



Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung.

Von

Dr. H. Henking,

Privatdocent und Assistent in Göttingen.

Mit Tafel XXIII—XXVI und 3 Holzschnitten.

In magnis et voluisse sat est.
PROPERZ.

Das gereifte Ei der Schmeißfliege ist in jüngster Zeit wiederholt untersucht worden, zuletzt von BLOCHMANN (1), der unter Anderem auch an diesem Materiale zu dem Resultate gekommen war, dass zu jeder Zeit ein Kern im Ei vorhanden und somit »freie Kernbildung« ausgeschlossen sei.

Meine Untersuchungen am Ei der Phalangiden hatten mich zu einem anderen Resultate geführt. BLOCHMANN (1) hat dieselben für ungenau erklärt, weil ich nicht auch nach den ihn damals gerade interessirenden Richtungskörpern gesucht habe.

Es musste mir nun natürlich daran liegen, an einem Materiale, welches die von mir angenommenen Erscheinungen nicht zeigen sollte, mich selbst von meinem Irrthume zu überzeugen.

Wenn ich gerade das Ei der Schmeißfliege hierzu auswählte, so liegt das einfach darin, dass mir so aus der Beschaffung des Materials keine Schwierigkeiten erwachsen.

Was die Methoden anbetrifft, so habe ich in gleicher Weise wie BLOCHMANN zur Färbung ausschließlich Boraxkarmin nach GRENACHER angewendet. Während BLOCHMANN aber auf dem Objektträger färbte, habe ich (5) aus den von mir bereits anderwärts angedeuteten Bedenken eine vorherige Durchfärbung des am stumpfen Ende angestochenen Eies vorgezogen: Wenn die Durchfärbung auch nicht immer gleich intensiv ausfällt, was man übrigens bald kontrolliren lernt, so geht doch auch nicht so leicht etwas verloren und man wird auch nicht leicht durch Fremdkörper irre geführt.

Sonst hat BLOCHMANN über den von ihm eingeschlagenen Weg der Konservirung nichts mitgetheilt, so dass ich da möglicherweise eine andere Methode als jener benutzt habe.

Bekanntlich geht die Entwicklung des Fliegeneies mit so überraschender Schnelligkeit vor sich, dass nach etwa 24 Stunden die Larve hervorkommt, deren hoch entwickelte Organe und Gewebe in so kurzer Zeit sich aus dem gleichförmigen Plasma- und Dottermaterial gebildet haben. Hieraus erhellt, dass die einzelnen Entwicklungsstadien nur eine ganz geringe Dauer haben können. Es war deshalb geboten, ein Fixierungsmittel zu wählen, welches augenblicklich den Entwicklungsvorgängen ein Ende macht. Nun wird sich weiter unten zeigen, dass die hier besonders interessirenden Stadien im Ei zum Theil bereits auf dem Wege vom Ovarium bis zum Moment der Ablage eintreten. Dadurch war aber die Benutzung von Konservierungsflüssigkeiten zu diesem Zweck so gut wie völlig ausgeschlossen; denn die Abtödtung der Eier musste bereits im Innern des Thieres stattfinden. Wenn ich auch den Leib des Thieres rasch öffnen konnte, so verstrich doch noch eine unkontrollirbare Zeit, bis das Reagens durch die Wandung der Ausführungsgänge des Geschlechtsapparates und durch die doppelte Hülle bis zum Inhalte des Eies vordrang.

Die Schwierigkeit wurde beseitigt durch Anwendung hoher Temperatur. Ich fing die Fliegen ein, während sie mit dem Ablegen der Eier beschäftigt waren und tauchte sie alsdann sofort in ein Gefäß mit kochendem Wasser und hielt sie einige Zeit untergetaucht. So wurden die Eier, welche sich im Ovidukt und im Uterus befanden, durch Erhitzen der sie normal umspülenden Feuchtigkeit rasch abgetödtet. Weiter ging ich dann so vor, dass ich den Hinterleib des Thieres eröffnete und dasselbe in 70%igem Alkohol härtete und später in 90%igem aufbewahrte. Zum Zweck der Färbung präparirte ich dann Oviduct und Uterus frei, stach das Ei am stumpfen Pole an, färbte mit Boraxkarmin während 15—30 Stunden, entfärbte mindestens eben so lange mit durch Salzsäure schwach angesäuertem 70%igem Alkohol und behandelte weiter nach der von mir bei den Phalangideneiern befolgten Methode.

