation bandartig und zerfällt (p. 314 resp. 99), der rosenkranzförmige Kern von *Condylostoma Vorticella* Ehb. zertheilt sich in seine einzelnen Glieder (p. 320 resp. 108), *Bursaria truncatella* erfährt eine Zersplitterung seines Nucleus (p. 324 resp. 109) und auch bei *Vorticella campanula* Ehb. zerstäubt er in eine sehr große Zahl kleiner Bruchstücke (p. 344 resp. 129).

Eine weitere Eigenthümlichkeit zeigt *Stylonichia mytilus* O. F. Müller: der Nucleus zerfällt zunächst in dunkle Kugeln nach der Konjugation. Untersucht man ein solches Thier, »so wird man etwa sechs bis acht Stunden nach aufgehobener Konjugation sämmtliche oder zunächst einen Theil der Kugeln außerhalb des Thieres mit Sicherheit auffinden« (p. 329 resp. 117). Also Ausstoßung von Kernsubstanz: Unwillkürlich wird man dabei an die Richtungskörperchen der Eier von Metazoen erinnert.

Möglicherweise ist das Schicksal des Nucleus von *Euplotes Charon* im Stande uns noch einen Schritt weiter zu führen. Der hufeisenförmige Nucleus zerfällt während und nach der Konjugation zunächst in zwei Theile und das vordere von beiden weiterhin in mehrere dunkle Kugeln. »Die Bildung dieser Kugeln erfolgt etwa vier bis fünf Stunden nach aufgehobener Konjugation und meist schon am zweiten Tage nach der Lösung der Syzygie sind sie spurlos verschwunden.« BÜTSCHLI (20) hält es zwar für unzweifelhaft, dass sie ebenfalls ausgestoßen werden,

¹ BÜTSCHLI (20) sagt aus diesem Grunde p. 359 resp. 147: »Ich schlage daher vor, die ehemaligen Nucleoli künftighin als primäre, die seitherigen Nuclei dagegen als sekundäre Kerne zu bezeichnen.«

doch könnten sie ja auch, wenigstens zum Theil, einer Auflösung anheimfallen. — Bei *Colpidium colpoda* und *Glaucoma scintillans* zerfällt der Nucleolus in mehrere Kapseln, von denen aber gegen Ende der Konjugation nur noch zwei vorhanden sind. Der Nucleus nimmt an Größe ab (also gehen Theile seiner Substanz in das Plasma über) und wird schließlich in toto ausgeworfen. Nach der Theilung besitzt jedes Thier nur einen Nucleolus. Über die Entstehung des Nucleus sagt BÜTSCHLI (20, p. 344 resp. 402): »Ich war zu der Zeit, als ich diese Untersuchungen anstellte, noch der Meinung, dass derselbe sich völlig neu bilde (!). Wahrscheinlich geht er jedoch auch hier durch Rückbildung einer Nucleoluskapsel wieder hervor.«

So viel erhellt also aus den Untersuchungen über die Konjugation der Infusorien, dass eines bei den Kernen derselben sehr verbreitet ist, nämlich der Zerfall in eine größere oder geringere Zahl von Bruchstücken. Die verschiedenen Gestalten sind nur starr gewordene Stadien, welche die Kerne auf dem Wege zu jenem Ziele durchmachen.

Nicht ganz aufgeklärt ist das endliche Schicksal aller der einzelnen Theilstücke.

Protozoen und Metazoen haben bei der Kerntheilung das Auftreten karyokinetischer Figuren gemeinsam. Die Theilung thierischer Zellen ist wohl auch als einfache Folge des Größenwachstums anzusehen; wie bei Protozoen, so kann man entschieden auch bei Metazoen die Theilung der Zellen unter die Rubrik der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bringen. Liegt das doch auch schon in der Nomenklatur ausgesprochen, wo stets das Verhältnis der Mutter zur Tochter betont wird (Mutterzelle, Tochterzellen).

Diese ungeschlechtliche Vermehrungsweise wird stets eingeleitet durch erhebliche Modifikationen des Kernes; die wenigen Fälle der direkten Kerntheilung können füglich außer Acht gelassen werden, da es noch nicht entschieden ist, ob der Kern nicht doch Veränderungen im Inneren erleidet, welche bisher nur noch nicht erkannt sind.

Die Form der Metazoenkerne ist gewöhnlich rundlich oder oval, aber zuweilen werden auch hier die complicirteren Gestalten der Infusorienkerne rekapitulirt. Als typisches Beispiel für Verästelungen von Zellkernen gelten seit MECKEL'S Untersuchungen die Sericterien oder Spinndrüsen der Raupen (LEYDIG¹, p. 354), sowie die MALPIGHISCHEN Gefäße der Lepidopteren (LEYDIG¹, p. 465). Die Ähnlichkeit der Kerne derselben mit dem Kerne von *Podophrya gemmipara* hat bereits

¹ FR. LEYDIG, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1837.

R. HERTWIG (47, p. 44) hervorgehoben. Wenn auch an den letztgenannten Objekten die Theilung noch nicht beobachtet ist, so darf man doch wohl a priori annehmen, dass sie erfolgt unter Auftreten der gleichen karyokinetischen Figuren, wie sie bei den Kernen allgemein vorkommen.

Auch im Inneren des Kernes existiren mancherlei Verschiedenheiten; bald ist er von einem dichten Netzwerk durchsetzt, bald mehr homogen; bald umschließt er einen, bald mehrere Nucleolen, ja, die Chromatinsubstanz kann einen langen geknäuelten Faden bilden, welcher in zwei nucleolusartige Anschwellungen endigt, wie es BALBIANI (3, p. 639) von den Speicheldrüsenzellen der Larve von *Chironomus plumosus* nachgewiesen hat. Aber auch hier dürfen wir wohl annehmen, dass diese Verschiedenheit den Vorgang der Theilung nicht wesentlich beeinflusst.

Näher die Vorgänge bei der Theilung zu besprechen, ist hier nicht der Ort. Es genügt für den vorliegenden Zweck darauf hinzuweisen, dass auch hier ein Zerfall des Kernes stattfindet. Mit dem Schwinden der Membran hört die Selbständigkeit desselben auf; das Plasma kann nun den bisher von der Membran begrenzten Raum betreten, was ja schon aus der STRASBURGER'schen Ansicht hervorgeht, dass die Fäden der achromatischen Spindel aus der Zellsubstanz in den Kern hineinwachsen sollen. Es zerfällt der Inhalt des Kernes in chromatische und achromatische Substanz, die letztere weiter in einzelne Meridiane, während das Chromatin sich in Körnchen zertheilt, wobei es gleichgültig ist, ob dieselben sich zu Körnern vereinigen oder, wie gewöhnlich, zu Fäden und Schleifen formirt sind (vgl. die Untersuchungen von BALBIANI, PFITZNER, FLEMMING). Jedenfalls findet also ein Zertheilen des Kernes in eine große Anzahl einzelner Stücke statt. Eine äußere Grenze fehlt, es könnten also die einzelnen Theile sich beliebig in der Zellsubstanz verbreiten. Dass sie es nicht thun, sondern meist gruppenweise zur Bildung neuer Kerne aus einander weichen, ist zwar eine Thatsache, welche aber die Möglichkeit der eben geäußerten Annahme nicht ausschließt. Einen Fingerzeig dafür bilden die Untersuchungen von ARNOLD und von W. A. MARTIN (66) auf pathologischem Gebiete. Letzterer untersuchte die Zellen eines rasch wuchernden Brustdrüsenkrebses und fand dort, abgesehen von der sonst allein vorhandenen Zweitheilung, auch Drei- und Viertheilungen, ja selbst Achttheilungen der Zellen (p. 64). Hieraus erhellt, dass die Chromatinsubstanz gelegentlich in eine größere Anzahl von Portionen aus einander weichen kann.

Soll ich noch einmal kurz anführen, worauf es mir bei den voranstehenden Betrachtungen besonders ankam, so war es darauf, den Nachweis zu führen, dass trotz der großen Mannigfaltigkeit in der Form des

Kernes sowohl bei der Konjugation der Infusorien als auch bei der einfachen Zelltheilung ein Zerfallen des Kernes in einzelne Stücke stattfindet.

Aber mit dem Zerbröckeln des Kernes haben wir noch nicht alle Stadien der Kernmetamorphose kennen gelernt. Wo sich aus den Bruchstücken des alten Kernes direkt mehrere Tochterkerne aufbauen, haben wir es doch schon gewissermaßen mit einer abgekürzten Entwicklungsgeschichte zu thun: es wird hier ein Stadium übersprungen, welches an anderen Orten noch voll durchlaufen wird. Ich meine dasjenige Stadium, in dem die Bruchstücke des Kernes dem Auge völlig entschwinden. Die bisher betrachteten Fälle können sämmtlich mit der Bezeichnung cenogenetischer Prozesse versehen werden, während die folgenden Betrachtungen, in denen ein strikter Beweis für das Schwinden der Kernelemente und für freie Kernbildung versucht werden soll, sich auf dem Boden exquisit palingenetischer Vorgänge bewegen.

Kernlose Thierformen.

Auf der niedrigsten Stufe des Thierreiches weilen die Moneren. Ihr wesentlichstes Kennzeichen besteht darin, dass sich in dem homogenen Protoplasma niemals Kerne (Nuclei) differenziren (HAECKEL, 37, p. 129). Zwar ist ihr Gebiet durch neuere Untersuchungen (F. E. SCHULZE, R. HERTWIG) mehr eingeengt, indem bei einer Anzahl früher zu ihnen gerechneter Formen der Nachweis von Kernen gelang; aber dennoch kann die Berechtigung der Gruppe als solcher nicht angezweifelt werden (cf. BÜTSCHLI, 19, p. 408). So ist von Lieberkühnia schon durch CLAPARÈDE und LACHMANN (1858—1859) Kernlosigkeit behauptet worden und fand Bestätigung durch CIENKOWSKY (1876). Auch A. GRUBER (34, 1884) hat bei Lieberkühnia diffluens Grub. selbst mit Hilfe von Reagentien keinen Kern nachweisen können (p. 486). Ebenfalls ist A. GRUBER bei Craterina mollis Grub., Gromia dubia Grub. und lagenoides Grub. so wie bei zwei anderen Gromien vergeblich bemüht gewesen, einen Kern zu sehen. Die eine Gromia spec. enthielt Kapseln, encystirte Stücke der Leibeswand, welche ebenfalls durchaus kernlos waren (p. 495). Die Protamoeba vorax Grub. behandelte GRUBER (34) auf dem Objektträger mit Alkohol und Pikrokarmine »und obgleich sie sich gut und rasch färbten, war in keiner irgend eine Spur eines Kernes zu sehen, während alle die Infusorien, die durch Zufall mitgefärbt worden waren, deutliche Kernfärbung zeigten« (p. 484).

Mag demnach auch die Schar der kernlosen Thierformen noch so sehr durch neuere Untersuchungen reducirt werden, das permanente Fehlen des Kernes bei gewissen Thieren ist heute schon gesichert.

Ob nicht bei manchen Rhizopoden der Kern nur zu bestimmten Zeiten auftritt, ist ebenfalls eine wohl aufzuwerfende Frage. Es würde durch sie ein Übergang von den kernlosen Formen zu dem Gros der Organismen gebildet werden, welche gewöhnlich einen Kern besitzen und ihn nur verlieren, wenn sie im Zustande des Eies ihre Entwicklung beginnen.

Verschwinden der Kerne in Zellen.

I. Protozoa.

Zunächst darf ich hier wohl noch einmal daran erinnern, dass möglicherweise schon bei den Infusorien eine Auflösung von Kernsubstanz stattfindet (vgl. oben p. 435, 436). Ist aber über diese Thatsache bei den Infusorien nichts Näheres bekannt, so wird sie dagegen vielfach behauptet von den Gregarinen. Zunächst möchte ich dasjenige hervorheben, was hieran ganz unzweifelhaft feststeht, und glaube ich es am besten mit den Worten BÜTSCHLI'S (19, 1882) zu thun: »Allgemein sichergestellt erscheint zunächst, dass kurze Zeit nach vollzogener Encystirung (und dies bei beiden Arten dieses Vorganges), der Kern (resp. die beiden Kerne der Kopulanten) sehr undeutlich wird, sich schließlich dem beobachtenden Auge ganz entzieht, und nach Zerquetschen der Cysten in dem ausgebreiteten Cysteninhalt nicht mehr aufgefunden wurde. Wesentliche Umbildungen lassen sich nach der Encystirung schon an den noch vorhandenen Kernen zum Theil konstatiren, da dieselben bei *Clepsidrina blattarum* die Nucleoli ganz verloren haben« (p. 539). An einen völligen Schwund des Kernes glaubt jedoch BÜTSCHLI nicht¹ und ist der Ansicht, »dass sehr wahrscheinlich auch bei unserer Abtheilung die tiefer eindringende Forschung den Nachweis wird führen können, dass überhaupt keinem Lebensstadium der Kern gänzlich fehlt« (p. 523). Im Übrigen hebt er aber doch hervor (p. 523), dass »in neuerer Zeit die Ansicht ziemlich allgemeine Geltung erworben« habe, »dass die jugendlichsten Entwicklungsstadien meist kernlose Cytoden darstellen«. Als Vertreter dieser Ansicht führe ich nur an E. VAN BENEDEN² (40, 1874) und seine Untersuchungen über die *Gregarina gigantea*, ferner A. C. J. SCHNEIDER³ (82, 1873): Beide betonen das Fehlen des Kernes ganz ausdrücklich.

¹ BÜTSCHLI (19) sagt p. 539: »Die Möglichkeit einer Fortexistenz der Kerne liegt um so näher, da es wenigstens bei einer Form bis jetzt geglückt ist, auf späteren Entwicklungsstufen der Cysten zahlreiche Kerne im Cysteninhalt aufzufinden.« BÜTSCHLI meint die *Clepsidrina blattarum*.

² E. VAN BENEDEN (40, p. 348): Les psorospermies donnent naissance à des globules de plasson, dépourvus de tout noyau, de toute vacuole et de toute membrane; on peut les comparer aux Monères les plus simples. . .

³ A. C. J. SCHNEIDER (82, p. 529), Le fait que les spores du genre *Gregarina* n'ont

Der Umstand aber, dass bei *Clepsidrina* »kurz vor Eintritt der Sporulation« sich »eine große Anzahl kleiner Kerne nachweisen lässt und dass auch die Sporblasten dieser Form einen deutlichen, kleinen Zellkern besitzen« (49, p. 543), dürfte nicht sehr gegen die Kernlosigkeit gleicher Stadien bei anderen Gregarinen sprechen. Denn woher kommen diese vielen Zellkerne? Kann ihnen nicht ein kernloser Zustand vorangegangen sein? Schließlich ist ja auch bei den übrigen Gregarinen einmal wieder ein Kern vorhanden, und ist es ja möglich, dass er bei *Clepsidrina blattarum* nur schon wieder sehr zeitig sich einstellt.

Aber nicht nur für die echten Gregarinen, auch für die Coccidien wird ein kernloser Zustand der Jugendstadien meist angenommen. »In ziemlicher Übereinstimmung berichten die Untersucher, dass einige Zeit nach vollzogener Encystirung der Kern verschwinde«, so kennzeichnet BÜRSCHLI (49) den Stand der Frage (p. 564). Doch auch hier ist derselbe skeptisch und wohl besonders aus dem Grunde, weil »in den Entwicklungsprodukten des Cysteninhaltes, den sichelförmigen Keimen, Zellkerne nicht selten deutlich nachweisbar sind«.

Im Übergange zu einem neuen und zwar dem wichtigsten Kapitel möchte ich, an das Letzte anknüpfend kurz die Frage der Skepsis in Erwägung ziehen. Gerade in den Punkten, um die es sich hier handelt, ist eine ziemlich starke Dosis von Zweifel wohl am Platze. Gehört eine Untersuchung über das Verschwinden und die Neubildung des Zellkernes doch mit zu dem Schwierigsten, was die Naturwissenschaften bieten, stellt sie doch ganz erhebliche Anforderungen an die Sorgfalt und Ausdauer des Beobachters. Aber das allein genügt noch nicht. »Hier kann nur eine zweckmäßige Anwendung von Reagentien uns eine annähernde Bürgschaft geben, ob ein Kern vorhanden ist, oder fehlt«, so wird ein Jeder mit O. HERTWIG (44) sagen (p. 372). Von diesem Standpunkte aus betrachtet, werden allerdings sowohl die eben genannten als auch die meisten nachfolgenden Mittheilungen für sich einer scharfen Kritik gegenüber nicht bestehen.

In einem ganz anderen Lichte stehen sie aber da, wenn sie als Stütze für eine Untersuchung verwandt werden, welche, wenn auch nur für einen einzelnen Fall, einen möglichst exakten Beweis für das Verschwinden und Wiederauftauchen eines Kernelementes beibrächte. Ob und wie weit mir ein solcher Beweis in meinen vorstehend mitgetheilten Untersuchungen gelungen ist, das zu beurtheilen, überlasse ich, wie billig, den Lesern und zukünftigen Nachforschungen.

ni nucléus ni organes polaires à déjà établi par STEIN, et son exactitude est facile à contrôler.

Spätere Untersuchungen werden ja allerdings für oder wider die »freie Kernbildung« sprechen können, einen alle Anforderungen befriedigenden Beweis dafür werden auch sie nicht bringen; denn es handelt sich hier ja um etwas Negatives; es soll ja bewiesen werden, dass zu einer gewissen Zeit und an einem bestimmten Orte ein gewisser Gegenstand nicht vorhanden sei. Ungläubigen gegenüber wird ein solcher Beweis nie gelingen; denn gegen den Einwand, die Konservierung und Tinktion sei nicht entsprechend, oder es sei von Schnitten doch etwas abhanden gekommen etc. etc. wird Niemand geschützt sein.

Zukünftige Untersuchungen können also im günstigen Falle die von mir vertretene Ansicht nur immer wahrscheinlicher machen. Dazu sind aber auch schon frühere Untersuchungen befähigt, und deshalb führe ich sie hier an. Die früheren Untersuchungen sollen mir, und meine Beobachtungen ihnen als Stütze dienen. Mit ihrer Hilfe hoffe ich, die von mir vertretene Ansicht so zu festigen, dass sie wie ein rocher de bronze den Angriffen der Kritik Stand hält.

Eines will ich jedoch gleich im Voraus noch bemerken: so wenig wie die bisherigen Litteraturangaben sind auch die nachfolgenden Citate durchaus nicht lückenlos. Ich hoffe, dass man mir das bei der großen Menge von embryonalen Arbeiten, hier bei einer Specialuntersuchung, wo der Litteraturbericht nicht die Hauptsache bilden kann, nachsehen wird.

II. Metazoa.

Verschwinden des Keimbläschens.

Es ist gewiss eine bedeutungsvolle Erscheinung, dass ein Schwinden des Kernes wie bei den Sporen gewisser Protozoen, so auch für die »Sporen« der Metazoen (*sit venia verbo!*), für die Eier, immer wieder und wieder behauptet wird. Ja, es hat schon eine Zeit gegeben, in der man von dem zeitweiligen, völligen Fehlen eines kernartigen Bestandtheiles im Ei vollständig überzeugt war. Das erhellt auch aus dem Artikel R. LEUCKART'S (59) über die »Zeugung«, in welchem er den Schwund des Keimbläschens in befruchteten resp. unbefruchteten, reifen Eiern lehrt (p. 924).