Die abgelegten Eier tödtete ich ebenfalls durch Übergießen mit heißem Wasser, benutzte aber vielfach auch noch FLEMMING's Chrom-Osmium-Essigsäure. Wirkt diese etwa 4 Stunde und länger ein, so findet ein hässliches Schrumpfen des Eies und eine Anhäufung von Vacuolen, besonders an den Polen desselben, oder zuweilen auch eine unnatürliche Plasmaansammlung im spitzen Pole statt. Um die Einwirkung des FLEMMING'schen Gemisches möglichst rasch und sicher

eintreten zu lassen, habe ich es auch so gemacht, dass ich die Eier und das Gemisch in ein Probirröhrchen füllte und letzteres in kochendes Wasser eintauchte. Nach kaum einer Minute verrieth dann die Dunkelung des Eies, dass die Säure nach innen gewirkt habe. Nach gutem Auswaschen erfolgte Färbung wie oben. — Ich erhielt so durch eine oder, wenn man will, zwei andere Methoden eine werthvolle Bestätigung dessen, was ich mit der ersten Methode gesehen habe.

Ich betone nochmals, dass meine Untersuchungen der Hauptsache nach an Eiern angestellt wurden, welche auf die zuerst beschriebene Weise konservirt sind¹. Eine derartige einheitliche Behandlung schien mir desshalb werthvoll zu sein, weil dadurch bewiesen wird, dass auffallende Veränderungen im Laufe der Entwicklung nicht als absolute Kunstprodukte betrachtet werden dürfen, sondern als wirkliche Vorgänge im Leben des Geschöpfes.

Eine einzige Methode kann jedoch nicht allen Anforderungen genügen, dessen bin ich mir wohl bewusst. Da nun aber bei einer so raschen Entwicklung schon ein ganz bedeutendes Material dazu gehört, um nur erst einmal ein Bild von der Zeitfolge der Vorgänge zu erhalten, und da die Herbeischaffung der geeigneten Stadien doch nicht ohne Schwierigkeiten ist, besonders wenn man seine Zeit nicht ausschließlich einer derartigen Untersuchung widmen kann, so habe ich in diesem Jahre ausgedehntere Kontrolluntersuchungen nicht vornehmen können. Wenn ich aber dennoch jetzt schon zur Veröffentlichung der erhaltenen Resultate schreite, so hat das folgenden Grund: Frische Eier würden mir erst im Sommer wieder zur Verfügung stehen und würde also das Erscheinen der Resultate eine Verzögerung von mindestens einem Jahre erfahren, und das schien mir doch nicht räthlich zu sein.

Ja, ich muss hinzufügen, ich kann nicht einmal mein konservirtes Material zu Ende untersuchen, da ich genöthigt bin, mit Beginn des neuen Jahres an die Zoologische Station zu Neapel zu gehen. Ich muss also um Nachsicht bitten, dass ich die eine oder andere der nachfolgenden

¹ Dass man mit Anwendung von heißem Wasser und nachheriger einfacher Alkoholbehandlung sehr gute Resultate erhält, habe ich bereits in meinen Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden (p. 89, 112 etc.), sowie in meinen technischen Mittheilungen zur Entwicklungsgeschichte (p. 472) hervorgehoben. Ich freue mich, mittheilen zu können, dass unabhängig von mir G. PLATNER (15) kürzlich zu dem gleichen Resultate gekommen ist. Derselbe hat die gleiche Methode bei Untersuchungen an den Eiern von *Ascaris megaloccephala* angewandt und fand, »dass dieselbe in geschickter Weise benutzt, alle anderen Methoden übertraf«. PLATNER hat in den *Ascariseiern* Details in der Struktur der chromatischen Elemente erkannt, »die bisher allen Beobachtern entgangen sind« (p. 352).

den Beobachtungen jetzt noch nicht so gut erklären kann, wie ich wohl möchte.

Ich bemerke, dass die Eier der Schmeißfliege für eine sichere Entscheidung der beregten Frage recht ungünstig sind. Zwar bieten sie in Bezug auf das Schneiden gar keine Schwierigkeiten, verhalten sich also viel günstiger als die Eier der Phalangiden, aber sie haben zwei große Fehler. Das Keimbläschen, welches in Fig. 10 *kbl* von einem noch unreifen Ovarialeie dargestellt ist, enthält nur im Keimfleck (*kf*) eine ganz geringfügige Menge von Chromatin. Hiervon geht möglicherweise bei der Bildung der Richtungskörperchen die Hälfte oder gar drei Viertel verloren. Mit völliger Sicherheit aber darüber zu entscheiden, ob das winzige Reststückchen sich auflöst, oder sich unendlich fein zertheilt oder nur durch einen unglücklichen Zufall einmal nicht aufzufinden ist, das halte ich für unmöglich.

Dann kommt hinzu, dass die Entwicklung so ungeheuer rasch von statten geht. Wichtige Veränderungen treten so schnell ein, dass es zuweilen kaum möglich ist, zu entscheiden, welches Stadium das zeitlich vorangehende, welches das nachfolgende sei. Ich maße mir daher durchaus nicht an, in jedem Falle sogleich das Richtige getroffen zu haben.