Wie E. VAN BENEDEN (7) (und auch O. HERTWIG [44] p. 364) des Näheren aus einander setzt (p. 49), war es vorzüglich der Einfluss von JOH. MÜLLER, welcher auf Grund seiner Untersuchungen an der *Entoncha mirabilis* das bisher gelehrtete Dogma zu Fall brachte und dagegen die Persistenz und einfache Theilung des Keimbläschens betonte. Diese Ansicht fand Unterstützung in den Arbeiten von LEYDIG (über

Rotiferen), von METSCHNIKOFF (über Cecidomyien und Aphiden), PAGENSTECHER (Trichinen), LEUCKART (Oxyuren), KEFERSTEIN (Leptoplana), GEGENBAUR (Medusen, Siphonophoren, Pteropoden, Heteropoden, Sagitta), von HAECKEL und KÖLLIKER (Siphonophoren), so wie von E. VAN BENEDEN (über *Distoma cygnoides*)¹. — Aber bald regten sich wieder laut die Stimmen, welche der früheren Auffassung zu ihrem Recht zu verhelfen suchten. Einen präzisen Ausdruck hat die Meinung von dem zeitweiligen Fehlen eines Kernes im Ei in verschiedenen Schriften E. HAECKEL'S aus den 70er Jahren gefunden. »Die Archimonerula, das erste Stadium der primordialen Furchung, zeigt uns das befruchtete Ei, nach Verlust des Keimbläschens und nach Verschmelzung der Spermazellen mit der Dottermasse, in jenem denkbar einfachsten Formzustande, welcher der phylogenetischen Stammform des Moneres vollkommen entspricht«, so sagt HAECKEL (36) z. B. bei Besprechung der äqualen Furchung (p. 424). Und weiter heißt es bei ihm (p. 483): »Sollte, was möglich ist, dieser Rückschlag (der Zelle in die Cytode) nur bei einem Theile der Thiere vorkommen, bei einem anderen Theile derselben dagegen fehlen, so würde wohl der erstere Fall als palingenetischer, der letztere als cenogenetischer Process zu deuten sein.« Ich kann nicht umbin, den citirten beiden Sätzen HAECKEL'S unbedingt zuzustimmen.

Eine neue Theorie von den Vorgängen im reifen Ei ist von O. HERTWIG (44), wenn auch nicht aufgestellt, so doch weiter durchgeführt und eingehender begründet. Derselbe war in Folge seiner Untersuchungen an Seeigeleiern zu der Überzeugung gelangt, dass zwar das Keimbläschen schwinde, aber der Keimfleck bestehen bleibe und sich zum »Eikern« umbilde. Schon DERBÈS und C. E. v. BAER hatten entsprechende Angaben über das Seeigelei gemacht und auch LEYDIG glaubte bei *Piscicola*, BISCHOFF beim Kaninchenei den frei gewordenen Keimfleck im Dotter zu bemerken, von dem dann die Kerne der Furchungskugeln abstammen sollten. Ich bemerke noch, dass BISCHOFF in späteren Arbeiten diese Ansicht wieder ganz aufgibt, nicht aber diejenige von der Auflösung des Keimbläschens².

Was diese Theorie anbetrifft, so werde ich weiter unten noch einmal darauf zurückkommen. Hervorheben will ich nur noch, dass O. HERTWIG ebenfalls zu der Ansicht gelangt ist, dass »gegen die Richtigkeit der Angabe, dass das Keimbläschen sich rückbildet, in den beschriebenen Fällen wohl kein begründeter Zweifel erhoben werden« dürfte,

¹ Citirt nach E. VAN BENEDEN (7, p. 49).

² Die vorstehende Litteratur habe ich aus der Arbeit von O. HERTWIG (44) entnommen, ohne auf die Originale zurückzugehen.

»da ein so deutlich erkennbares und wohl charakterisirtes großes Gebilde einer aufmerksamen Forschung nicht entgehen kann« (p. 369). O. HERTWIG (44) schließt mit den Worten: »Daher muss ich die Annahmen Jener, welche das Keimbläschen in allen jenen Angaben für übersehen halten, als nicht berechnigte bezeichnen« (p. 370).

Doch welches sind solche Angaben über das Schwinden der Kerne in Eiern?

1) *Coelenterata*. Über die Rückbildung des Keimbläschens bei *Hydra* hat N. KLEINENBERG (50, 1872) ausführlich berichtet. Zwar hat in neuerer Zeit A. KOROTNEFF¹ (53, 1883) im Gegensatz dazu die direkte Theilung des Keimbläschens behauptet, aber nicht so glaubhaft, dass dadurch die genauen Mittheilungen KLEINENBERG'S Einbuße erlitten. Letzterer sagt so (50, p. 42): Zu der Zeit ungefähr, wenn im Ei die Pseudozellenbildung beendigt ist, tritt eine rückläufige Metamorphose des Keimfleckes ein, er verliert seinen kreisförmigen Umfang und wird unregelmäßig eckig, seine Substanz erscheint wie geronnen, dann zerfällt sie in kleine Stückchen, und diese werden, wie ich glaube annehmen zu dürfen, aufgelöst. . . (Das Keimbläschen rückt an die Oberfläche.) Hier beginnt nun auch seine Rückbildung, die in völligen Schwund ausläuft. Der körnige Inhalt verflüssigt sich mehr und mehr, zugleich tritt ein Theil desselben durch die Membran aus, denn diese, die bisher prall gespannt war, sinkt zu einem meist eiförmigen Schlauch zusammen, dessen Wandung verdickt und stellenweise gefaltet ist. Die noch übrig gebliebene kompakte Innenmasse löst sich darauf in einzelne glänzende Körper auf. . . Ich bin sehr geneigt . . . demgemäß den Schwund des Keimbläschens auf eine fettige Degeneration zurückzuführen.

Also zuerst Zerfall des Keimfleckes in einzelne Stücke — Auflösung derselben — Auflösung des Keimbläschens.

Nach METSCHNIKOFF (70, 1874) fehlt der Kern im reifen Eie von *Polyxenia leucostyla* Will, während nach der Befruchtung im Inneren des Eies ein kleiner Kern wahrzunehmen ist (p. 22, 23). Auch bei *Siphonophoren* betont METSCHNIKOFF (70) entgegen den Angaben von HAECKEL und GEGENBAUR das Fehlen des Keimbläschens im reifen Eie. Nach der An- oder Abwesenheit richte sich das Gelingen der künstlichen Befruchtung (p. 65).

Bei *Eschscholtzia* (p. 4) fand KOWALEVSKI (56, 1866), selbst nach

¹ A. KOROTNEFF (53, p. 345): Kurz nachher (nachdem das Ei kugelig geworden) theilt sich das Keimbläschen, eine Erscheinung, die KLEINENBERG ganz übersehen hat, ich selbst wegen der Undurchsichtigkeit des Eies nur oberflächlich beobachtet habe.

Essigsäurezusatz, den Kern erst, als die Eizelle in 32 Kugeln zerfallen war. O. HERTWIG (44, 1876) bestätigt diese Angabe, wies aber durch Anwendung von Osmiumsäure und Färbung mit BEALE'schem Karmin in der ersten Furchungskugel den Kern nach, welcher als »eine kleine homogene etwas dunkler roth gefärbte membranlose Kugel« in einer Anhäufung körnigen Protoplasmas lag. Jedenfalls unterscheiden sich also die jungen Kerne durch ihr abweichendes Verhalten gegen Essigsäure von den älteren Kernen, auch erinnert die HERTWIG'sche Beschreibung sehr an meine Protocten, so dass ich ein vorangehendes kernloses Stadium doch für wahrscheinlich halten möchte.

Von *Mitrocoma Annae* schreibt O. HERTWIG (46, 1878), dass sich nach der Befruchtung der Spermakern an den Eikern anlegt. Beide sind vacuolenartig. »Plötzlich verschwinden unter dem Auge des Beobachters die (p. 183) beiden vacuoligen Gebilde, so dass jetzt das Ei anscheinend kernlos ist. Setzt man indessen Essigsäure an dem Rande des Deckgläschens zu, so tritt mit aller nur wünschenswerthen Deutlichkeit eine faserige Spindel hervor, um deren Spitzen der Dotter eine strahlige Anordnung besitzt.« Darauf Theilung des Eies. — Räthselhaft bleibt hier, in welcher Weise die beiden vacuoligen Kerne sich so rasch in die eine Spindel umwandeln. Spindelbildung tritt ja Anfangs bei den Phalangideneiern auch auf und wäre es hier ja möglich, dass der Auflösung der Kerne sofort ein Anschließen der Spindel folgte. Das kernlose Stadium braucht ja nur von momentaner Dauer zu sein.

2) *Echinodermen*. Bei Untersuchung des Eies von *Toxopneustes lividus* kam O. HERTWIG (44, 1876) zu einem Resultat, welches er in folgendem Satze ausspricht (p. 358): »Seine (des Keimbläschens) Membran löst sich auf, sein Inhalt zerfällt und wird zuletzt vom Dotter wieder resorbirt, der Keimfleck aber scheint unverändert erhalten zu bleiben, in die Dottermasse selbst hinein zu gelangen und zum bleibenden Kern des reifen befruchtungsfähigen Eies zu werden.«

Zu anderen Resultaten, wenigstens in Bezug auf den Keimfleck, kam FOL (28, 1877) bei seinen gleichzeitigen Untersuchungen über *Echinodermen*. Von den Eiern von *Asterias glacialis*, so wie auch von *Sphaerechinus brevispinus* und *Toxopneustes lividus* (p. 118) theilt er mit, dass gleichzeitig mit den Veränderungen am Keimbläschen auch am Keimfleck sich besondere Vorgänge abspielten, indem er am lebenden Eie blasser würde, die Form verändere und schließlich kaum noch zu erkennen wäre. Bei Behandlung mit Essigsäure zeige er sich in einzelne Kügelchen zerfallen¹, welche sich in jeiner Gruppe an dem äußeren

¹ H. FOL (28, p. 104), *Traitée par les acides, elle a cependant déjà la propriété de se scinder en un certain nombre d'agglomérations arrondies.*

Theile des Keimbläschens sammelten, dort, wo später der Amphiaster auftritt.

Die ausführlichsten Mittheilungen verdanken wir E. VAN BENEDEN (7, 1876), welcher den von O. HERTWIG (44) bei *Toxopneustes* erhaltenen Resultaten seine Beobachtungen an *Asteracanthion rubens* gegenüber stellt. Nach ihm verschwindet nicht nur das Keimbläschen, sondern auch der Keimfleck völlig dem Auge des Beobachters, wobei es ganz gleichgültig sein soll, ob das reife Ei befruchtet sei oder nicht. Die Befruchtung habe nur die Wirkung, das Eintreten des Vorganges zu beschleunigen. Nach ihm kann man folgende sechs Stadien unterscheiden:

1) (p. 69). Die den Keimfleck umgebenden körnigen Massen (Pseudonucleolen) verschwinden mehr und mehr, schließlich bleibt nur der Keimfleck übrig.

2) Die Kontouren des Keimbläschens und Keimfleckes werden blasser, die Vacuolen im Keimfleck vereinigen sich, letzterer bekommt eine himbeerförmige Gestalt.

3) (p. 70). Der Keimfleck zerfällt in ungleiche Stücke, eines derselben ist größer als die anderen und schließt die Vacuole ein. Die Theilstücke breiten sich im Keimbläschen aus.

4) Die Theilstücke werden blasser und verschwinden schließlich, als letztes das die Vacuole einschließende. Das Keimbläschen ist nun ganz homogen.

5) (p. 71). Die Keimbläschenwand reißt ein, der Inhalt tritt zum Theil bruchsackartig nach dem Centrum des Eies zu hinaus, beides zusammen eine Doppelblase bildend.

6) Die Keimbläschenwand wird langsam aufgelöst, es bleibt nur ein unregelmäßiger heller Fleck zurück, der kleiner und kleiner wird und schließlich ganz verschwindet.

R. GREFF (33, 1876) hat sich am Ei von *Asteracanthion rubens* »in vollkommener Übereinstimmung mit den ausgezeichneten Beobachtungen E. VAN BENEDEN's überzeugt, dass nicht bloß das Keimbläschen, sondern in der That auch der primitive Keimfleck dem Auge schließlich vollständig entschwindet« (p. 85). Derselbe giebt an, dass etwa fünf bis zehn Minuten nach Ablage des reifen unbefruchteten Eies in Seewasser Veränderungen zunächst des Keimfleckes eintreten, dieser wird granulös, die Granula verschmelzen zum Theil mit einander und breiten sich im Keimbläschen aus, dann beginnt auch das Keimbläschen zu schrumpfen und schließlich verschwinden beide dem Auge (p. 87).

E. SELENKA (88, 1878) untersuchte die Eier von *Toxopneustes variegatus* und theilt darüber mit, dass das Anfangs kugelige Keimbläschen des frei im Eierschlauche liegenden Eies eine unregelmäßige Gestalt

erhält, indem seine Membran sich einfaltet. »Sodann treten im Keimfleck Vacuolen auf, die, wie mir schien, eine völlige Auflösung desselben anbahnten« (p. 3). Doch hat es Verfasser wegen der mangelhaften Durchsichtigkeit des Dotters nicht klar gesehen und misstraut seiner Beobachtung in Folge der oben citirten Angaben HERTWIG's.

In seinem dritten Artikel (1878) berichtet O. HERTWIG (46) über seine Untersuchungen an *Asteracanthion*. Er sah, dass bei den in das Meerwasser abgelegten Eiern das Keimbläschen zu schwinden beginnt, dass (nach Behandlung des Eies mit Reagentien) der Keimfleck einen Zapfen in das Plasma entsendet, von dem sich Körnchen ablösen und sich mit einer Sonnenfigur umgeben. Keimbläschen und Keimfleck verschwinden dann schließlich ganz und an Stelle der Sonne tritt eine Spindelfigur, welche die Richtungskörper entstehen lässt. Mit dem aus dem Rest der Spindel entstehenden Kerne verschmilzt das eingedrungene Spermatozoon (p. 158 ff.).

Aus den angeführten Untersuchungen geht mit Sicherheit hervor, 1) dass das Keimbläschen sich auflöst, 2) dass der Keimfleck in Kügelchen zerfällt, 3) dass an Stelle des verschwundenen Keimbläschens und Keimfleckes eine Spindelfigur tritt. — Sicher ist ferner nach VAN BENEDEEN's (7) genauen Angaben, die durch GREEFF (33) eine Bestätigung erhalten haben, dass bei der von ihnen untersuchten Art auch der Keimfleck zunächst völlig schwindet, und zwar eher als das Keimbläschen.

Würmer. Von den Nematoden untersuchte L. AUERBACH (4, 1874) *Strongylus auricularis* und *Ascaris nigrovenosa*. Er begann seine Beobachtungen mit einem sehr kurze Zeit nach der Befruchtung folgenden Stadium. Er sagt p. 199: »Das Keimbläschen ist bereits spurlos verschwunden. Es sind durch keine Hilfsmittel irgend welche Reste desselben sichtbar zu machen.«

Von *Cucullanus elegans* Zed. schreibt BÜTSCHLI (20, 1876), dass nach der Befruchtung des Eies sich um dasselbe zunächst eine Dotterhaut bilde und der Keimfleck verschwinde. »Statt dessen sah ich mehrfach ein aus sehr feinen Körnchen gebildetes Kreischen im Centrum des Keimbläschens und in seiner Umgebung eine Anzahl aus dunklen Körnchen aufgebaute, feiner Stäbchen (p. 223). — Bei *Tylenchus imperfectus* Bütschli werden nach demselben Autor kurz nach dem Übertritt der Eier in den Uterus die Umrisse des Keimbläschens undeutlich und der Keimfleck verschwindet. — Die Eier von *Anguillula rigida* Schn. erleiden die Befruchtung auf dem Wege vom Ovarium zum Uterus. »Nach dem Eintritt des Eies in den Uterus, in dem sogleich die Bildung einer Schale beginnt, werden die Grenzen des Keimbläschens undeutlich« (p. 233).

Die obigen Angaben BÜTSCHLI's (20) über die Eier von *Cucullanus elegans* werden durch eine Mittheilung von A. SCHNEIDER (83, 1883) ergänzt: die Eier, deren Keimbläschen rund und homogen, deren Keimfleck aber schon geschwunden sei, träfen in den Tuben mit den Spermatozoen zusammen. Dann sagt er: »das Keimbläschen wird amöboid und verschwindet zeitweise ganz (p. 10). — Von *Ascaris megalocephala* berichtet SCHNEIDER (83), dass das Anfangs ovale und mit deutlicher Membran versehene Keimbläschen weiterhin in der Eiröhre die Gestalt verändert, während die Membran viel dünner wird (p. 4). Vor der Bildung der beiden ersten Furchungszellen löst es sich alsdann in eine Anzahl von Bläschen auf (p. 268).

Von der *Sagitta Gegenbauri* schreibt FOL (28, 1877), dass das Keimbläschen verschwinde¹, dass aber in dem scheinbar gleichmäßigen Dotter mit Osmiumsäure noch eine Pünktchenreihe in einem *corpuscule compacte, à bords étoilés* zu erkennen sei (p. 124). — O. HERTWIG (46, 1878) sagt ebenfalls von *Sagitta* (p. 189): »Auch hier löst sich das Keimbläschen auf, nachdem es an die Oberfläche des Dotters emporgestiegen ist und zwar noch innerhalb des Ovarium.« Es erfolgt Bildung der Richtungskörper, die Befruchtung tritt ein, Eikern und Spermakern legen sich an einander und nun sagt HERTWIG (46, p. 190): »Dann verschwinden beide Kerne. . . .«

Über die Rotatorien erfahren wir durch BÜTSCHLI (20, 1876) Folgendes: »Noch vor der Ablage des Eies, oder bei Notommata vor der weiteren Entwicklung, verschwindet das Keimbläschen« (p. 247).

Von den Hirudineen ist besonders *Haemopsis* und *Nephele* untersucht worden. Von dem ersteren Thiere behaupten FREY, RATHKE und ROBIN, dass das Keimbläschen und der Keimfleck völlig verschwinde. O. HERTWIG (45) hat dasselbe (1877) einer erneuten Untersuchung unterzogen und ist dadurch zu einer anderen Ansicht gekommen. An manchen Eiern bemerkte derselbe kein Keimbläschen mehr, dagegen drei deutlich gefärbte Stücke mit hellem Hof. »An anderen Eiern waren auch diese Kernreste verschwunden, und an schlecht gelungenen Präparaten, an solchen, wo die Osmiumsäure nicht genügend erhärtet hatte oder die Karminfärbung zu hell oder zu dunkel ausgefallen war, schien es, als ob jetzt das Keimbläschen in allen seinen Theilen aufgelöst, mithin eine kernlose Dottermasse vorhanden sei. Indessen kann man sich an wohl gelungenen Karminosmiumpräparaten, so wie bei Behandlung mit Essigsäure in der schon früher angegebenen Weise leicht vom Gegentheil überzeugen. Man sieht dann, dass in der Eizelle ein

¹ FOL (28, p. 124): La vésicule germinative diminue de volume et finit par disparaître.

spindelförmiges Gebilde sich befindet, das vermöge seiner zarten und eigenthümlichen Beschaffenheit sich leicht dem Auge des Beobachters entzieht. Dies ist das Stadium, welches von FREY, RATHKE, ROBIN und Anderen mit großer Bestimmtheit als kernlos bezeichnet worden ist« (p. 11). Als ein früheres Stadium bezeichnet er dasjenige, wo in der Mitte des Eies zwei helle Höfe mit je einem Strahlensystem zu bemerken sind und zwischen denselben »eine Anzahl dunkel geronnener, unregelmäßig geformter Körperchen, welche ihre Konsistenz und ihrem Glanz nach zu urtheilen aus Kernsubstanz bestehen« (p. 13, Taf. II, Fig. 5).

HERTWIG möge es mir nicht übel deuten, aber ich kann die Vermuthung nicht zurückdrängen, dass das eine oder andere seiner »schlecht gelungenen Präparate« doch wohl nicht so schlecht gewesen ist, sondern vielmehr einen wirklich bestehenden kernlosen Zustand des Eies gezeigt hat. Ich bin zu der Annahme um so mehr geneigt, als auch HERTWIG vor Auftreten der Spindelfigur (Taf. I, Fig. 3) die Chromatinkörnchen in unregelmäßiger Anordnung und ohne achromatische Spindel gesehen hat und zeichnet (Taf. II, Fig. 5), also ganz ähnlich wie bei Phalangiden.

Ich füge noch hinzu, dass bei *Nephele vulgaris* nach O. HERTWIG (45) die Befruchtung bereits im Ovarium stattfindet, was auch ROBIN und LEYDIG schon beobachtet hatten, während nach A. SCHNEIDER (84, 1880) überhaupt bei allen Hirudineen die noch in den Follikeln der Ovarien eingeschlossenen Eier von den Spermatozoen aufgesucht werden (p. 256), ja, bei *Aulastomum* und *Piscicola* sogar ein Eindringen der Spermatozoen in die unreifen Eier zu beobachten ist (85, p. 426 und 83, p. 79).

Es dürfte demnach auch bei den Würmern nicht daran gezweifelt werden können, 1) dass der Keimfleck sich in Partikelchen zertheilt und schließlich ganz verschwindet, 2) dass das Keimbläschen ebenfalls zu Grunde geht.

Mollusken. W. FLEMMING (23, 24) untersuchte (1874 und 1875) die ersten Entwicklungserscheinungen am Muschellei und kam in Bezug auf vorliegenden Punkt zu einem Resultat, welches er bei Zusammenfassung seiner Hauptergebnisse als erste These so niederlegte: »Die Eizelle (Keim) von *Anodonta* macht vor ihrer ersten Theilung ein Stadium durch, in welchem sie kernlos ist« (p. 290). Nach FLEMMING'S Annahme sind solche Eier bereits vorher befruchtet.

N. BOBRETZKY (14, 1877) giebt von den Gastropoden (*Nassa mutabilis* Lam.) an, dass der Kern im frisch gelegten Ei meist nicht aufzufinden gewesen sei, doch habe er einmal an einem Ei, welches schon Rich-

tungskörper trug, einen homogenen Kern beobachtet (p. 97). C. RABL (75, 1875) sagt bei Untersuchung der Ontogenie der Süßwasserpulmonaten (p. 197): »Alle kompetenten Beobachter stimmen darin überein, dass das Keimbläschen bald nach der Befruchtung verschwinde und erst unmittelbar vor dem Beginn der Dotterfurchung wieder zum Vorschein komme.« Nach H. FOL (26, 1875) ist das Ei der Pteropoden bei der Ablage des Keimbläschens beraubt und enthält außer dem Dotter nur eine fein punktirte Protoplasmamasse (p. 105). Dasselbe ist nach FOL (27, 1876) der Fall bei Heteropoden, speciell bei *Firoloides*. Auch hier war das junge Eierstocksei mit einem auffallend großen Keimbläschen ausgerüstet. Mit der Reifung des Eies schwindet zunächst der Keimfleck¹, dann das Keimbläschen und zwar bereits beim Marsch durch den Uterus (p. 111). Verfasser bezeichnet es als einen *erreur complète* zu glauben, dass der *Nucleus persistire* und durch Theilung die ersten Furchungskerne hervorbrächte (p. 113). — Nun hat F. BLOCHMANN (12, 1882) die Entwicklung der *Neritina fluviatilis* Müll. untersucht und giebt an (p. 132), am abgelegten Eie bestehe die erste Veränderung darin, dass das Keimbläschen Einbuchtungen bekomme. Dann verschwinde die Kernmembran völlig, der Keimfleck zerfalle in Bruchstücke und diese ordnen sich zur Kernplatte. BLOCHMANN bemerkt, dass er alle Übergänge gesehen habe.

In Bezug auf die Cephalopoden hat E. RAY LANKESTER (77, 1875) ebenfalls beobachtet, dass das Keimbläschen in Ovarialeiern deutlich vorhanden ist, jedoch verschwindet, sobald das Ei, von seiner Ursprungsstelle sich ablösend, in den Oviduct gelangt² (p. 39). Über die Zeit der Befruchtung ist ihm nichts bekannt.

Auch hier ergibt sich aus den angeführten Beobachtungen, dass das Keimbläschen verschwindet, und zwar wahrscheinlich unter vorherigem Verlust des Keimflecks. Nach BLOCHMANN'S Angaben scheint es vorzukommen, dass der kernlose Zustand des Eies nur von sehr geringer Dauer resp. gleich Null geworden ist.

Arthropoden. Von den Dekapoden berichtet uns P. MAYER (65, 1877) so: »Das frisch gelegte, noch weiche Ei, an welchem sich trotz Druckes mit dem Deckglase und durch die gewöhnlichen Reagentien kein kernähnliches Gebilde nachweisen lässt, zeigt nach Verlauf weniger

¹ H. FOL (27, p. 111): Le nucléole conserve les mêmes dimensions proportionnelles que précédemment comparées à celles du noyau, puis il devient indistinct et n'existe plus chez les ovules mûrs; il paraît s'être dissous dans la substance du nucléus.

² E. RAY LANKESTER (77, p. 39): The egg is now a homogeneous mass of granular elements with a small amount of intergranular plasma.

Stunden, während deren auch die Erhärtung der Hüllen vor sich geht, einen deutlichen Kern (p. 212). — Nach ISHIKAWA (1885) verschwindet das Keimbläschen bei *Atyephira compressa* de Haan bereits im Ovarium. Trotz hunderter von Schnitten hat derselbe es in solchen gereiften Eiern niemals auffinden können¹.

STUHLMANN (96, 1886) untersuchte die Präparate KENNEL's von *Peripatus Edwardsii* und theilt darüber mit (p. 189—193), dass bei den gereiften Ovarialeiern die Anfangs im Keimbläschen zerstreuten Chromatinkörnchen sich zu Kugeln neben dem Keimfleck zusammenballen (seine Fig. 227 ist sehr ähnlich meiner Fig. 14). So zeigen sich die Eier auch noch zum Theil im *Receptaculum ovarum*. Weiter kommen dort solche vor, welche an Stelle des Keimbläschens eine ähnliche Spindel haben, wie ich sie bei Phalangiden fand. Über deren Genese ist nichts bekannt. Die Befruchtung findet nach A. SEDGWICK (87, 1885) bei *Peripatus capensis* (p. 355) bereits im Ovarium statt.

Nach HEATHCOTE (1886) zeigt der Nucleus des gereiften Ovarialeies (*ovarian ovum just before hatching*) von *Julus terrestris* eine zarte vielfach eingebuchtete Umgrenzung, während in den eben abgelegten Eiern an Stelle desselben ein Häufchen von Chromatinkörnern bemerkt wird². Nach STUHLMANN (96, 1886) ist in älteren Eiern von *Julus* überhaupt kein Kern mehr vorhanden, eben so wenig wie in denen von *Glomeris marginata* (p. 184—189). — Über die im Eileiter befindlichen Eier von *Geophilus ferrugineus* C. Koch und *G. proximus* C. Koch heißt es bei N. SOGRAFF (89, 1882): »Das ganze Ei ist mit Dotter gefüllt, das Keimbläschen, so wie auch der Dotterkern sind nicht mehr zu sehen« (p. 583).

»Das Keimbläschen nebst dem Keimfleck gehen allmählich zu Grunde« in den reifenden Eiern des Skorpions nach E. METSCHNIKOFF (68, p. 208, 1871).

In dem abgelegten Ei von *Pholcus opilionoides* hat E. CLAPARÈDE (22, 1862) niemals die geringste Spur des Keimbläschens entdecken können (p. 5) und von *Philodromus limbatus* theilt H. LUDWIG (63, 1875) mit: »Das Keimbläschen, das, wie bei allen Spinneneiern, an den Eierstockseiern in mächtiger Entwicklung, von deutlich doppelt kontourirter Membran umgeben, erkennbar war, ist an dem abgelegten Eie nicht mehr aufzufinden; wenigstens gelang es mir niemals, an abgelegten Eiern, so frühzeitig ich sie auch untersuchte, eine Spur davon zu entdecken. Über die näheren Vorgänge bei seinem Hinschwinden habe ich keine Beobachtungen gemacht.«

¹ CHIYOMATSU ISHIKAWA (24, p. 405): All that I can say is that the germinal vesicle disappears while the egg is still in the ovary.

² F. G. HEATHCOTE (39, p. 453): The nucleus is no longer a distinct vesicle, but its position is marked by the chromatin granules alone. There is no nucleolus.

In älteren Eiern von *Periplaneta orientalis*, *Gryllotalpa vulgaris* und *Locusta viridissima* hat STUHMANN (96, 1886) kein Keimbläschen gefunden (p. 134—137); eben so wenig bei *Aphrophora spumaria* (p. 178).

Von *Musca vomitoria* schrieb bereits A. WEISMANN (98, 1863): »Ein Keimbläschen ist in dem frisch gelegten Ei in der Regel nicht mehr vorhanden« (p. 164). STUHMANN (96, 1886) bestätigt es (p. 151).

Bei *Zygaena filipendula* löst sich nach STUHMANN (96, 1886) der Keimfleck in Körnchen auf, dann schwindet der Kontour des Keimbläschens und schließlich dieses selbst völlig (p. 144—148).

Schon FR. STEIN (91) hatte in den reifen Eiern der Käfer niemals ein Keimbläschen mehr wahrnehmen können.

Von *Oecanthus niveus* schreibt H. AYERS (2, 1884), dass das Keimbläschen in den Ovarialeiern spurlos verschwinde¹.

STUHMANN (96, 1886) hat ebenfalls zahlreiche Käfer auf vorliegenden Punkt hin untersucht (*Carabus nemoralis* und *auratus*, *Pterostichus elatus*, *Dytiscus marginalis*, *Necrophorus vespillo*, *Geotrupes* und *Cetonia*, *Lina populi* und *Lycus aurora*). Hier ist das Keimbläschen und der Keimfleck Anfangs sehr groß, dann tritt mit der Reifung des Eies vielfach zunächst ein Schwinden des Keimflekes ein. Bei *Carabus auratus* leitet sich dieser Vorgang damit ein, dass neben dem Keimfleck Chromatinkügelchen auftreten, dann wird der Keimfleck kleiner und schließlich schwinden Keimfleck und Kügelchen (p. 120). Bei *Dytiscus marginalis* vertheilt sich das Chromatin in feine Massen durch das Keimbläschen, um weiterhin ganz zu verschwinden (p. 123). — Nachdem so das Chromatin aus dem Keimbläschen entschwunden ist, wird dieses faltig und ausgezackt und geht schließlich ganz dem Auge verloren. »In größeren Eiern war es mir nicht möglich, auch nur eine Spur eines Keimbläschens oder Eikernes aufzufinden«, so sagt STUHMANN (96, p. 120) vom *Carabus nemoralis*:

Über die Umwandlung des Kernes in reifenden Eiern von *Colymbetes fuscus* L. hat neuerdings L. WILL (99, 1886) ausführlich berichtet. Er stellt den Vorgang so dar, dass die peripherischen Kerntheile sich in Eisubstanz umwandeln, wodurch der Kern eine buchtenreiche Oberfläche bekommt. Gleichzeitig zerfallen die Chromatinstücke in immer kleinere Partikelchen. So soll der Kern immer kleiner werden, schließlich an die Oberfläche rücken, »sich auf derselben ein wenig ausbreiten und sich allmählich in feinkörniges Protoplasma umwandelnd als Kern schwinden — doch nicht ganz. Ein kleiner Theil der Kernmasse bliebe

¹ H. AYERS (2, p. 235): In the ovarian egg after the disappearance of the germinative vesicle no traces of nuclei are to be found.

nach Analogie meiner Befunde bei *Dytiscus* von der Metamorphose in *Eiplasma* verschont, indem sich in der Umgebung einiger Chromatigranula ein Quantum hellen Kernsaftes ansammelt, welche beide Theile dann die Gestalt eines kleinen hellen Bläschens von runder Form annehmen« (p. 353). Hieran soll Spindelbildung eintreten, welche zur Ausstoßung der Richtungskörperchen hinführe.

Auch bei den Hymenopteren muss STUHMANN (96, 1886) bekennen: »Im reifen Ei war nie ein Keimbläschen oder Eikern zu finden« (p. 177). *Trogus lutorius* und *Banchus fulvipes* verlieren zuerst den Keimfleck, dann das Keimbläschen. Außer diesen beiden untersuchte Verf. noch *Vespa germanica* und *media*, *Bombus terrestris*, *Anomalon circumflexum*, *Ophion luteum* und *ventricosum*.

STUHMANN (96) stützt sich bei seinen Deduktionen vielfach auf die angebliche Thatsache, dass bei Aphiden und *Cecidomyia* das Keimbläschen nicht schwinde (p. 206). Ich möchte hiergegen doch den Ausspruch BÜTSCHLI'S (20, 1876) anführen, welcher Aphiden untersucht hat; derselbe sagt (p. 249), dass man auf *Pseudova* trifft, »die keine Spur eines Kernes mehr erkennen lassen, und es unterliegt keiner Frage, dass derselbe auch hier verschwindet« (cf. auch BALFOUR [6] p. 72). E. WITLACZIL (100, 1884) spricht es ebenfalls nur als eine Vermuthung aus, dass die Furchungskerne durch Theilung aus dem Keimbläschen entstanden seien (p. 567). Es dürfte demnach die Angabe von E. METSCHNIKOFF (69, 1863), welcher eine direkte Theilung des Keimbläschens annimmt, doch nicht so unzweifelhaft feststehen, zumal da sie auch die bei Weitem älteste von den dreien ist.

Zum Schluss führe ich noch die Worte von A. SCHNEIDER (83, 1883) an (p. 268): »Bei sämtlichen Eiern der Insekten wird früher oder später das Keimbläschen unsichtbar. Dieser Vorgang besteht bekanntlich in einer bis zum Unsichtbarwerden gehenden Vertheilung des Kernes und ist die Vorbereitung zur Bildung einer Kernspindel, wie ich dieselbe unter den Insekten auch bei *Chironomus Grimmii* gefunden habe. Die Art, wie dieses Verschwinden stattfindet, habe ich bei *Chironomus* genau verfolgen können. Schon bald nach dem Auftreten des Eies löst sich der Kern in eine Anzahl Bläschen auf.«

Also dürfte auch bei den Arthropoden an dem thatsächlichen Schwunde des Keimbläschens nicht gezweifelt werden können. Mehrfache Beobachtungen sprechen bereits dafür, dass auch hier zunächst ein Zerfallen der chromatischen Bestandtheile des Kernes in feinere Partikelchen stattfindet und dass weiter diese mitsammt dem Keimbläschen sich dem Auge entziehen. STUHMANN (96) unterscheidet zwei Weisen für das Unsichtbarwerden des Keimbläschens: 1) durch amö-

boides Zerfließen, 2) durch Veränderung seiner Struktur (p. 212). — Ich halte diese Unterscheidung für nicht zulässig: Durch amöboides Zerfließen kann das Keimbläschen nur dann unsichtbar werden, wenn zum wenigsten seine chromatischen Bestandtheile vorher ihre Struktur verändert haben. Man kann die beiden Vorgänge unmöglich in Opposition bringen.

L. WILL (99) lässt vom Kern ein Bläschen mit einigen Chromatingranulis übrig bleiben, welches nicht verloren geht. Es erinnert die Angabe an meine Protocyten und weckt den Gedanken, ob wir es hier nicht bereits mit einer Neubildung zu thun haben.

Tunicaten. A. KOWALEWSKI (55, 1866) untersuchte *Phallusia mamillata* Cuv. und *Ascidia intestinalis* und theilt darüber mit: »Einen Kern konnte ich nur an den unreifen Eiern auffinden, an den reifen war er meist schon nicht mehr zu sehen« (p. 3). — Auch C. KUPFFER (57, 1870) hat in den gereiften Eiern der Ascidien keinen Kern beobachtet, denn er spricht beim Furchungsprocess von dem »Aufreten des ersten Kernes im ungetheilten Dotter« (p. 128). Nach STRASBURGER ist bei *Phallusia mamillata* »von dem ursprünglichen Kern im reifen Ei auch nicht die Spur mehr zu erkennen« (p. 189).

Es scheint demnach also auch bei Tunicaten der Kern zeitweilig völlig zu verschwinden.

Wirbelthiere. Vom *Amphioxus* berichtet B. HATSCHEK (38, 1881): »An allen (eben abgelegten) Eiern war das Keimbläschen geschwunden und an dem nur wenig durchsichtigen lebenden Ei nichts von den Resten desselben wahrzunehmen« (p. 20). Dann trat Ausstoßung der Richtungskörperchen und Befruchtung ein.

Die Untersuchungen an der Bachforelle führten J. O. OELLACHER (71, 1872) dazu, zum Schluss eine Reihe von Sätzen aufzustellen, von denen ich hier den fünften anführen will, da aus ihm hervorleuchtet, dass das Keimbläschen gänzlich untergeht: 5) »Im Forelleneie geht der Ausstoßung des Keimbläschens die Eröffnung seiner Membran auf der Oberfläche des Keimes vorher und bleibt dieselbe, nachdem ihr Inhalt ausgestoßen, noch einige Zeit als auf dem Keime ausgebreitetes Schleierchen zurück, um endlich auch zu verschwinden« (p. 25). — Auch WALDNER (97) hat das abgelegte Ei der Forelle kernlos gefunden.

Von *Rana temporaria* schreibt O. HERTWIG (45, 1877, p. 41): »Bei *Rana temporaria* konnte ich schon an Eiern, die ich aus der Bauchhöhle entnahm, vom Keimbläschen keine Spur mehr nachweisen. Es gelang mir trotz vielfältiger Bemühungen nicht, Zwischenstadien aufzufinden, welche diesen Befund mit den zuletzt beschriebenen Bildern hätten verknüpfen und Aufschluss geben können über die Art und Weise, in

welcher der vollständige Untergang des Keimbläschens herbeigeführt wird.« Einen ähnlichen Befund lieferten ihm die Eier aus dem Eileiter von *Rana esculenta*.

Als kräftige Stütze für die von mir vertretene Ansicht möchte ich hier (und mehr noch im folgenden Kapitel) A. GOETTE'S Entwicklungsgeschichte der Unke (1875) nennen. Nach GOETTE (30) enthält die dritte und letzte von ihm beobachtete Form von reifen Eierstockseiern keine Spur eines Keimbläschens mehr (p. 22). Derselbe betont, entgegen der Annahme früherer Forscher, ausdrücklich, dass auch die Keimflecke im Ei verschwunden seien (p. 29) und sagt p. 26: »So kann ich denn die Betrachtung des reifen Eies mit dem Ergebnisse schließen, daß alle seine Veränderungen im Eierstocke und Eileiter nur die unmittelbare Fortsetzung und den Abschluss jenes schon im ersten Anfange der Eibildung eingeleiteten Processes bilden, dessen Bedeutung in der Zerstörung der Zellenreste innerhalb des Ovarialfollikels und in der Herstellung eines Keimes beruht, welcher aus einer gleichartigen und in keinem Theile organisirten Masse besteht.« — Abgesehen von der sonstigen Auffassung GOETTE'S vom Wesen des Eies geht aus den angeführten Worten unzweifelhaft hervor, dass derselbe das gereifte Ei für völlig kernlos hält. Wie ich die Worte auffassen muss, besagen sie im Grunde genommen nichts Anderes, als der oben (p. 142) citirte Ausspruch HAECKEL'S (36), in welchem das Monerenstadium des Eies für eine gewisse Zeit angenommen wurde.

G. REIN (78, 1883) hat zwar am Ei des Kaninchens das eigentliche Schwinden des Keimbläschens nicht bemerkt, aber doch einige Beobachtungen gemacht, welche entschieden auf den Beginn des Schwundes hindeuten. Es rückt nämlich bei der Reife das Ei zunächst an die Zona heran, neben dem Keimfleck erscheinen in einem Häufchen kleinere Flecke. Der Keimfleck wird kleiner und ebenfalls die Körnchen, welche sich im Keimbläschen vertheilen (p. 245), und nun sagt Verf.: »schließlich ist mir keine Spur mehr von Keimflecken zu finden gelungen« (p. 246). Weiter geht das Keimbläschen aus »einem bläschenförmigen Zustande zu einem homogenen, protoplasmaähnlichen Klümpchen« über, »der aktive, amöboide Bewegungen ausführen kann«. Aus der Volumabnahme des Keimbläschens schließt Verf. auf den Übergang einiger Bestandtheile desselben in den Dotter (p. 249). Die Reifungserscheinungen zählt er so auf: 1) Corona radiata, 2) peripherische Lage des Keimbläschens, 3) Auflösung des Keimfleckes, 4) Schwund des Keimbläschens, 5) Auftreten eines Richtungskörperchens etc. — Schon vorher hatte ED. VAN BENEDEN das Schwinden des Keimbläschens angegeben.

Die angeführten Untersuchungen bestätigen also auch für die Wirbelthiere den unzweifelhaften völligen Schwund des Keimbläschens, sei es, dass dasselbe nur bis an die Peripherie des Eies hinan, sei es, dass dasselbe, unter Platzen, noch darüber hinaus rückt. Auch hier fehlt es nicht an Andeutungen, dass der Auflösung desselben zunächst ein Zerfallen der chromatischen Substanz in einzelne Körnchen und ein Verschwinden derselben vorangeht.

Als Endresultat dieses Kapitels können wir demnach das Ergebnis aufstellen, dass bei sämtlichen Thierklassen ein zeitweiliges Schwinden des Keimbläschens beobachtet worden ist, welches vielleicht immer sich in der Weise in Scene setzt, dass zunächst eine Zerbröckelung der chromatischen Substanz stattfindet und dass sich alsdann das Gesamtkeimbläschen dem Auge entzieht.