In Bezug auf die Abbildungen gebe ich noch an, dass dieselben mit wenigen, wohl sofort kenntlichen Ausnahmen, unter Benutzung genau der gleichen Vergrößerung gezeichnet sind.

1. Das unreife Ei.

Als Beispiel eines noch nicht erwachsenen Ovarialeies verweise ich auf Fig. 10. Man sieht, wie das Keimbläschen (*kbl*) als farblose Kugel in dem deutlich vom Karmin gefärbten Eiinhalte schwebt. Dasselbe hat eine scharfe einfach kontourirte Wandung, enthält im Innern feinste Körnchen und einige helle Bläschen, sowie excentrisch den kleinen deutlich gefärbten und mit Vacuolen versehenen Keimfleck (*kf*).

Weiter zeigt die Abbildung noch Folgendes: Oberhalb der bereits deutlich angelegten Schale (*s*) folgen vier Bildungszellen für den Mikropylenapparat, sowie die großen Nährzellen des Eies (*nz*). Eine derselben steht mit dem Eiinhalte in direkter Kommunikation (Fig. 10 *c*) und erinnert an ein von den Aphiden bekanntes Verhalten der Nährzellen.

Besonders auffällig sind die großen Kerne der Nährzellen (*K*). Sie sind intensiv gefärbt, also sehr chromatinreich. Sie zeigen vielfach wie eingefressene Stellen (*e*). Ist das Ei gereift, so sind die Nährzellen mit ihren großen Kernen bis auf einen ganz kleinen Rest verschwunden. Wo ist dann aber das Chromatin derselben geblieben? Ich glaube, ein

Jeder wird mir ohne Weiteres zugeben, dass es von der Eizelle aufgenommen sei; jedenfalls ist es verschwunden. Hier hat sich also eine große Menge von Chromatin ganz unverkennbar im Zellinhalte aufgelöst; das Ei nimmt auch den Platz ein, den früher die Nährzellen inne hatten.

2. Das reife Ei.

Das erwachsene Ovarialei hat das Rudiment des Keimbläschens in der Nähe des oberen Poles, und zwar seitlich rechts oder links von der weiter unten noch zu erwähnenden Schalenrinne. Man kann nur noch von einem Rudiment sprechen; denn die stattliche Blase (Fig. 10 *kbl*) fehlt. Man findet ein etwa ovales Körperchen (Fig. 1 *K*) und in dessen Umgebung einen homogenen Hof (Fig. 1 *h*). Das Innere des Keimkörperchens enthält einige Vacuolen (FLEMMING'S Gemisch).

Unverändert sind die Verhältnisse gelegentlich bei einem den Ovarialtuben (Fig. 13 *t*) entnommenen Eie (Fig. 12). Auch hier ist das kleine ovale Keimkörperchen deutlich gefärbt, lässt im Innern ein zartes Netzwerk erkennen und liegt in einem kleinen homogenen Hofe (Fig. 12 *h*).

Ganz das Gleiche kann man noch bei einem Ei finden, welches bereits in den Uterus (Fig. 13 *ut*) übergetreten ist (Fig. 6 *k*), ja auch wohl gar bei einem bereits abgelegten Eie (Fig. 4 *k*). Den letzteren Fall habe ich im Ganzen viermal angetroffen, drei von den Eiern stammten von demselben Thiere ab, das vierte von einem anderen. An allen diesen zeigte die Untersuchung, dass sie entschieden unbefruchtet waren: im Innern des Eies waren keine Andeutungen von Spermatozoen zu bemerken, bei dem einen Eie waren allerdings über der Mikropyle einige Samenfäden sichtbar.

Bei einem Eie war die Mikropyle anscheinend normal, bei zweien etwas abweichend gestaltet, bei dem vierten nicht mit im Präparate. Ob der Bau der Mikropyle eine Befruchtung verhindert hatte, ob das Thier nicht mit genügend Sperma versehen war, oder welche Ursache sonst bewirkt haben mochte, dass die Eier parthenogenetisch abgelegt wurden, vermag ich nicht zu sagen. Weiter habe ich auch keine Beobachtungen darüber, ob derartige Eier entwicklungsfähig sind oder nicht. Als ich auf die mitgetheilte Thatsache aufmerksam wurde, war die Jahreszeit zu weit vorgerückt, als dass ich noch nach etwaigen »tauben« Eiern hätte suchen können.

Das in Fig. 6 abgebildete, im Uterus befindliche Ei ist ebenfalls noch unbefruchtet. Fig. 7 zeigt bei *m* einen Schnitt durch die Mikropyle desselben.