Freie Kern- und Zellbildung. Auftreten des Urkernes (Protokaryon) und damit der Protoctyten.

Wir hatten oben (p. 139) gesehen, dass in den Psorospermien der Gregarinen der Kern verschwunden war. Nach VAN BENEDEN (10, 1874) tritt ein Urkern wieder auf als lichtbrechendes Körperchen von rundlicher Gestalt¹. Verf. hielt dies Gebilde für den Nucleolus, um welchen sich als heller Hof der Nucleus einstellen sollte; doch glaube ich mit BÜTSCHLI (20, p. 408, Anm.) in dem sogenannten Nucleolus den jugendlichen Kern erblicken zu sollen, während der helle Hof einer besonderen Plasmazone zuzuschreiben sei.

E. VAN BENEDEN (9, 1876) hat auch bei den Dicyemiden die Beobachtung gemacht, dass ein »germigène« ohne Betheiligung seines Kernes eine Anzahl von Keimen endogen hervorbringt. In dem Plasma sollen gleichzeitig drei, vier oder eine größere Zahl rundlicher Kerne entstehen, die Anfangs klein und dunkel, mit ihrem Wachsthum heller werden und sich sogleich mit einem weniger stark granulirten Plasmahofe umgeben.

Coelenteraten. Wir hatten schon oben gesehen, dass bei Mitrocoma Annae nach O. HERTWIG (46, 1878) der Urkern zunächst als fasrige Spindel hervortritt (v. o. p. 144).

Echinodermen. Nach H. FOL (28, 1877) macht das verschwindende Keimbläschen bei Asterias glacialis, Sphaerechinus brevispinosus und Toxopneustes lividus einem Amphiaster Platz (p. 118) und auch

¹ E. VAN BENEDEN (10, p. 349): Mais bientôt on voit un noyau se développer à l'intérieur du corps du cytode. Certains éléments chimiques, primitivement répandus dans la masse du plasson se séparent pour former un corpuscule réfringent de forme arrondie.

O. HERTWIG (46, 1878) giebt an, dass an Stelle des verschwindenden Keimbläschens und Keimfleckes bei *Asteracanthion* eine Spindelfigur tritt (p. 158 ff.)

Würmer. Bei *Sagitta* legten sich nach O. HERTWIG (46, 1878) Eikern und Spermakern an einander, verschwinden »und es bildet sich eine Doppelstrahlung aus, in welcher Essigsäure eine Spindel zum Vorschein bringt« (p. 190).

Vor dem Auftreten der ersten Kernspindel im befruchteten Ei von *Cucullanus elegans* liegt nach BÜRSCHLI's (20) Vermuthung (1876) folgendes Stadium: »Statt des Kernes zeigt sich hier nur eine undeutlich umschriebene Stelle im Dottercentrum, in deren Inneren eine Anzahl dunkler, körniger Stäbchen unregelmäßig durch einander liegen« (p. 226). Auch A. SCHNEIDER (83, 1883) hat bei demselben Thiere beobachtet, dass in dem Ei einzelne punktförmige, stark lichtbrechende Körper auftreten, »welche später die Äquatorialplatte der Kernspindel bilden. Bald sind sie zu einem, bald mehreren Haufen vereint« (p. 10).

Über O. HERTWIG's (45, 1877) Beobachtung einer Spindelfigur im Ei von *Haemopsis* und die der Spindel vorhergehenden Körnchen habe ich mich bereits oben (p. 148) ausgesprochen. Bei *Aulastomum* verwandelt sich nach A. SCHNEIDER (84, 1880) das Keimbläschen in einen Amphiaster (p. 256).

Bei *Triarthra* hat BÜRSCHLI (20, 1876) die Neubildung eines Kernes gesehen, »der zuerst als eine sehr kleine, helle Stelle erschien, rasch zu einem scharf begrenzten, sehr hellen Bläschen heranwuchs, sodann plötzlich undeutlich wurde, worauf die Theilung begann« (p. 247).

Mollusken. Nach dem Verschwinden des Kernes im Ei von *Lacinularia socialis* geht die Kerneubildung nach W. FLEMMING (23, 1875) so vor sich: »Nach einiger Zeit zeigt sich . . . in der Mitte desselben eine matthelle Stelle, blass und undeutlich begrenzt. Sie streckt sich in die Länge, womit sie noch unkenntlicher wird und um sie her tritt eine radiäre Anordnung der Dotterkörner auf. . . . Bald nach der Trennung werden die Radien undeutlich und es tritt . . . anstatt der Strahlenfigur ein Kern auf, nicht plötzlich anschießend, sondern allmählich sich verdeutlichend« (p. 182—184).

Von dem Ei der *Nassa mutabilis* Lam. giebt N. BOBRETZKY (14, 1877) an, dass nach der Ablage eine Spindel mit polaren Strahlen in demselben auftrete, während F. BLOCHMANN (12, 1882) an *Neritina fluviatilis* Müll. die Umordnung des in Bruchstücke zerfallenen Keimfleckes in die Kernplatte in allen Stadien beobachtet zu haben angiebt (p. 132). Es ist wirklich sehr schade, dass Letzterer uns genauere Angaben über diesen wichtigen Vorgang vorenthalten hat.

Bei den Cephalopoden (*Loligo* und *Octopus*) entstehen die Urkerne als kleine, allmählich wachsende Punkte in der homogenen Eimasse nach E. RAY-LANKESTER (77, 1875). Derselbe nennt sie »autoplasts«.

Arthropoden. Bei Dekapoden entsteht nach P. MAYER (65, 1877) in dem frisch gelegten Ei nach wenigen Stunden ein deutlicher Kern, der dann Theilungen einleitet. STUHLMANN (96, 1886) beschreibt an den Eiern aus dem *Receptaculum ovarum* von *Peripatus Edwardsii* Spindelfiguren, wie schon oben mitgetheilt.

Die von F. G. HEATHCOTE (39, 1886) in jungen Eiern von *Julus terrestris* beobachteten (p. 453) und z. B. in Fig. 3 und 46 abgebildeten Häufchen von Chromatinkörnern im Plasma dürften wohl nach Analogie mit Phalangium für Jugendstadien von Protocyten in Verwendung genommen werden können. — Das jüngste von N. SOGRAFF (89, 1882) bei *Geophilus ferrugineus* C. Koch und *G. proximus* C. Koch untersuchte Furchungsstadium zeigte eine Spindelfigur, deren Chromatin in zwei Stäbchengruppen zertheilt war.

Nach W. SALENSKY (81, 1871) sammelt sich zwischen den Dotterpyramiden von *Theridium lineatum* feinkörniges Plasma, in dem Kerne eingeschlossen sind. Verf. betrachtet sie als durch »freie Zellbildung« entstanden. — W. A. LOCY (61, 1886) beobachtete den ersten Furchungskern bei *Agelena naevia* als einen großen, ovalen, feinkörnigen Körper in einem Plasmahofe, welcher nach ihm ohne Zweifel vom Keimbläschen abstammt und später Theilungen einleitet (p. 70). Der erste Furchungskern ist hier also jedenfalls verschieden vom Keimbläschen, durch Theilung kann er nicht aus demselben hervorgegangen sein, denn sonst wären deren zwei vorhanden, eine einfache Veränderung des Keimbläschens kann auch nicht vorliegen, denn sonst würde Verf. wohl angegeben haben, worin sie bestehe; also werden wir es auch hier mit einer Neubildung zu thun haben.

Von der *Grylotalpa* schreibt A. KOROTNEFF (52, 1885): »Dass die ersten Zellen direkt aus dem Keimbläschen entstehen, habe ich nicht beobachten können. Indessen bezweifle ich diese Möglichkeit nicht. Die ersten sich im Dotter durch Theilung bildenden Zellen sind nicht groß und bewegen sich amöbenartig. Der Zahl nach sind es vier oder fünf« (p. 571). Bis nicht die Theilung beobachtet ist, möchte ich auch diese Bildung für meine Ansicht in Anspruch nehmen. Cf. auch die Angaben von E. WITLACZIL (100, oben p. 452) über Aphiden.

Bei *Musca vomitoria* lässt STUHLMANN (96) den ersten Furchungskern repräsentirt sein durch eine helle Stelle im oberen Ende des Eies. Chromatin konnte derselbe darin nicht nachweisen, glaubt aber doch an die Kernnatur des Gebildes. Wahrscheinlich ist dasselbe mit einer

jungen Kernanlage, dem Netzwerke, bei Phalangium zu homologisiren. — Weiter fand STUHMANN bei demselben Thiere eine große Anzahl von Kernen mit Chromatingehalt in der oberflächlichen Dotterschicht besonders des vorderen Eipoles und glaubt, dass sie durch außerordentlich rasche Theilungen entstehen, fügt aber hinzu: außerordentlich bemerkenswerth erscheint mir, dass ich hier trotz der rapiden Vermehrung niemals karyokinetische Figuren sah, auch nicht bei Behandlung mit FLEMMING'scher Lösung und Safraninfärbung« (p. 156). STUHMANN glaubt daher direkte Zerschnürung annehmen zu müssen¹, doch sind seine wenigen Abbildungen (Fig. 110 und 111) wenig überzeugend. Könnte hier nicht für die meisten der Kerne gerade bei der Schnelligkeit ihres Auftretens eine »freie Kernbildung« vorliegen?

Weiter fand STUHMANN bei drei nach seiner Ansicht unzweifelhaft parthenogenetischen Eiern von *Sphinx ligustri* in der unteren Schicht des Keimhautblastems eine große Anzahl dunkel gefärbter Kerne, welche nach ihm von einer ziemlich frühen Furchung des Eikernes herrühren müssen. »Er muss also schon bei allen Eiern so früh als solcher vorhanden sein und sich nur nicht nachweisen lassen« (p. 143). An Stelle derartiger Hypothesen ist es jedenfalls einfacher, auch hier eine »freie Kernbildung« anzunehmen.

Tunicaten. Auf die Angabe STRASBURGER's (93, 1875), die Neubildung des Kernes bei Eiern von *Phallusia mamillata* aus einer Anschwellung der Hautschicht (p. 190) will ich weiter kein Gewicht legen, dagegen schrieb C. KUPFFER (57, 1870): »Das Auftreten des ersten Kernes im ungetheilten Dotter zeigt sich als eine erst ganz kleine, helle Lichtung, die rasch bis zu einer gewissen Grenze wächst, dann sich theilt« . . . (p. 128).

Wirbelthiere. Die sechste These J. ÖLLACHER's in seinen Beiträgen zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthiereie (74) lautet: 6) »Das Keimbläschen steht in keinem Wirbelthiereie in genetischer Beziehung zu den Kernen der ersten Furchungskugeln, vielmehr entstehen dieselben ganz unabhängig von ihm« (p. 25).

Sehr ausführlich und genau hat A. GOETTE (30, 1875) das Auftreten der Urkerne bei der Unke beschrieben, und da ergeben sich sehr wesentliche Übereinstimmungen mit meinen Beobachtungen: In dem frisch gelegten, befruchteten Eie des Bombinator tritt zuerst der Dotterkern GOETTE's auf, eine »helle Stelle, die histologisch nicht näher begrenzt war«. Dieser Dotterkern rückt »gegen die Dotteroberfläche, worauf in seinem Inneren sich ein zartes, rundes Körperchen

¹ Vgl. Bemerkungen während der Korrektur (p. 166) Nr. 2.

bildet — der erste Lebenskeim, welcher die weitere Entwicklung des Eies hervorruft« (p. 54). Nun verschwindet der Dotterkern allmählich und der »Lebenskeim« zieht sich biskuitförmig aus einander »Aber der Inhalt der Lebenskeime verändert sich alsbald sehr wesentlich: nach der zweiten Dottertheilung erkennt man bei stärkeren Vergrößerungen, dass in der scheinbar homogenen Keimsubstanz eine wechselnde Anzahl runder, heller Körperchen aufgetreten ist — die Kernkeime« (p. 64). »Diese letzteren entstehen in der zarten Substanz der Lebenskeime als etwas festere Protoplasmaklumpchen oder -körner, welche durch Karmin lebhafter gefärbt werden, als die übrige Masse und dadurch schon an den Unterschied eines Zellkernes vom Zellenleibe erinnern . . . ; ich konnte sie erst nach der zweiten Dottertheilung wahrnehmen, fand aber alsdann schon mehrere vor, welche im Lebenskeim zerstreut lagen und niemals sichere Anzeichen eines Wachstums und einer Fortpflanzung bei ihrer auffallend raschen Vermehrung offenbarten. Deshalb wird mir die freie Bildung jedes einzelnen Kernkeimes wahrscheinlich« (p. 99). (Später) »tritt auch eine wesentliche Umwandlung der Kernkeimhaufen ein; sie verschmelzen zu soliden Körperchen, welche Anfangs einen unregelmäßigen Umriss haben und während einiger Zeit in ihrem Inneren eine netzförmige Zeichnung, die letzte Spur ihrer Zusammensetzung aus den einzelnen Kernkeimen bewahren, endlich aber scharf begrenzt, rund und ohne weitere Zeichnung fein granulirt, kurz — wirkliche Zellenkerne werden« (p. 63).

Es leuchtet aus dieser Darstellung GOETTE's ohne Weiteres ein, dass die Kernkeime nichts Anderes sind, als die von mir beobachteten Chromatinkörnchen, dass wir in dem Lebenskeime die chromatin-gesättigte, plasmatische Ansammlung wieder erkennen können, die als schwach gefärbter Hof an den mit heißem Wasser gehärteten Phalangideneiern hervortritt (cf. Fig. 36, 39—42), und dass wir schließlich dem Dotterkerne unser plasmatisches Netzwerk gleichsetzen dürfen. Die frühe Zerklüftung des Dotters beim Ei der Unke ist allerdings eine erhebliche Abweichung; doch beeinträchtigt sie nicht die wesentliche Übereinstimmung, dass auch hier die Kerne durch Verschmelzung von Chromatinkörnchen sich konsolidiren, und dass diese Chromatinkörnchen als eine freie Bildung »aus der formlosen, feinkörnigen oder punktierten Masse« (p. 62), dem Plasma entstehen. Ich habe die Übereinstimmung mit der GOETTE'schen Beobachtung um so freudiger begrüßt, als schon lange vor der Bekanntschaft mit derselben meine Untersuchungen mich zu dem gleichen Resultate geführt hatten.

Pflanzen. Zum Schluss möchte ich kurz auf die Verhältnisse der

»freien Zellbildung« bei Pflanzen hindeuten. In der ersten Auflage des Buches von E. STRASBURGER (93) »Über Zellbildung und Zelltheilung« (1875) theilt derselbe in Bezug auf die Eier von *Ephedra altissima* (eine Gnetacee), *Ginkgo biloba* und *Picea vulgaris* (Coniferen) so wie von *Phaseolus multiflorus* (eine Papilionacee) mit, dass nach der Befruchtung der Zellkern schwinde, indem sich seine Masse in der Substanz des Eies vertheile. Sobald der Eikern verschwunden ist, treten dann bei *Ephedra* »in dem äußerst feinmaschigen, als homogen bezeichneten Theile des Eies verdichtete Stellen auf, die gleichzeitig in Mehrzahl sichtbar werden« (p. 2). Bei *Ginkgo* werden mehr denn dreißig Kerne (p. 5), bei *Picea* deren vier (p. 24) gleichzeitig gebildet, bei *Phaseolus* wächst der neue, von einem hellen Hofe umgebene Kern aus einer punktförmigen Verdichtung allmählich heran (p. 7).

Dagegen heißt es in der dritten, völlig umgearbeiteten Auflage (94, 1880) über *Ephedra*: Nach erfolgter Befruchtung theilt sich der »Keimkern« und seine Descendenten wandern aus einander in die beiden Enden des Eies« und weiter »wie bei *Ephedra* sehen wir auch den Keimkern von *Ginkgo biloba* frei sich theilen« (p. 45) und auch bei *Picea* soll sich nun der Zellkern nach erfolgter Befruchtung erst in zwei, dann diese in vier Kerne sondern (p. 46). — Die Angabe über *Phaseolus* ändert er dahin ab, dass das als Kern beschriebene Gebilde als Kernkörperchen, der helle Hof als Kern aufzufassen sei (cf. oben Gregarinen p. 155). Dass diese Kerne später desorganisirt werden (p. 6, 28), interessirt hier weiter nicht.

Schließlich sagt derselbe (94, p. 324): »Für freie Kernbildung im Pflanzenreiche wissen wir Beispiele nicht mehr anzuführen und enthalten uns einer Besprechung der im Thierreiche noch gültigen Fälle, weil dieselben erst weiterhin sicher zu stellen sind.«

Wodurch ist nun aber STRASBURGER zu diesem gewaltigen Umschwunge in seiner Ansicht veranlasst worden? Die von ihm in der dritten Auflage angenommene Theilung des Keimkernes in die zahlreichen Abkömmlinge hat derselbe nicht direkt beobachtet. In seinem Werke (92) über die Angiospermen und Gymnospermen (1879) sagt er, er schliesse aus der allmählichen Vermehrung der Zellkerne, »die sich gleichmäßig und frei im Plasma des Eies vertheilen«, auf eine Theilung des Keimkernes und seiner Nachkommen (p. 449). — Von *Ephedra* sagt er daselbst (p. 153), dass er früher eine Auflösung des Keimkernes annehmen zu müssen geglaubt habe; in Wirklichkeit theile sich jedoch dieser Kern. Seine Fig. 31 auf Taf. XVII, welche das Ei gleich nach der Befruchtung zeigt, enthält nur einen Kern, die Fig. 32 deren zwei.

Ich habe mich vergeblich bemüht, in seinen Schriften einen aus-

fürlicheren Beweis für die Richtigkeit seiner jetzigen Ansicht zu finden¹; denn das von mir Angeführte genügt nach meiner Meinung nicht, die Falschheit seiner früheren Auffassung darzuthun. Beide Ansichten, die ältere und die jüngere, haben einstweilen noch gleichviel Berechtigung. Die ältere gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn für das Thierreich dieselben Vorgänge angenommen werden müssen, die sie für die Pflanzen voraussetzt. Denn nach dem biogenetischen Grundgesetze, und an dessen Richtigkeit kann füglich nicht gezweifelt werden, müssen wir zur Zeit der Befruchtung, wo das Leben des Individuums seinen Anfang nimmt, die größten Ähnlichkeiten zwischen Thier und Pflanze erwarten.

Ich hege die Hoffnung, ja ich kann wohl sagen, die feste Überzeugung, dass die ältere Auffassung STRASBURGER'S von der »freien Kernbildung« in den Eiern der Pflanzen, sich in nicht zu langer Zeit als richtig erweisen wird.

Fasse ich noch einmal kurz das im vorigen Kapitel Besprochene zusammen, so ergibt sich, dass die entstehenden, oder sich schon weiter umbildenden Protocyten als sich mehr und mehr verdeutlichende Flecke im Ei (4), oder als Spindelfiguren (2), oder als Häufchen von Chromatinkörnern (wobei es zunächst gleichgültig ist, ob dieselben zur Bildung einer Spindelfigur übergehen oder nicht) (3), beobachtet sind.

Im ersten Falle sind die Eier entweder lebend oder nur wenig mit Reagentien behandelt untersucht worden. Der dritte Fall, das Auftreten ungeordneter Chromatinkörnchen, dürfte vielleicht als das Typische hervorgehoben werden. Ist es doch durch die Beobachtung nachgewiesen, dass die Körnchen sich zu einer Spindel anzuordnen vermögen, womit der zweite Fall sich eben nur als ein weiteres Stadium des dritten herausstellte.

Als Resultat der bisherigen Forschungen kann man also den Satz aufstellen, dass »die frei gebildeten Urkerne« aus dem kernlosen Plasma in der Weise entstehen, dass zunächst Chromatinkügelchen in Erscheinung treten, gewissermaßen aus dem plasmatischen Magma auskrystallisirend. Diese Kügelchen ordnen sich entweder zu einer regelmäßigen Spindelfigur oder verschmelzen direkt zu einem Protokaryon. Den Einwurf, es könnte ja die erwähnte Spindel immer direkt aus dem Keimbläschen hervorgehen, glaube ich unter Hinweis auf meine Untersuchungen an Phalangium, so wie auf das vorletzte Kapitel (Über das

¹ Vgl. Bemerkungen während der Korrektur (p. 166) Nr. 3.

Schwinden des Keimbläschens) als nicht berechtigt hinstellen zu dürfen.

In der schon mehrfach erwähnten Arbeit von STUHLMANN (96) war derselbe zu der Erkenntnis gelangt, dass »das Keimbläschen in den untersuchten Fällen spurlos aus dem Ei verschwindet« (p. 205). Er giebt an, dass es sich durch unsere jetzigen Reagentien nicht mehr nachweisen lässt (p. 205). Trotzdem sagt er in seinem Résumé bei 6) »Das Ei ist eine Zeit lang scheinbar kernlos« (p. 242) [sic!].

Hiergegen kann ich nur einwenden, dass für mich ein Gegenstand, der seine charakteristischen, seine unterscheidenden Merkmale verloren hat, als solcher nicht mehr existirt. Ein Kern, der für unser Auge nicht sichtbar ist, auch dann nicht, wenn wir die specifischen Kernreagentien in Anwendung gebracht haben, ist eben so wenig als vorhanden zu bezeichnen, wie eine bestimmte chemische Verbindung, wenn sie auf ihr specifisches Reagens nicht ausfällt. So wird Ammoniak (NH_3) am sichersten erkannt durch das NESSLER'sche Reagens. Tritt bei Zusatz desselben nicht die charakteristische Bräunung ein, so wird jeder Chemiker überzeugt sein, dass NH_3 in dem Augenblicke nicht vorhanden ist, ohne Rücksicht darauf, dass es vielleicht früher einmal sich nachweisen ließ. Dass N und $\frac{3}{2}\text{H}$ nicht spurlos verschwunden sind, ist ihm natürlich völlig klar, sie können z. B. mit HCl (Salzsäure) zu der neuen Verbindung NH_4Cl (Salmiak) zusammengetreten sein. Und obgleich der Chemiker weiß, dass aus dem Körper NH_4Cl durch Fortnahme von HCl sich wieder der Anfangs vorhandene Körper NH_3 darstellen lässt, so wird er doch nicht sagen dürfen, NH_3 sei bei diesem Umwandlungsprocesse nur scheinbar verschwunden. Sagt er es dennoch, so rüttelt er an dem sicheren Boden, auf dem unsere Naturforschung beruht, denn dann ist schließlich Alles Schein, dann vergehen auch unsere Leiber nur scheinbar, wenn sie der Verwesung anheimgefallen sind, dann hat der Physiker kein Recht, von dem Schmelzen des Eises zu sprechen, denn das Schmelzwasser gefriert ja doch einmal wieder.

Wenn ich nun aber von dem völligen Schwunde des Kernes spreche, so bezieht sich das nur auf die Substanz des Kernes als solche. Unter anderer Form und als auf unbekannte Weise veränderter chemischer Körper ist sie natürlich noch da¹. Sie hat sich in der Zelle vertheilt (bei Phalangium wenigstens), wie, um einen trivialen Vergleich zu ziehen, der Rauch einer Cigarre sich im Zimmer ver-

¹ Vgl. Bemerkungen während der Korrektur (p. 166) Nr. 4.

breitet. Und wie aus NH_3HCl durch Wegnahme von HCl der ganz andere Körper NH_3 wieder entsteht, so kann auch in dem kernlosen Ei ein Kern wieder auftreten, wenn die sein Verschwinden bewirkenden Ursachen fortgeräumt sind. Was das für Ursachen sein mögen, darüber wage ich heute nicht einmal eine Vermuthung zu äußern. Ob ein Ei Richtungskörperchen abgiebt oder nicht, kommt für die hier vorliegende Frage gar nicht in Betracht; denn hier interessiren nur die Kernbestandtheile, welche dem Eie noch wirklich angehören.

Das Dogma *omnis nucleus e nucleo* würde demnach keine Geltung mehr haben.

Auffassung des kernlosen Eies und Beziehungen zur Befruchtung.

Es ist kein Zweifel daran, dass kernlose Zellen niedriger stehen als solche, welche durch das Vorhandensein eines Kernes bereits eine weitergehende Differenzirung ihres Körpers dokumentiren. Demnach stehen die Moneren mit Recht am tiefsten im zoologischen Systeme.

Hiervon ausgehend leuchtet auch ein, dass ein Organismus morphologisch niemals auf einer tieferen Stufe steht als dann, wenn er als Ei das Keimbläschen verloren hat. Sobald dieses verschwunden ist, beginnt der Organismus den thierischen Stammbaum zu erklettern bis zu dem Aste, von dem er entsprungen ist. Es scheint mir demnach in dem kernlosen Stadium des Eies ein fester Punkt gegeben zu sein, von dem an das Leben des Einzelindividuums gerechnet werden könnte.

Eines ist noch von Wichtigkeit und auch HAECKEL (36) hat bereits darauf hingewiesen (p. 481), das ist das Verhältnis des Schwindens des Eikernes zur Befruchtung; denn es finden sich Angaben über das Schwinden des Keimbläschens sowohl vor, als nach der Befruchtung. Ich habe in der Litteraturübersicht darauf hingewiesen, wo es mir in den Werken entgegengetreten ist. Augenblicklich schon Schlüsse daraus zu ziehen, wäre voreilig. Doch möchte ich darauf aufmerksam gemacht haben, da diese Beziehung vielleicht dazu berufen ist, uns noch einmal wichtige Aufschlüsse über die Entwicklung zu geben. Jedenfalls ist die Befruchtung erst etwas Sekundäres, das beweist die parthenogenetische Fortpflanzung.

Über das Verschwinden von Kernen bei der Theilung und in erwachsenen Zellen.

Schon oben (p. 136) hatte ich bei der Besprechung der Kern- und Zelltheilung darauf hingewiesen, dass dieselbe als eine parthenogenetische Fortpflanzung aufgefasst werden könne. Wir dürften also auch

hier ursprünglich ein zeitweiliges Schwinden der Kernbestandtheile annehmen. Ich möchte hier noch auf einige Angaben hindeuten, welche wohl als Stütze jener Meinung herangezogen zu werden verdienen.

So lässt H. FOL (27, 1876) den wieder erschienenen Kern im Ei von *Firoides* von Neuem verschwinden¹, ehe er in eine Spindel übergeht. Dann sagt W. FLEMMING (23, 1875) über das Ei der *Lacinularia socialis* (p. 184): »Verfolgt man ein solches zweizelliges Ei durch mehrere Stunden, so sieht man die Kerne wieder undeutlich werden, schwinden und an ihrer Stelle Radiensysteme auftauchen, welche quer gegen die Längsachse des Keimes aus einander rücken. In gleicher Weise, mit abwechselndem Auftreten und Schwinden von Kernen und Radienfiguren, verläuft die Furchung weiter.«

Nach einer Mittheilung von S. STRICKER (95, 1878) schwinden die Kerne auch in fertigen Zellen, in farblosen Blutkörperchen. Ich will einige seiner Sätze ohne weiteren Kommentar zum Schluss hier anführen: »In den sehr beweglichen farblosen Blutkörperchen vom Frosche und Triton sind die Kerne keine konstanten Gebilde; sie kommen und schwinden und kommen wieder, wie die Wellen im Wasser« (p. 7). »Zuweilen schwinden alle Kerne, um bald darauf an einem anderen Orte, in anderer Zahl und anderer Gestalt zu erscheinen, und bald wieder wie Nebel zu zerfließen. — Kurz, es wird ganz deutlich, die Kerne sind keine konstanten Gebilde, sie entstehen und schwinden und bilden sich wieder in dem Zelleibe aus Bestandtheilen des Zelleibes.«

Nachtrag.

Während des Druckes der vorliegenden Abhandlung erschien die Untersuchung von F. BLOCHMANN: Über die Reifung der Eier bei Ameisen und Wespen (Heidelberg 1886). Wenn BLOCHMANN auch als Hauptresultat des letzten Theiles seines Aufsatzes das Ergebnis hinstellt, dass das Insektenei stets einen Kern enthalte, so macht mich das in meiner Ansicht durchaus nicht irre; denn eine Kernspindel kann nach meinen Beobachtungen auch dann auftreten, wenn der Kern vorher verschwunden ist. Dass der Kern direkt zur Spindel wird, ist nur eine Annahme des Verfassers.

Andererseits bietet die Abhandlung verschiedenes Material, welches sich zu Gunsten meiner Auffassung verwerthen lässt. So lässt der Ei-

¹ H. FOL (27, p. 114): Le nucléus qui a reparu dans l'étoile centrale disparaît à nouveau pour faire place à deux centres d'attraction qui vont en s'écartant l'un de l'autre dans une direction perpendiculaire à celle qu'a suivie l'étoile qui donne naissance au corpuscule excréte.

kern durch Knospung eine größere Anzahl von »Nebenkernen« aus sich hervorgehen und in demselben Maße, wie die Zahl und das Volumen der Nebekerne zunimmt, nimmt der Umfang des Hauptkernes ab« (p. 146). Demnach enthalten Haupt- und Nebekerne doch wohl dieselben Bestandtheile. Was wird nun aus den Nebenkernen? BLOCHMANN beantwortet diese Frage so (p. 160): »In Eiern, wo das Chorion schon ganz deutlich ist, . . . sind sie noch vorhanden, jedoch bemerkt man bei solchen öfter, dass ihre Kontouren unregelmäßig sind; ich betrachte dies als ein Zeichen ihres beginnenden Unterganges, da in den reifen Eiern . . . nichts mehr von ihnen aufzufinden war.« — Also hat doch auch BLOCHMANN ein Verschwinden von Kernen und von Kernsubstanz beobachtet. Wenn aber die Nebekerne sich dem Blicke entziehen können, dann ist es schon von vorn herein gar nicht so unmöglich, dass es der Hauptkern ebenfalls kann.

Die Angaben BLOCHMANN's über die Entstehung der Nebekerne führen zu der Vermuthung, dass in ihnen das Chromatin gewissermaßen autochthon sich bilde. Verf. schreibt so (p. 144) von *Camponotus ligniperda* Latr.: »Man bemerkt als erste Andeutung dieses Processes (der Knospung) kleine, helle, rundliche Gebilde, die dicht an der Oberfläche des Kernes anliegen . . . Ich neige jetzt zu der Ansicht, dass es von vorn herein kleine Vacuolen sind, da die Kernmembran sich meist etwas färbt, während ich an diesen Gebilden bei ihrem ersten Auftreten keine derartige Membran unterscheiden konnte. Bald tritt in diesen Vacuolen ein kleines, mit Pikrokarmen sich färbendes Körnchen auf.« — Also Chromatin entstand da, wo vorher keines war.

Auch darauf möchte ich aufmerksam machen, dass BLOCHMANN in der äußeren Plasmaschicht (wohlgemerkt innerhalb derselben) eine »Gruppe von stark sich färbenden Körnchen eingelagert« fand (Fig. 15, 16 *Rbl*), zu einer Zeit, wo schon mehrere neue Kerne sich im Ei vertheilt haben. Er hält diese Gruppe für ein Äquivalent des Kernes eines Richtungsbläschens; doch könnten sie vielleicht auch einem neuen Kerne den Ursprung geben.

— Bemerkungen während der Korrektur.

Nr. 1. W. SÖRENSEN (Om et Par Punkter af Phalangidernes Anatomi in Ent. Tidskrift. 5 Årg. p. 26 ff.) vermuthet ebenfalls von einem kleinen Muskel an der Öffnung des Receptaculum, dass er das Auspressen des Samens besorge. Leider war mir das Original nicht zugänglich, so dass ich nicht weiß, ob SÖRENSEN den hier vorliegenden meint. Ja ich kann aus dem Zool. Jahresber. für 1884 (Abth. II, p. 76), dem ich hier folge, nicht einmal ersehen, ob SÖRENSEN den Muskel bei *Gonypletes uncinatus* oder bei den Opilioniden aufgefunden hat. — Zu p. 97.

Nr. 2. STUHLMANN hat in der Zwischenzeit diese in der ersten Abhandlung ausgesprochene Ansicht bereits fallen gelassen. Er vermuthet, dass es sich hier um Artefakte gehandelt hat (F. STUHLMANN, Die Reifung des Arthropodeneies. in: *Biolog. Centralblatt*, Bd. VI. Nr. 13. September 1886. p. 401. S.-A.). — Zu p. 158.

Nr. 3. Aus der Abhandlung von E. STRASBURGER: Neue Beobachtungen über Zellbildung und Zelltheilung (*Botanische Zeitung* 1879, Nr. 17) habe ich ebenfalls keine Überzeugung von der Unmöglichkeit einer freien Kernbildung erhalten können. Denn der Verf. hat Alkoholmaterial untersucht und ist es gar nicht erwiesen, ob nicht kernlose Stadien den Theilungen der Embryosackkerne vorhergehen. Als günstigstes Objekt bezeichnet STRASBURGER *Myosurus minimus*. Hier soll nach der Befruchtung der Embryosackkern sich theilen (Fig. 1). Das Gleiche wurde bei Coniferen und Gnetaceen beobachtet, bei Gnetum der erste Zellkern in Theilung gesehen (p. 274). Also sind hier die Verhältnisse ganz dieselben, wie sie von vielen Thieren (vgl. oben) mitgetheilt sind.

Noch will ich hervorheben, dass die Theilungszustände junger Kerne von *Picea vulgaris*, wie sie STRASBURGER auf Taf. IV, Fig. 8 darstellt, eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit den entsprechenden und von mir auf Taf. IX, Fig. 43, 44 abgebildeten Figuren bei Phalangiden aufweisen. — Zu p. 164.

Nr. 4. Auch BLOCHMANN hat sich gegen STUHLMANN inzwischen in ähnlichem Sinne, wie ich, ausgesprochen. Er sagt nämlich: »Von einer Continuität des Kernes kann man meiner Ansicht nach aber nur dann sprechen, wenn derselbe in einer gewissen charakteristischen Form nachzuweisen ist; denn dass seine Substanz nicht verloren geht, ist selbstverständlich« (F. BLOCHMANN, Über die Reifung der Eier bei Ameisen und Wespen. in: *Festschr. d. nat.-med. Ver. Heidelberg* 1886. p. 169. S.-A.). — Zu p. 162.

Litteraturverzeichnis.

1. L. AUERBACH, *Organologische Studien*. Breslau 1874.
2. H. AYERS, *On the development of Oecanthus niveus and its parasite, Teleas* (*Memoirs of the Boston Society of nat. hist.* Vol. III. No. 8. Boston 1884).
3. E. G. BALBIANI, *Sur la structure du noyau des cellules salivaires chez les larves de Chironomus* (*Zool. Anzeiger* Nr. 99 und 100. 1884).
4. M. BALBIANI, *Mémoire sur le développement des Aranéides* (*Annales des sciences naturelles. Zoologie. Ser. V. T. 18. 1873*).
5. — *Mémoire sur le développement des Phalangides* (*Annales des sciences naturelles. Zoologie. Ser. V. T. 16. 1872*).
6. F. M. BALFOUR, *Handbuch der vergleichenden Embryologie*, übersetzt von B. VETTER. Jena 1880/1884.
7. E. VAN BENEDEN, *Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du premier noyau embryonnaire* (*Bulletin de l'Acad. roy. des sc. de Belgique. II. Ser. T. 41. 1876*).
8. — *Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation* (*Archives de Biologie. T. IV. 1883*).
9. — *Recherches sur les Dicyemides, survivants actuels d'un embranchement*

des Mésozoaires (Bulletin de l'Acad. roy. des sc. de Belgique. II. Ser. T. 42. 1876).

40. E. VAN BENEDEEN, Recherches sur l'évolution des Grégarines (Bulletins de l'Acad. roy. de Belgique. 1874).
41. H. BLANC, Anatomie et Physiologie de l'appareil sexuel male des Phalangides (Bull. de la Société Vaudoise d. Sc. nat. Ser., II. Vol. 17. Lausanne 1884).
42. F. BLOCHMANN, Über die Entwicklung der Neritina fluviatilis Müll. (Diese Zeitschrift Bd. XXXVI. 1882).
43. — Über direkte Kerntheilung in der Embryonalhülle der Skorpione (Morphologisches Jahrbuch Bd. X. 1884).
44. N. BOBRETZKY, Studien über die embryonale Entwicklung der Gastropoden (Archiv für mikr. Anat. Bd. XIII. 1877).
45. — Über die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insekten (Diese Zeitschr. Bd. XXXI. 1878).
46. — Zur Embryologie des Oniscus murarius (Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874).
47. A. BRANDT, Bemerkungen über die Eifurchung u. die Betheiligung des Keimbläschens an derselben (Diese Zeitschr. Bd. XXVIII. 1877).
48. — Über das Ei und seine Bildungsstätte. 1878.
49. O. BÜTSCHLI, Protozoa (BRONN'S Klassen und Ordnungen des Thierreichs). Leipzig 1882 ff.
20. — Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Konjugation der Infusorien (Abhandlungen herausgeg. von der SENCKENBERG. Naturf. Gesellsch. Frankfurt a/M. 1876).
21. CHIYOMATSU ISHIKAWA, On the Development of a Freshwater Macrouros Crustacean, Atyephira compressa de Haan (Quart. Journ. of micr. science. 1885).
22. E. CLAPARÈDE, Recherches sur l'évolution des Araignées (Naturkundige Verhandlungen u. d. h. prov. Utrechtsch Genootshap van Kunsten en Wetenschappen. Deel I. St. I. 1862).
23. W. FLEMMING, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Najaden (Sitzber. d. math.-naturw. Klasse d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXI. Abth. 3. Wien 1875).
24. — Über die ersten Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel (Archiv für mikr. Anat. Bd. X. 1874).
25. — Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.
26. H. FOL, Etudes sur le Développement des Mollusques. I. Sur le développement des Ptéropodes (Archives de Zool. experim. et génér. T. IV. 1875).
27. — Dasselbe. II. Sur le développement embryonnaire et larvaire des Hétéropodes (Das. T. V. 1876).
28. — Recherches sur la fécondation et le commencement de l'Hénogénie (Mém. de la Société de Physique et d'Hist. nat. de Genève. T. XXVI. 1877).
29. C. FROMMANN, Zur Lehre von der Struktur der Zellen (Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. IX. Jena 1875).
30. A. GOETTE, Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.
31. H. W. DE GRAAF, Over den Bouw der Geslachtsorganen bij de Phalangiden. Leiden 1882. 40.
32. V. GRABER, Vorläufige Ergebnisse einer größeren Arbeit über vergleichende Embryologie der Insekten (Archiv für mikr. Anat. Bd. XV. 1878).
33. R. GREEFF, Über den Bau und die Entwicklung der Echinodermen. Mitth. V (Sitzungsber. d. Gesellsch. zur Bef. d. ges. Naturw. zu Marburg. 1876).

34. A. GRUBER, Die Protozoen des Hafens von Genua (Nova Acta d. Kais. Leop.-Carol. deutschen Akad. d. Naturf. Bd. XLVI. Nr. 4. Halle 1884).
35. — Über Kern und Kerntheilung bei den Protozoen (Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884).
36. E. HAECKEL, Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. II (Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. IX. 1875).
37. — Monographie der Moneren (Das. Leipzig 1868).
38. B. HATSCHKE, Studien über Entwicklung des Amphioxus (Arbeiten a. d. zool. Inst. der Univ. Wien. Bd. IV. 1884).
39. F. G. HEATHCOTE, The early development of *Julus terrestris* (The Quarterly Journal of Microsc. Science. April 1886).
40. K. HEIDER, Über die Anlage der Keimblätter von *Hydrophilus piceus* L. Berlin 1886 (Abhandlungen der königl. preuß. Akad. der Wiss. 1883).
41. H. HENKING, Beiträge zur Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Biologie von *Trombidium fuliginosum* Herm. (Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. 1882).
42. — Ein einfaches Mikrotommesser (Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Bd. II. 1883).
43. — Neue Konstruktion des Objekthalters am Schlittenmikrotom, eine genaue Einstellung des Objektes bezweckend (Das. Bd. I. 1884).
44. O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Theil I (Morphol. Jahrb. Bd. I. 1876).
45. — Dass. Theil II (Das. Bd. III. 1877).
46. — Dass. Theil III (Das. Bd. IV. 1878).
47. R. HERTWIG, Beiträge zur Kenntnis der Acineten. Inaug.-Dissert. Leipzig 1875.
48. C. KELLER, Ein Hüter unseres Fichtenwaldes (Kosmos, Jahrg. VII. Bd. XIII. 1883).
49. — Observations sur les limites que la nature impose à la multiplication du Kermès cocciné (Recueil zool. suisse. Bd. I. 1884). Übersetzt aus: Schweizerische Forstzeitung.
50. N. KLEINENBERG, Hydra. Leipzig 1872.
51. C. KOCH, Beiträge zur Kenntnis der Opilioniden des Mittelrhein-Gebietes (XII. Ber. des Offenbacher Vereins f. Naturkunde). Offenbach 1872.
52. A. KOROTNEFF, Die Embryologie der *Grylotalpa* (Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885).
53. — Zur Kenntnis der Embryologie von Hydra (Das. Bd. XXXVIII. 1883).
54. A. KOWALEVSKI, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden (Mém. de l'Acad. imp. d. sc. de St. Pétersbourg. VII Ser. T. XVI. No. 12. 1874).
55. — Entwicklungsgeschichte d. einfachen Ascidien (Das. VII Ser. T. X. 1866).
56. — Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen (Das., das.).
57. C. KUPFFER, Die Stammverwandschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren (Archiv f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870).
58. P. A. LATREILLE, Histoire naturelle des fourmis. Paris 1802.
59. R. LEUCKART, Art. »Zeugung« (R. WAGNER's Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiol. Path. Bd. IV. 1853).
60. — Zur Kenntnis des Generationswechsels und der Parthenogenese bei den Insekten. Frankfurt 1858.
61. W. A. LOCY, Observations on the Development of *Agelena naevia* (Bull. of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College. Vol. XII. No. 3. Cambridge 1886).
62. J. C. C. LOMAN, Bijdrage tot de Anatomie der Phalangiden. Amsterdam 1884.
63. H. LUDWIG, Über die Bildung des Blastoderms bei den Spinnen (Diese Zeitschr. Bd. XXVI. 1875).

64. H. LUDWIG, Über die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874.
65. P. MAYER, Zur Entwicklungsgeschichte d. Dekapoden (Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XI. 1877).
66. W. A. MARTIN, Zur Kenntnis der indirekten Kerntheilung (Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. Phys. Bd. LXXXVI. 1884).
67. A. MENGE, Über die Lebensweise der Afterspinnen (Schriften der Danziger naturf. Gesellsch. 1850).
68. E. METSCHNIKOFF, Embryologie des Skorpions (Diese Zeitschr. Bd. XXI. 1874).
69. ——— Embryologische Studien an Insekten (Das. Bd. XVI. 1863).
70. ——— Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren (Das. Bd. XXIV. 1874).
71. J. OELLACHER, Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthiere (Archiv f. mikr. Anat. Bd. VIII. 1872).
72. Ph. OWSIANNIKOW, Studien über das Ei, hauptsächlich bei Knochenfischen (Mém. de l'Acad. imp. d. sc. de St. Pétersbourg. VII Ser. T. XXXIII. No. 4. 1885).
73. W. PATTEN, The Development of Phryganids, with a Preliminary Note on the Development of *Blatta Germanica* (Quarterly Journal of Micr. Sc. N. S. Vol. XXIV. 1884).
74. G. PLATNER, Über die Befruchtung bei *Arion empiricorum* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII, Heft 1. 1886).
75. C. RABL, Die Ontogenie der Süßwasserpulmonaten (Jen. Zeitschr. für Med. und Naturw. Bd. IX. 1875).
76. ——— Über Zelltheilung (Morphol. Jahrb. Bd. X. 1884).
77. E. RAY LANKESTER, Observations on the Development of the Cephalopoda (The Quarterly Journal of micr. Sc. 1875).
78. G. REIN, Beiträge zur Kenntnis der Reifungserscheinungen und Befruchtungsvorgänge am Säugethiere (Archiv für mikr. Anat. Bd. XXII. 1883).
79. R. RÖSSLER, Beiträge zur Anatomie der Phalangiden (Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. 1882).
80. M. A. SABATIER, Sur le noyau vitellin des Aranéides (Compt. rend. T. XCVII. 1883).
81. W. SALENSKY, Entwicklungsgeschichte der Araneen (Aufzeichnungen d. Kieffer Ges. d. Naturf. Bd. II, Heft 1. Kieff 1874). Aus: HOFMANN und SCHWALBE'S Jahresber. ü. d. Fortschr. d. Anat. u. Phys. Bd. II. Lit. 1873. Leipzig 1875.
82. A. C. J. SCHNEIDER, Sur quelques points de l'Histoire du genre *Gregarina* (Arch. de zool. expérim. et gen. Bd. IV. 1873).
83. A. SCHNEIDER, Das Ei und seine Befruchtung. Breslau 1883.
84. ——— Über Befruchtung (Zool. Anz. Jahrg. III. Nr. 56. 1880).
85. ——— Über Befruchtung der thierischen Eier (Das. Nr. 63).
86. J. SCHÜTZ, Über den Dotterkern, dessen Entstehung, Struktur, Vorkommen und Bedeutung. Inaug.-Diss. Bonn 1882. 40.
87. A. SEDGWICK, The Development of *Peripatus capensis* (Proceedings of the Royal Soc. of London. Vol. XXXVIII. 1885).
88. E. SELENKA, Zoologische Studien. I. Befruchtung des Eies von *Toxopneustes variegatus*. Leipzig 1878.
89. N. SOGRAFF, Zur Embryologie der Chilopoden (Zool. Anz. Jahrg. V. Nr. 124. 1882).
90. FR. STEIN, Der Organismus der Infusionsthier. Leipzig 1839—1867.

94. FR. STEIN, Vergl. Anatomie u. Physiol. der Insekten. I. Die weibl. Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin 1847.
92. E. STRASBURGER, Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879.
93. ——— Über Zellbildung und Zelltheilung. 4. Aufl. Jena 1875.
94. ——— Dasselbe. 3. Aufl. 1880.
95. S. STRICKER, Beobachtungen über die Entstehung des Zellkernes (Sitzungsber. der math.-naturw. Klasse der kais. Akad. der Wissensch. in Wien. 1878. Bd. LXXVI. Abth. 3).
96. F. STUHMANN, Die Reifung des Arthropodeneies (Berichte der naturf. Ges. zu Freiburg i/B. Bd. I. 1886).
97. M. WALDNER, Über das Verhalten der Zellkerne in den Furchungskugeln am Ei der Wirbelthiere (Vorl. Mitth. in Ber. d. nat.-med. Vereins zu Innsbruck. Bd. II. 1882).
98. A. WEISMANN, Die Entwicklung der Dipteren im Ei. II (Diese Zeitschr. Bd. XIII. 1863).
99. L. WILL, Oogenetische Studien. I (Diese Zeitschr. Bd. XLIII, 2. Heft. 1886).
100. E. WITLACZIL, Entwicklungsgeschichte der Aphiden (Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884).
101. G. ZADDACH, Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau der Gliederthiere. Heft 4. Die Entwicklung des Phryganideneies. Berlin 1854.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind, mit Ausnahme von Fig. 21, 23, 25, 58 im Umriss mit einem WINKEL'schen Zeichenprisma entworfen und alsdann aus freier Hand weiter ausgeführt. In den bei Weitem meisten Fällen wurde die Zeichnung entworfen und ausgeführt nach WINKEL's Ölimmersion $1/14$ und Ocular 4 oder 2.

Durchgehende Abkürzungen:

- bl*, Blastodermzellen;
dh, Dotterhaut;
dk, Dotterkern;
do, Dotterkugeln;
kbl, Keimbläschen;
kf, Keimfleck;
pl, plasmatisches Netzwerk an der Eiperipherie.

Tafel VII.

Fig. 1. Schnitt durch ein junges Eierstocksei. Gehärtet mit FLEMMING's Chrom-Osmium-Essigsäure, gefärbt mit GRENACHER's Boraxkarmin. Dotterkern (*dk*) biskuitförmig. Vergr. circa 150.

Fig. 2. Dessgleichen. Dotterkern (*dk*) getheilt. Vergr. circa 150.

Fig. 3. Dessgleichen. *w*, wandständige Schicht der Keimbläschen-substanz; *ne*, Netzwerk im Inneren des Keimbläschens; *vo*, Vacuolen daselbst. Vergr. circa 400.

Fig. 4. Frontalschnitt durch die Legeröhre, welche abgeschnitten wurde, nachdem der ♀ *Opilio parietinus* etwa die Hälfte der Eier abgelegt hatte. Konservirt

mit Alkohol, gefärbt mit HAMANN's neutralem essigsäuren Karmin. — Nur die rechte Hälfte der Legeröhre ist gezeichnet, die Eier gleiten nach außen an der Stelle und in der Richtung des Pfeiles. — *rc*, Receptaculum seminis; *e*, ampullenförmige Erweiterung desselben, beide angefüllt mit den hier meist stäbchenförmig eingezeichneten Spermatozoen (seitliche Ansicht derselben); *a*, Ausführungsgang des Receptaculum seminis; *m*, Muskelquerschnitte; *dr*, Drüse, deren Sekret wohl zur Anfeuchtung des Samens im Receptaculum, so wie zur Schlüpfrigmachung der Legeröhre bei der Begattung dient; *g*, deren Ausführungsgang; *i.ch*, innere chitinöse Auskleidung der Legeröhrenspitze; *i.ma*, Matrix dieser Auskleidung; *a.ch*, äußere Chitinspangen; *a.ma*, deren Matrix. Vergr. circa 300.

Fig. 5. Stück eines reifen Ovarialeies (?), konservirt mit Alkohol. Das Keimbläschen hat sich zu dem Netzwerke *n* aufgelöst, welches hier auch unweit der Eiperipherie (*pl*) liegt. Die Dotterkugeln sind in diesem Eie merkwürdig groß. Vergr. circa 600.

Fig. 6. Eine Zotte von der Uteruswand zeigt die bei der Einstülpung gebildete centrale Achse (*ax*), ferner die oft papillenförmig vorspringenden Drüsenzellen (*pz*), deren Kern (*k*) so wie das plasmatische Netzwerk (*ne*), ferner das hier in Tropfenform erstarrte Sekret (*s*), welches noch mit den einzelnen Drüsenzellen in Verbindung steht. Vergr. circa 380.

Fig. 7. Schnitt durch ein junges Ovarialei, aus demselben Präparate wie Fig. 5 und 9. Das Keimbläschen (*kbl*) ist scharf begrenzt, mit als dunkle Linie erscheinender Membran versehen. *h*, halbmondförmiger Körper neben dem Keimfleck; *ne*, Netzwerk im Keimbläschen; *vo*, Vacuolen daselbst. Vergr. circa 600.

Fig. 8. Schnitt durch ein fast gereiftes Eierstocksei, konservirt mit Alkohol, gefärbt mit Boraxkarmin. Der Keimfleck ist verschwunden, zahlreiche Chromatinkugeln liegen im Keimbläschen (*kbl*) vertheilt. Vergr. circa 400.

Fig. 9. Stück eines fast gereiften Ovarialeies. Konservirt mit Alkohol. Aus demselben Präparate wie Fig. 5 und 7. Das Keimbläschen ist unregelmäßig gezackt, seine Membran sehr zart geworden, geht an der einen Seite in das Netzwerk *n* über. Vergr. circa 600.

Fig. 10. Querschnitt durch den noch mit wenig Eiern angefüllten Uterus (*ut*). Konservirung mit Alkohol, Färbung mit Boraxkarmin. Im Uterus ist ein Ei (*e*) geschnitten, welches kein Keimbläschen mehr enthält. Die Uteruswandung ist zu langen Drüsenzellen tragenden Zotten (*z*) eingebuchtet (cf. Fig. 6). *s*, deren Sekret; *el*, Schnitte durch den Eileiter; *lg*, Querschnitt der Legeröhre; *lu*, deren Lumen. Der Vergleich der Legeröhre (*lg*) und des Eies (*e*) im Uterus lässt ahnen, wie bedeutend die Ausdehnbarkeit der ersteren sein muss. *ep*, ventrale Körperdecke. Vergrößerung circa 60.

Fig. 11. Keimbläschen aus dem Fig. 14 abgebildeten Eie. FLEMING's Chrom-Osmium-Essigsäure, Borax-Karmin. Wandung des Keimbläschens zart und unregelmäßig. *ch*, Chromatinkugeln; *v*, Vacuolen mit den vermeintlichen Spermatozoen im Inneren; *k*, Spermatozoon ohne Vacuole; *sp*, Spermatozoen außerhalb des Keimbläschens. Vergr. circa 600.

Fig. 12. Spermatozoon aus dem Ductus ejaculatorius eines männlichen Opilio parietinus. *p*, dieselben von der Fläche und *s*, von der Seite gesehen. Vergr. genau dieselbe wie von Fig. 11.

Fig. 13. Schnitt durch ein junges in Alkohol konservirtes Eierstocksei. Boraxkarmin. Neben dem Keimfleck der gefärbte, aus Chromatinkörnchen bestehende halbmondförmige Körper (*h*). Vergr. circa 148.

Fig. 14. Schnitt durch ein ziemlich weit gereiftes Eierstocksei. FLEMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure, Boraxkarmin. Gestalt des Keimbläschens (*kbl*) schon unregelmäßiger (cf. Fig. 11). Außer dem Keimfleck noch zahlreiche Chromatinkugeln im Keimbläschen. Vergr. circa 400.

Tafel VIII.

Fig. 15. Erste Kernanlage in einem gleich nach der Ablage am 7. Oktober 1885 konservierten Ei von *Opilio parietinus*. FLEMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure ($\frac{3}{4}$ Stunde), Auswaschen, Alkohol, Färbung mit HAMANN'S Karmin. Im plasmatischen Netzwerke zeigen sich die ersten Chromatinkörnchen. Schnitt 17 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 16. Aus demselben Ei wie Fig. 15. Eine andere Kernanlage. Chromatinkörnchen sind deutlicher, Plasma in der Mitte dunkler. Schnitt 14 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 17. Ei von *Opilio parietinus* vom ersten Tage, gehärtet mit kochendem Wasser, konserviert in Alkohol. Der Eiinhalt hat sich stark kontrahirt, zwischen ihm und der Eischale sind zahlreiche Fetttropfen ausgeschieden. Vergr. circa 75.

Fig. 18. Ei von *Opilio parietinus* vom zweiten Tage, Konservierung wie bei Fig. 17. Das Oolemm (*i.h*) und das vom Uterus abgeschiedene Paralemm (*a.h*) haben sich von einander abgehoben, zwischen beiden liegen einige Fetttropfchen (*f*). Vergr. circa 75.

Fig. 19. Kernanlage eines Eies aus demselben Eihaufen wie Fig. 15. Konservierung wie bei Fig. 15 angegeben. Ein weiteres Stadium der Kernanlage, diese ist vacuolisirt, mit nucleoplasmatischen Fäden durchzogen und gegen das plasmatische Netzwerk abgegrenzt. Chromatinkörnchen sind vertheilt, einige liegen außerhalb der Kernfigur. Schnitt 12 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 20. Aus demselben Eie wie Fig. 19, 31, 32. Junge Kernanlage, vielleicht noch etwas jünger als Fig. 15, im plasmatischen Netzwerke zeigen sich die ersten Chromatinkörnchen. Schnitt 24 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 21. Schema zu den Fig. 15, 16, 22, 26—28 zeigt die Vertheilung der sechs Kernanlagen im Ei. Der Zwischenraum zwischen je zwei Strichen veranschaulicht die Kantenansicht eines Schnittes, jeder kleine Doppelkreis die Stellung einer Kernanlage. Die Signatur über jedem kleinen Doppelkreise (Fig. 16 etc.) bezieht sich auf die entsprechende Figur. Die Ziffern unter dem großen Kreise bezeichnen die (schraffirten) Schnitte, welche Kernanlagen enthalten.

Fig. 22. Aus demselben Ei wie Fig. 15, 16, 26—28. Eine dritte Kernanlage. Chromatinkörnchen liegen in einer achromatischen Figur, dieselbe steht etwas schräg zur Schnittebene. Schnitt 27 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 23. Schema zu den Fig. 24 und 30, zeigt die Stellung dieser beiden ersten Kernanlagen im Ei. Sonstige Erklärung vgl. Fig. 21.

Fig. 24. Schnitt durch ein sofort nach der Ablage mit PERENY'S Flüssigkeit konserviertes Ei. Das plasmatische Netzwerk ist hier undeutlich, die Kernanlage wohl begrenzt, von Fäden durchzogen, auf welche gefärbte Chromatinkugeln aufgereiht sind. Schnitt 15 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 25. Schema zu den Fig. 19, 20, 31, 32, zeigt die Vertheilung dieser vier ersten Kernanlagen im Ei. Die übrige Erklärung vgl. Fig. 21.

Fig. 26. Aus demselben Ei wie Fig. 15, 16, 22, 27, 28. Eine vierte Kernanlage. Spindelfigur, etwas schräg liegend. Schnitt 16 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 27. Aus demselben Ei wie Fig. 15, 16, 22, 26, 28. Eine fünfte Kernanlage.

Chromatinsubstanz in Körnchen- und Fadengestalt. Schnitt 49 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 28. Aus demselben Ei wie die Fig. 15, 16, 22, 26, 27. Eine sechste Kernanlage. Man sieht die Spindelfigur von der Polseite. Chromatinkörnchen bilden eine etwas unregelmäßige äquatoriale Platte. Schnitt 31 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 29. Frisches Ei von *Opilio parietinus*. Dasselbe ist undurchsichtig, die schwache Zeichnung auf der Oberfläche rührt von den durchscheinenden Dotterkugeln her. Vergr. circa 75.

Fig. 30. Schnitt aus demselben Ei wie Fig. 24. Es ist nur ein plasmatisches Netzwerk vorhanden. *a.d.*, eine durch die Konservierungsmethode (cf. Fig. 24) einseitig angefressene Dotterkugel. Schnitt 30 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 31. Aus demselben Ei wie die Fig. 19, 20, 32. Kernanlage rundlich, mit einer Ausbuchtung, sonst wie Fig. 19. Dotterkugeln (*do*) zum Theil nicht homogen, zeigen im Inneren helle Stellen. Schnitt 17 des Eies. Vergr. circa 600.

Fig. 32. Aus demselben Ei wie die Fig. 19, 20, 31. Kernanlage oval, wohl am weitesten unter den genannten vorgeschritten, sonst wie Fig. 19. Schnitt 18 des Eies. Vergr. circa 600.

Tafel IX.

Fig. 33. Aus einem Eie von *Leiobunum hemisphaericum*, am Tage der Ablage konservirt mit FLEMMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure (1 Stunde), Auswaschen, Alkohol, Färbung mit Boraxkarmin. Fast gereifter Autoblast: Chromatinkörnchen liegen dicht neben einander in einem gegen das feinkörnige Plasma abgegrenzten Raume. Dotterkugeln (*do*) mit homogenem Centrum und gekörneltem Umfang. *i.h.*, innere Eihülle (Oolemm); *a.h.*, äußere Hülle (erhärtetes Uterussektret). Vergr. circa 600.

Fig. 34. Kernanlage aus einem ebenfalls gleich nach der Ablage konservirtem Eie. Konservirung wie Fig. 15. Färbung mit Boraxkarmin. Zeigt eine prächtige achromatische Spindelfigur mit einer durchgehenden Äquatorialplatte von Chromatinkörnchen. Einige Chromatinkörnchen außerhalb der Figur im Plasma. Vergr. circa 900.

Fig. 35. Zwei Monate altes Ei, Oberflächenansicht. Konservirt mit heißem Wasser, gefärbt mit Boraxkarmin, aufgehellt in Bergamottöl. Der Dotter ist in Dotterschollen (*d.s.*) zerklüftet, welche noch ihre Zusammensetzung aus einzelnen Dotterkugeln erkennen lassen; *e.h.*, Eischale. Vergr. circa 70.

Fig. 36. Schnitt aus einem gleich nach dem Auffinden konservirtem Eie (heißes Wasser, Boraxkarmin), zeigt eine ganz junge Kernanlage: Eine schwach röthliche Stelle mit einigen stärker gefärbten Pünktchen. Vergr. circa 600.

Fig. 37. Schnitt aus einem Eie vom fünften Tage. *d.z.*, eine Dotterzelle, deren Plasma mit dem gemeinsamen plasmatischen Netzwerke in Verbindung steht. Dieselbe enthält einen größeren und drei kleinere Kerne. An der Peripherie liegen zwei Blastodermzellen (*bl*); auch deren Plasma steht mit dem gemeinsamen Netzwerke in Verbindung. Der Kern ist nicht scharf begrenzt, enthält größere und kleinere Chromatinkörnchen. Vergr. circa 600.

Fig. 38. Kernanlage eines anderen Eies aus demselben Haufen wie Fig. 15 und 19. Kernanlage etwa auf dem gleichen Stadium wie die Fig. 19, 31, 32. Vergr. ca. 600.

Fig. 39. Schnitt durch ein mehrere Stunden altes Ei. Kochendes Wasser, Alkohol. Zeigt ein plasmatisches Netzwerk und in einer größeren plasmatischen Ansammlung einen jugendlichen Autoblasten mit einigen stärker gefärbten chromatischen Pünktchen. Vergr. 600.

Fig. 40. Ganzer Schnitt durch ein mehrere Stunden altes Ei, zeigt die in Fig. 39 in stärkerer Vergrößerung abgebildete Kernanlage an ihrer natürlichen Stelle. Die Dotterkugeln (*do*) sind von verschiedener Größe, sie werden außen umschlossen von dem plasmatischen Netzwerke *pl*. Das Ganze ist umgeben von der faltigen Eihaut *e.h.* Vergr. circa 170.

Fig. 41. Schnitt aus einem Ei von demselben Eihaufen wie Fig. 39 und 40. Konservierung wie von Fig. 39. Kernanlage ein wenig älter als Fig. 39: Chromatinkörnchen in größerer Anzahl deutlich. Vergr. circa 600.

Fig. 42. Schnitt durch ein mehrere Tage altes Ei. Konservierung mit heißem Wasser, dann Alkohol. Chromatinkörnchen in dem Plasmahofe deutlich, dicht neben einander, wohl kurz vor ihrer Vereinigung zum Autoplasten. Vergr. ca. 600.

Fig. 43. Schnitt aus einem Ei vom vierten Tage (heiße Wasser, Alkohol, Boraxkarmin) zeigt unten eine schöne Dotterzelle, deren Kern in einzelne Chromatinkörnchen zerfallen ist (Knäuelform?). Oben eine Zellteilungsfigur: Zwei aus chromatischen Körnchen bestehende Kernplatten, von deren einander zugewandten Seiten feine Fäden ausgehen. Plasma bereits eingeschnürt. Vergr. circa 600.

Fig. 44. Schnitt aus einem Ei vom gleichen Eihaufen (heiße Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Entstehung der Blastodermzellen; *K*₁, Zelle mit Chromatinkörnchen zu einer äquatorialen Platte angeordnet; *K*₂, Zelle, in der sich zwei Tochterkernplatten gesondert haben; *h.c.* Häutchen, welches sich von dem peripheren Netzwerke abgehoben hat; *e.h.* Eischale. Vergr. circa 600.

Fig. 45. Schnitt aus einem sogleich nach dem Auffinden konservierten Ei (heiße Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Erste Andeutung einer Kernanlage: Zwischen den Dotterkugeln zeigt sich ein weitmaschiges plasmatisches Netzwerk. Vergr. ca. 600.

Fig. 46. Schnitt aus einem wenige Stunden alten Ei. Fertiger Autoplast, ziemlich homogen, deutlich umgrenzt in einem schwach gefärbten Netzwerke. Vergr. circa 600.

Fig. 47. Schnitt aus einem wenige Stunden alten Ei (heiße Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Kernanlage liegt peripher, grenzt an das plasmatische Netzwerk *pl*. Deutlich gefärbte Chromatinkörnchen umschließen einen helleren Raum. Vergr. circa 600.

Fig. 48. Schnitt aus einem Ei von demselben Eihaufen wie Fig. 35. Das Innere des Eies ist in Dotterschollen (*d.s*) zerklüftet. Diese bestehen aus einer centralen Zelle (*z*), mit davon ausstrahlendem Plasmanetz (*mn*) und peripheren größeren (*gd*) und kleineren (*kd*) Dotterkugeln. *gn*, über die Dotterschollen hinaus sich fortsetzendes plasmatisches Netzwerk; *ad*, in Auflösung begriffene Dotterkugeln; *bl*, Blastodermzellen, die sich hier von einander getrennt haben. Vergr. circa 480.

Tafel X.

Fig. 49. Dotterzelle aus einem zwei Monate alten Ei (heiße Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Kern in Theilung, Hälften noch durch einen körnigen Verbindungsstrang in Zusammenhang. Vergr. circa 600.

Fig. 50. Dotterzelle aus einem Ei vom fünften Tage (heiße Wasser, Alkohol, Eosin-Hämatoxylin). Drei blau gefärbte Kerne im röthlichen Plasma, zwei derselben noch mit einander verbunden. Eine doppelte Zellplatte beginnt die Zelle in drei zu zerspalten. Vergr. circa 600.

Fig. 51. Dotterzelle aus einem acht Tage alten Ei (heiße Wasser, Alkohol, Eosin-Hämatoxylin). Kern blau, Plasma roth. Kern hantelförmig, Verbindungsstiel wie hohl. Vergr. circa 4100.

Fig. 52. Dotterzelle aus einem 36 Tage alten Eie (wie vorige). Kern bereits getheilt, Theilungsrichtung der Zelle durch Körnchenreihen gekennzeichnet. Vergr. circa 700.

Fig. 53. Dotterzelle aus einem 25 Tage alten Eie (heiües Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Kern getheilt, zarte Zellplatte. Vergr. circa 700.

Fig. 54. Kerne noch durch einen zarten Faden verbunden, sonst wie Fig. 53.

Fig. 55. Dotterzelle aus einem 84 Tage alten Eie (konservirt mit kochender Chromsäure, untersucht in RANVIER's Pikkrokarminlösung). Der roth gefärbte Kern enthält einige Vacuolen und einen stumpfen Fortsatz *a*. In den Maschen des plasmatischen Netzwerkes ein Fetttropfen *fe*. Vergr. circa 600.

Fig. 56. Dotterzelle aus einem Ei vom 25. Tage (heiües Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Enthält sechs Kerne. Vergr. circa 600.

Fig. 57. Dotterzelle aus einem zwei Monate alten Ei (heiües Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Der Kern hat sich bereits getheilt und auch die Zelle ist fast völlig durchgeschnürt. Vergr. circa 600.

Fig. 58. Dotterbestandtheile aus einem frisch und ohne Zusatz zerdrückten 2 $\frac{1}{2}$ Monate alten Eie. *a*, kleine homogene Dotterkügelchen; *b*, größere dito; *c*, homogene Dotterkugeln mit einem kernartigen Binnenkörper; *d*, dasselbe mit drei gekörneltten Binnenkörpern; *e*, homogene Dotterkugel mit fünf homogenen Binnenkörpern; *f*, dasselbe mit vielen homogenen Binnenkörpern; *g*, gekörneltte Dotterkugel mit einem homogenen Binnenkörper; *h*, dasselbe mit vielen oft spindelförmig gestalteten homogenen Binnenkörpern. Vergr. circa 320.

Fig. 59, 60, 62, 63, 64, 66 aus acht Tage alten Eiern (heiües Wasser, Alkohol, Boraxkarmin).

Fig. 59. Kantenansicht einer Blastodermzelle. Kern im Ruhezustand, enthält zwei Nucleolen. *sch*, Scheidewand, welche eine untere von einer oberen Vacuolenreihe trennt. Vergr. circa 600.

Fig. 60. Kantenansicht einer Blastodermzelle. Kern im Knäuelstadium. Vergr. circa 600.

Fig. 61. Blastodermstück eines 84 Tage alten Eies von innen gesehen (konservirt mit heiüem Wasser, untersucht in HAMANN's Karmin). Der Kern ist oval mit einem Nucleolus, er ist ringförmig umgeben von größeren und kleineren Vacuolen *v*. Vergr. circa 380.

Fig. 62. Kantenansicht einer Blastodermzelle, Kern im Theilungsstadium der Muttersternform. *sch*, Scheidewand zwischen oberer und unterer Vacuole. Vergr. circa 600.

Fig. 63. Wie Fig. 62. Kern geht zur Tochtersternform über.

Fig. 64. Flächenansicht einer Blastodermzelle. Kern im Stadium der Tochtersterne, diese sind durch feine Körnchenreihen verbunden. Vergr. circa 600.

Fig. 65. Dotterzelle aus einem fünf Tage alten Eie (heiües Wasser, Alkohol, Boraxkarmin). Kern mit einigen Vacuolen versehen, in die Länge gestreckt. Vergr. circa 600.

Fig. 66. Flächenansicht einer sich theilenden Blastodermzelle. Kerne in dem Stadium der Tochterknäuel, Zelle eingeschnürt. Die Vacuole *v* scheint ausgeschaltet zu werden. Vergr. circa 600.

Bemerkung zu: Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden. Theil I.

(Dieser Band, 4. Heft, p. 86 ff.)

Von

Dr. H. Henking.

Auf Taf. IX sind nach Angabe des Lithographen in einer Anzahl von Tafelabzügen einige Details nicht deutlich zum Ausdruck gekommen. Bei der Wichtigkeit derselben glaube ich hiermit darauf aufmerksam machen zu sollen.

In Fig. 40 ist der rothe Überdruck der Kernanlage ausgeblieben. Sie befindet sich halb links unten, etwa in der Mitte zwischen Mittelpunkt und Peripherie des inneren Kreises.

In Fig. 43 sollten bei der oberen Kernfigur von den einander zugewandten Seiten der Chromatinkörnchen zarte (grau gezeichnete) Fädchen ausstrahlen, welche nicht völlig zur Berührung kamen, sondern sich in einer in der Mitte der Figur befindlichen zart gekörnelten Zone verloren. Es bezieht sich hierauf die Beschreibung auf p. 117.

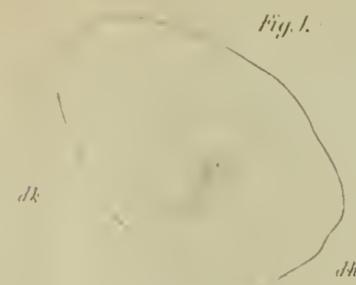


Fig. 1.

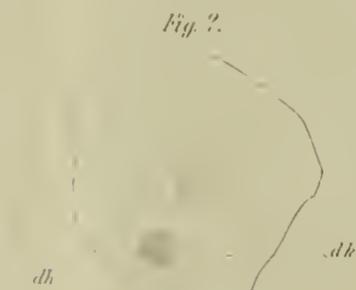


Fig. 2.



Fig. 7.



Fig. 8.

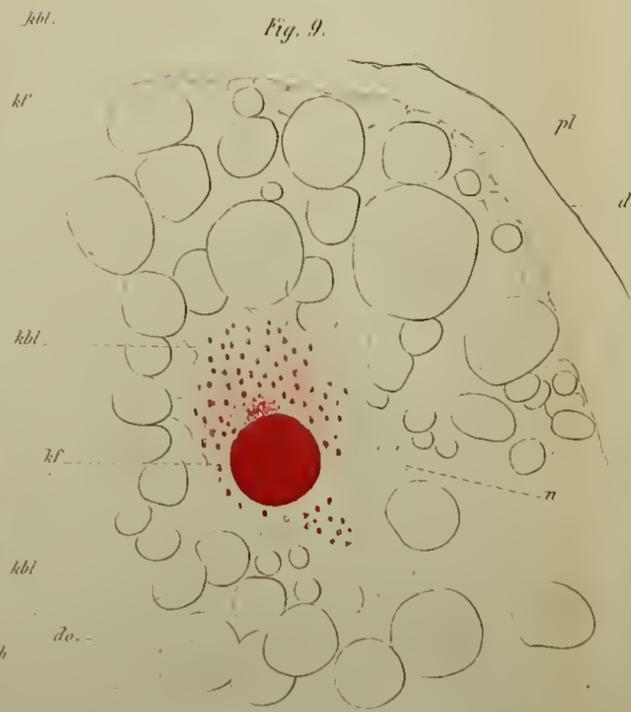


Fig. 9.

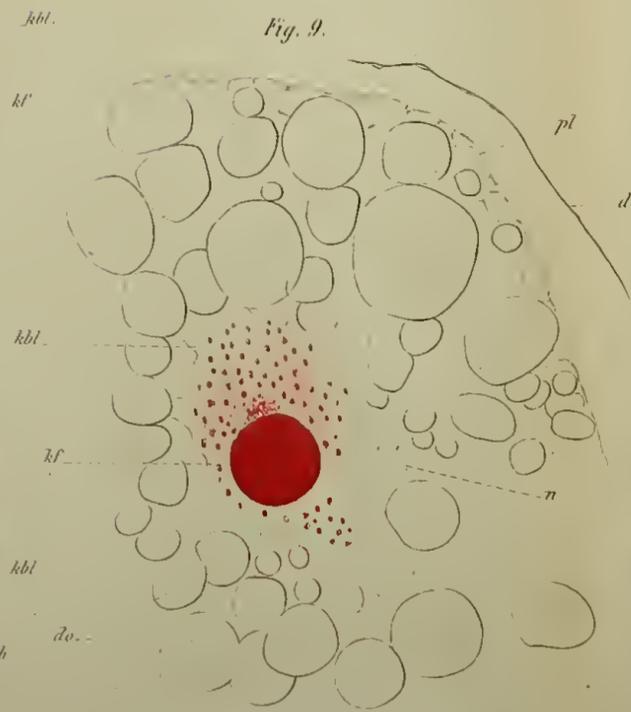


Fig. 10.

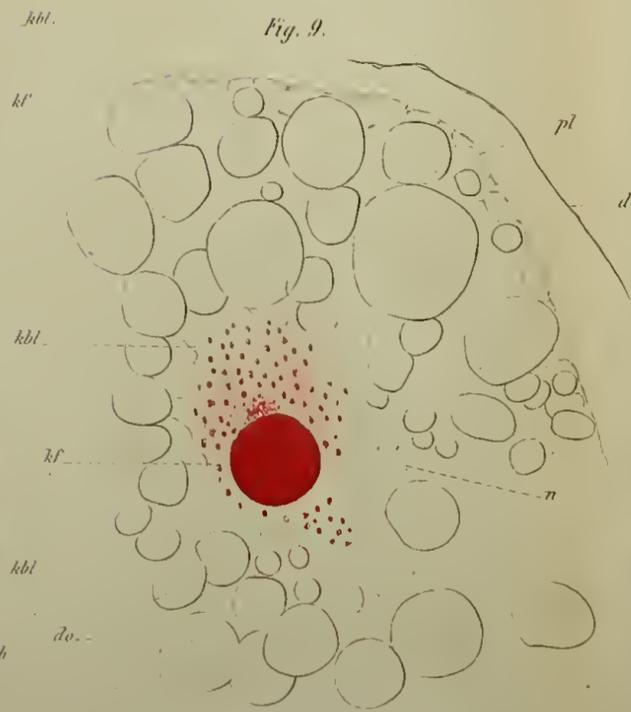


Fig. 11.

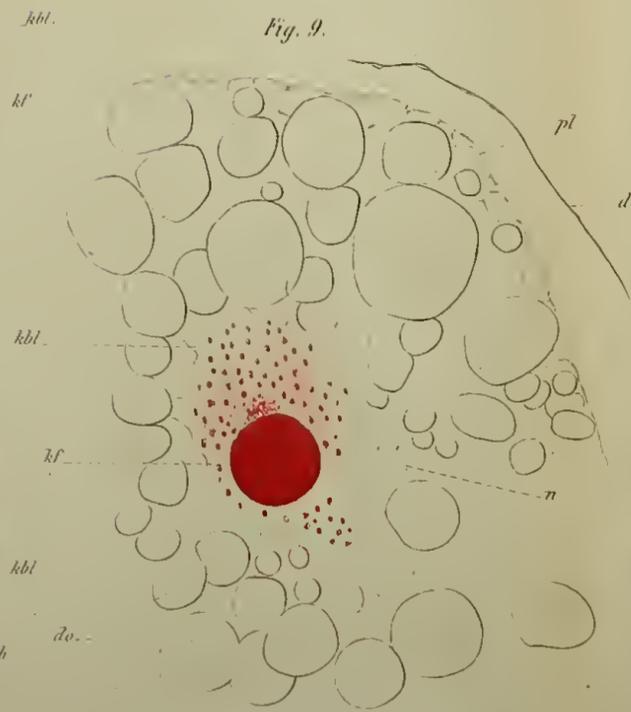


Fig. 12.

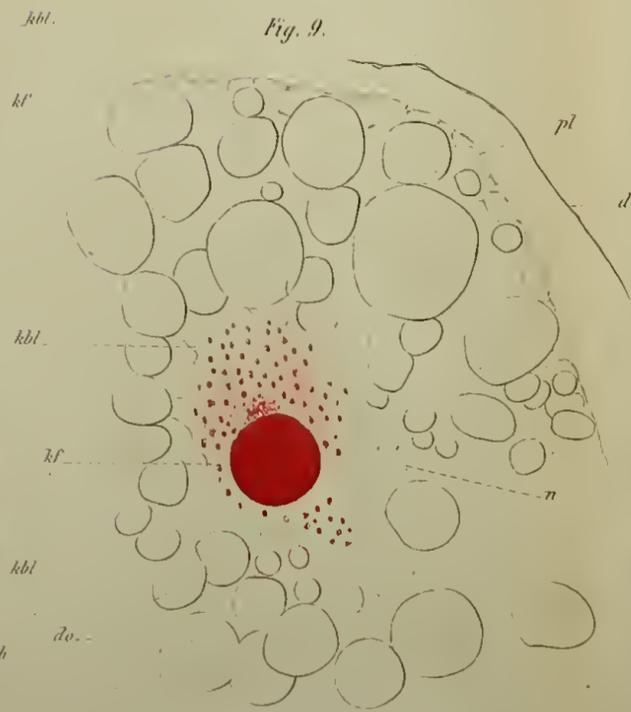


Fig. 13.

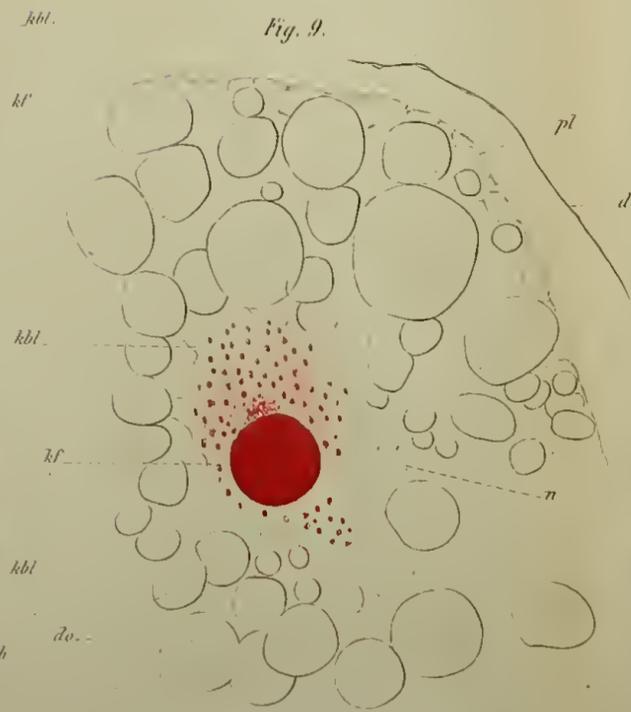


Fig. 14.

Fig. 3.

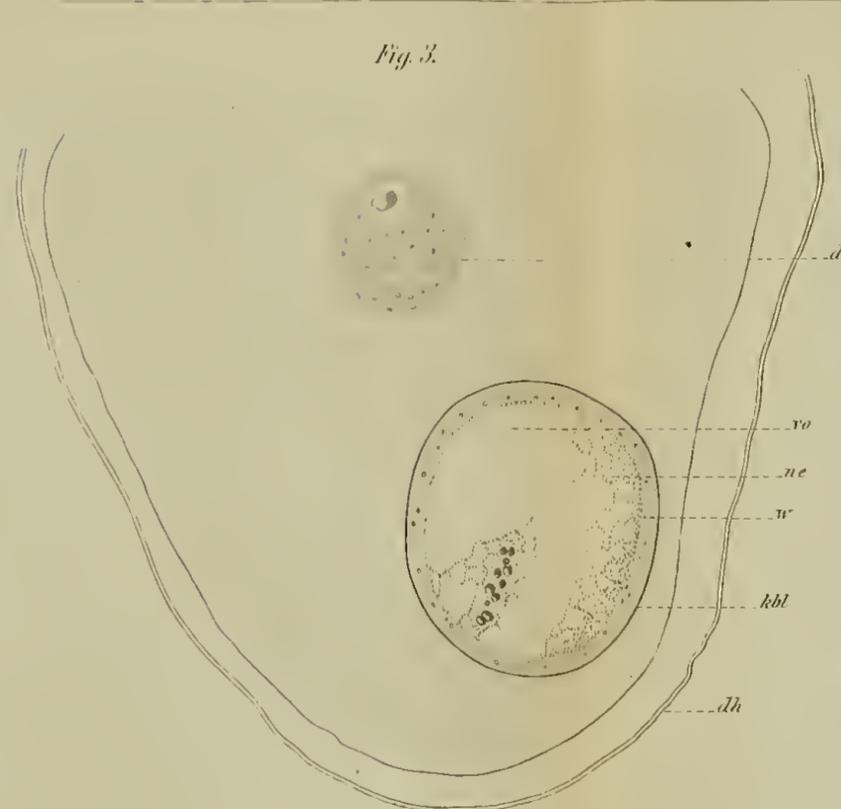


Fig. 4.

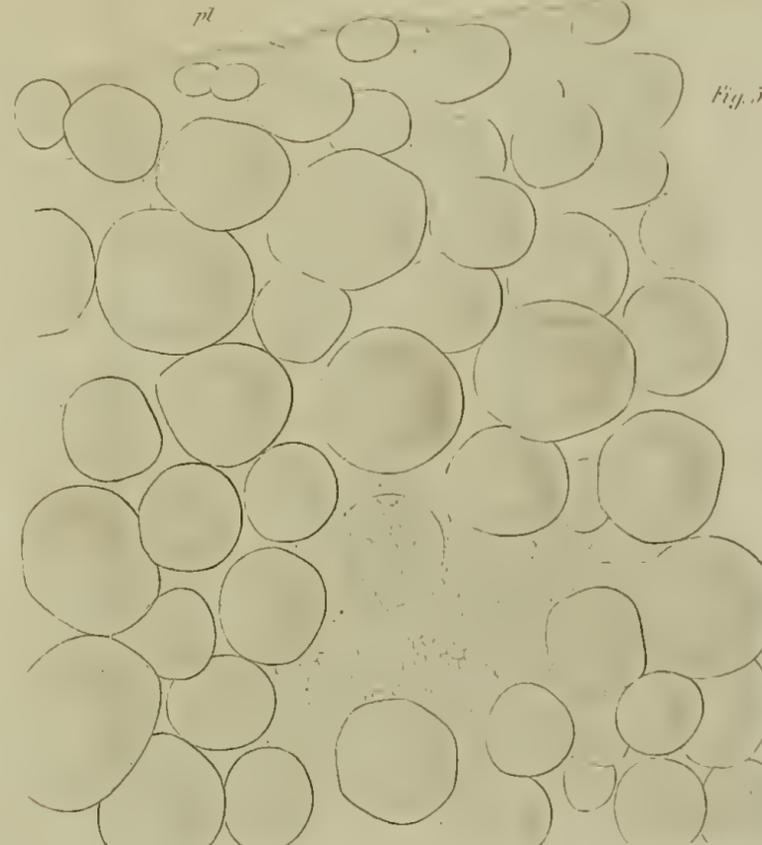
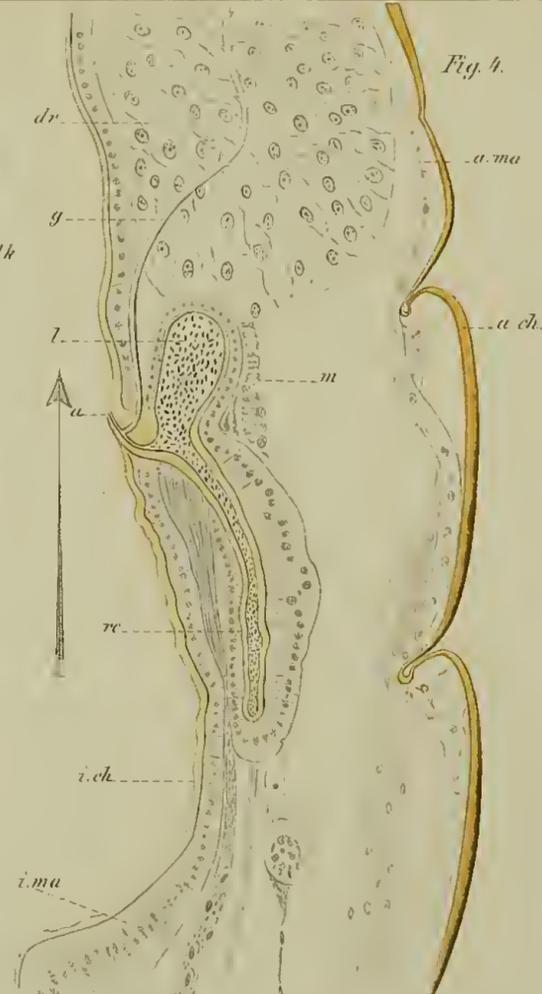


Fig. 5.

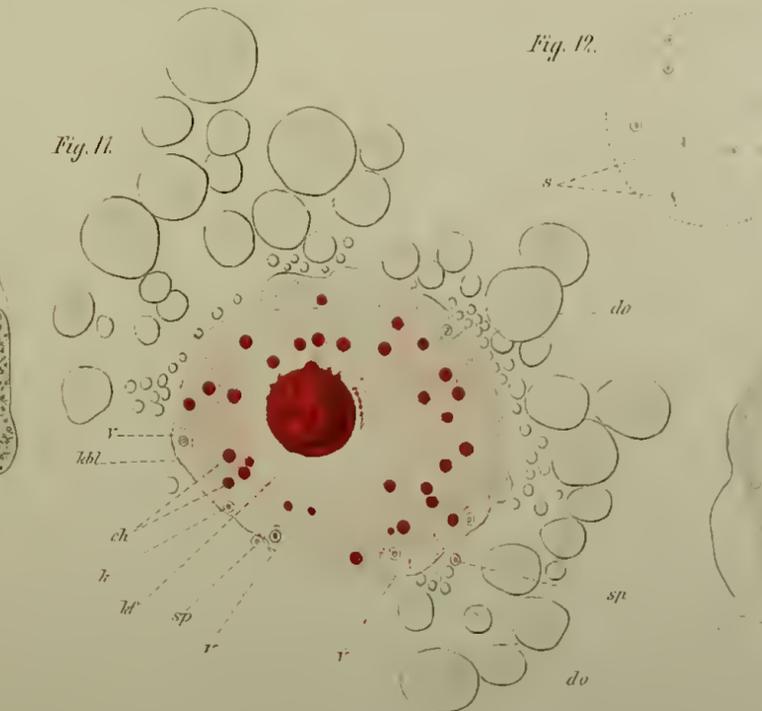


Fig. 15.

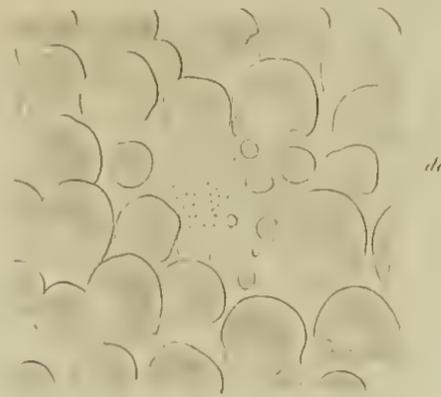


Fig. 16.



Fig. 17.

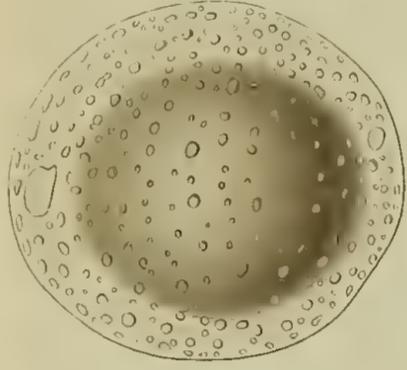


Fig. 18.

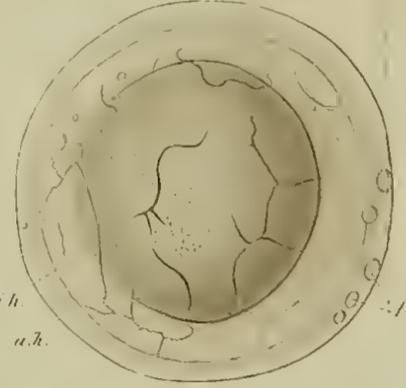


Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 21.

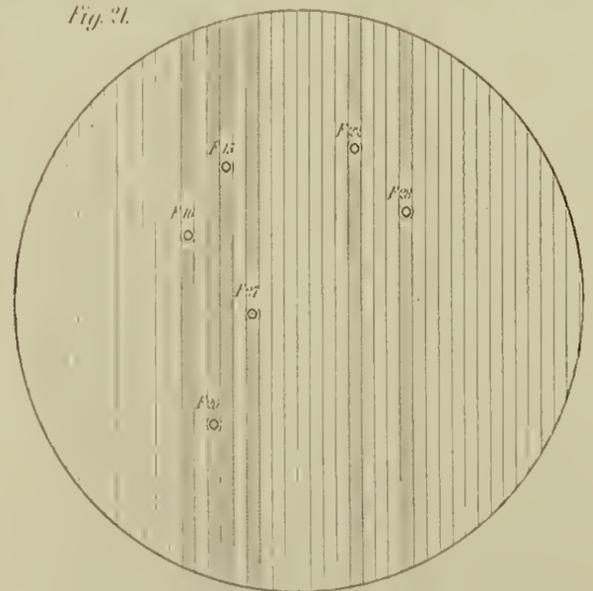


Fig. 22.

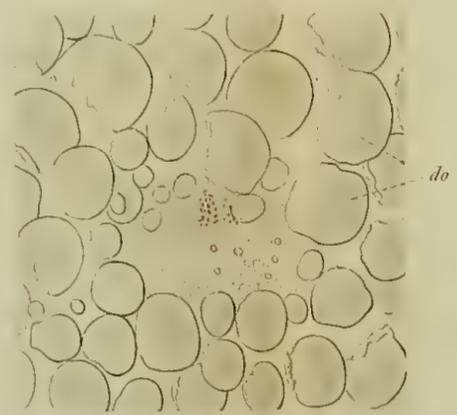


Fig. 23.

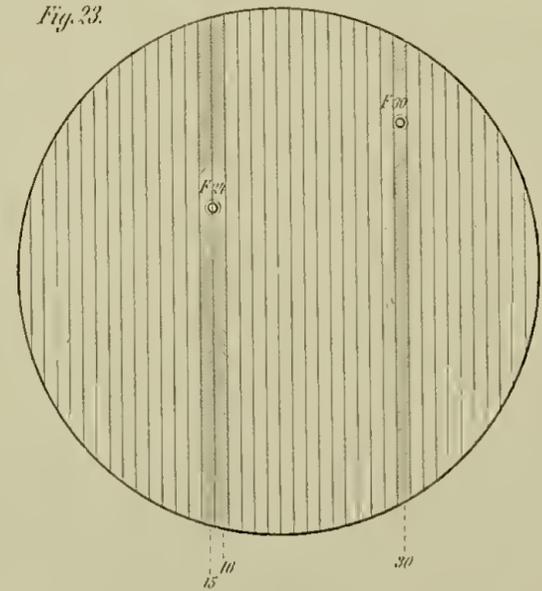
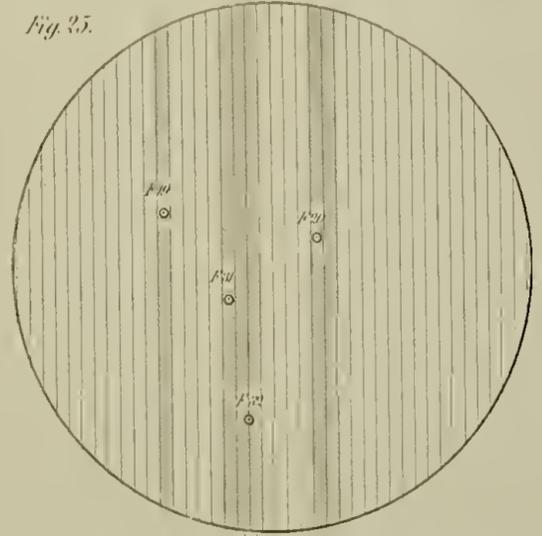


Fig. 24.



Fig. 25.



15 16 17 18 19 27 31

12 17 18 19 24

Fig. 26.



Fig. 27.

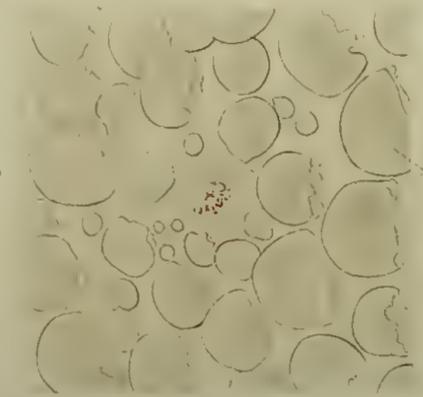


Fig. 28.

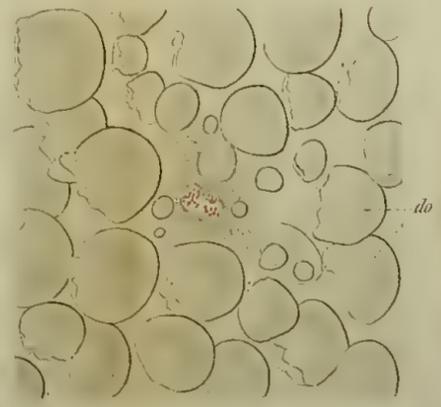


Fig. 29.



Fig. 30.

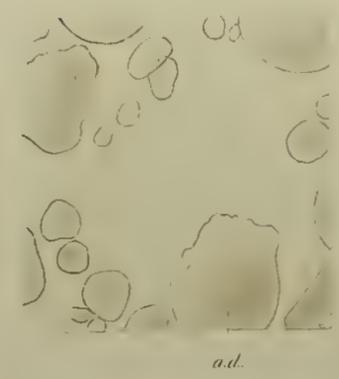


Fig. 31.

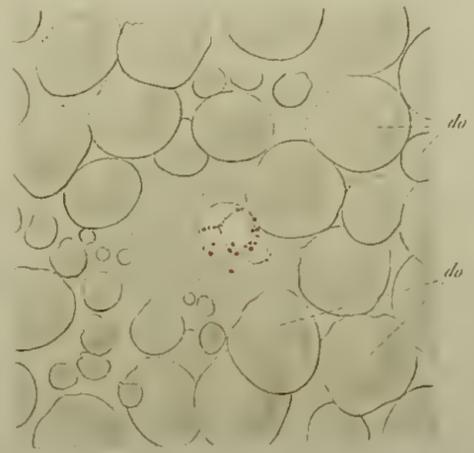


Fig. 32.

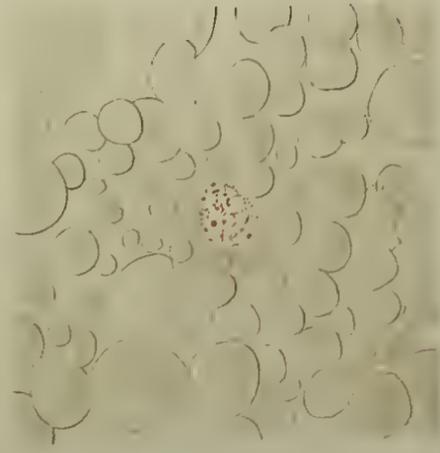


Fig. 33.



do

ch

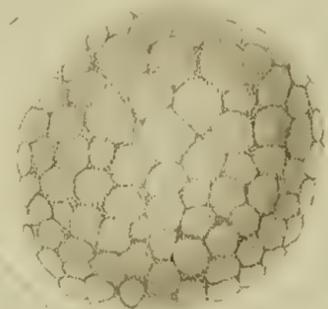
a.h.

Fig. 34.



d.s.

Fig. 35.



e.h.

Fig. 36.



Fig. 37.



bl

bl

dt

Fig. 38.



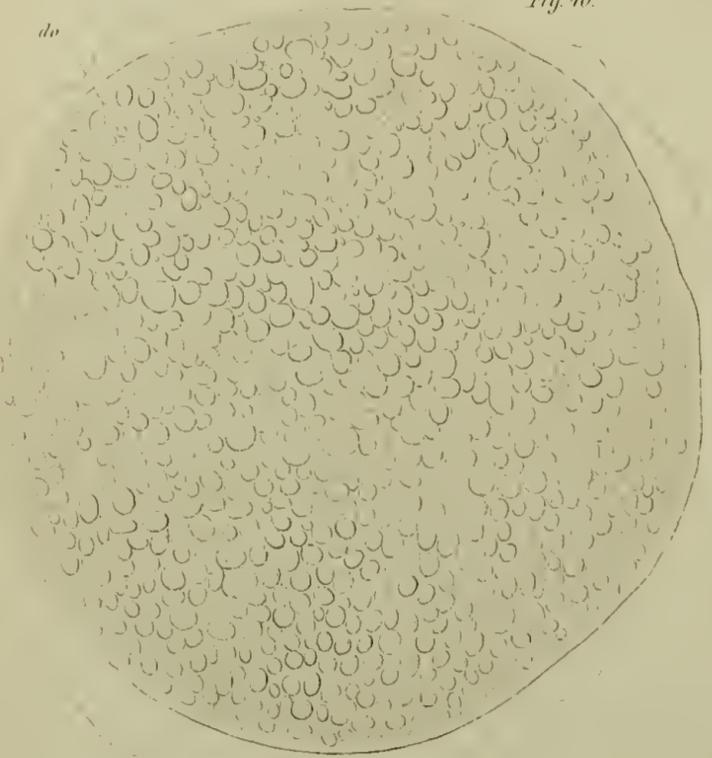
do

Fig. 39.



ch

Fig. 40.



do

pl.

Fig. 41.

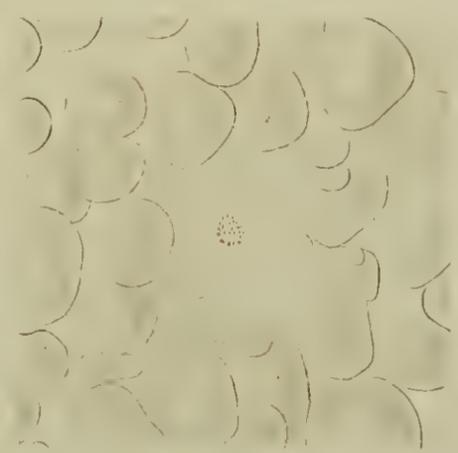


Fig. 42.



Fig. 43.



Fig. 44.



ch

bl

h.c.

bl

Fig. 45.



Fig. 46.



Fig. 47.



pl

Fig. 48.



d.s.

qu

d.s.

bl

bl

led

bl

ad

e

mn

ad

Fig. 49.



Fig. 50.



Fig. 51.



Fig. 52.



Fig. 53.



Fig. 54.



Fig. 55.

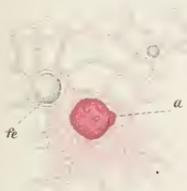


Fig. 56.



Fig. 57.



Fig. 58.

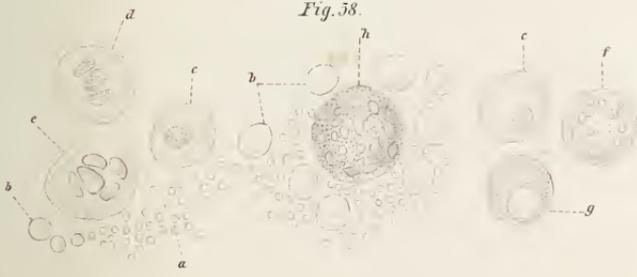


Fig. 59.



Fig. 61.

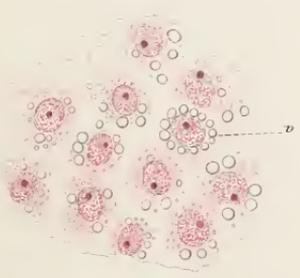


Fig. 62.



Fig. 60.



Fig. 63.



Fig. 64.



Fig. 65.



Fig. 66.