Das Keimkörperchen im reifen Ei von *Lucilia Caesar* ist ganz ähnlich dem eben beschriebenen von *Musca vomitoria*. Ich gebe in Fig. 44 die Abbildung eines solchen. Auch hier liegt das Keimkörperchen an der Peripherie und ist von einem hellen Hofe umgeben. Es enthält im Innern deutlich gefärbte Pünktchen. Das Ei war dem Oviduct entnommen.

3. Das Vordringen der Samenfäden bis zur Mikropyle des Eies.

Das Eindringen des Sperma in das Ei findet ausnahmslos in jenem oberen Theile der weiblichen Legeröhre statt, welche als Uterus bezeichnet werden mag (Fig. 6, 43 *ut*). An jener Stelle, wo der Oviduct (*od*) in den Uterus übergeht, sitzen außer zwei hellen Anhangsdrüsen (*ah*) die gestielten Receptacula seminis. In den dunklen, mit derben chitinartigen Wandungen versehenen Behältern (Fig. 43 *rs*) liegen die Samenfäden aufgekäuelt. Die Eier, welche mit dem stumpfen Pole voran aus dem Ovarium abwärts gleiten, müssen gleich beim Eintritt in den Uterus an den Ausführungsgängen der Receptacula seminis vorbei passiren (Fig. 6 *a.rs*).

Dass ein großes Bündel von Spermatozoen im Uterus in die Mikropyle des Eies einzudringen pflegt, ist zuerst von MEISSNER (14) und LEUCKART (13) beobachtet worden. Ich kann den Darstellungen dieser Forscher über den am frischen Objekt zu beobachtenden Vorgang kaum etwas Neues hinzufügen. Von ihnen wurde bereits der eiweißartige Überzug des Eies (Fig. 5, 44 *ew*), sowie die rundliche Haube über der Mikropyle (Fig. 5, 44 *ha*) und das radienartige Eindringen der Spermatozoen durch die Haube in die Mikropyle (Fig. 44 *sp*₂) beschrieben. MEISSNER (14) sah auch schon, wie bereits in das Ei eingedrungene Samenfäden eine Spur in der Mikropylenkappe zurückließen. Ich kann das Alles bestätigen. Eine Reihe von das Licht anders brechenden Fleckchen deutet den Weg an, welchen das Samenfädchen beim Durchdringen der Mikropylenkappe eingeschlagen hatte. Hinzufügen möchte ich nur noch, dass von dem Mikropylenhöckerchen vor der Befruchtung dunkle Körnchen sternartig ausstrahlen (Fig. 5 *mi*), als wollten sie von der Kopulationsbereitschaft des Eies Zeugnis ablegen.

Nun bietet das Ei an seiner Oberfläche noch eine sonderbare Bildung, welche von HEROLD (7) zuerst gesehen und von LEUCKART näher beschrieben wurde. Das ist die Schalenrinne. Sie reicht vom vorderen Pole über etwa $\frac{5}{6}$ der Eilänge hin (Fig. 3 *rf*). HEROLD (7) wusste sie nicht zu deuten und machte nur darauf aufmerksam, dass unter ihr die Stigmen der Larve lägen. Nach LEUCKART (13) hat die Furche möglicherweise nur die Aufgabe, das Ausschlüpfen des Embryo zu erleichtern. Ich glaube, dass sie zum Mikropylenapparat zu rechnen ist. Sie mündet

direkt auf die Mikropyle (Fig. 3 *m*) unter Verbreiterung aus und Beobachtungen überzeugten mich, dass sie auch zum Fortleiten von Samenmassen dient.

Das in Fig. 5 abgebildete Ei war erst ein Wenig mit dem stumpfen Pole aus dem Oviduct in den Uterus vorgedrungen. Eine Untersuchung desselben in ganz schwacher Salzlösung ergab, dass das Ei noch unbefruchtet war; aber im unteren Ende der Schalenrinne steckten drei Spermatozoen (Fig. 5 *sp*₁, *sp*₂). Sie waren bereits abgestorben, wie die Samenfäden denn überhaupt in Wasser und bis $\frac{1}{2}\%$ iger Salz- und Zuckerlösung sogleich ihre Beweglichkeit verlieren.

Die aus dem Uterus selbst entnommenen, mit Spermaschopf in der Mikropyle versehenen Eier bargen ebenfalls Samenfäden in der Schalenrinne, jetzt aber in dem der Mikropyle zugewandten Theile (Fig. 14 *sp*₁). Auffallend ist es auch, dass der Überzug des Chorions (Fig. 5, 14 *ew*) nicht über die Schalenrinne einfach fortzieht, sondern oben und unten an derselben aufhört (Fig. 14 *a*, *b*).

Dass die Schalenrinne wirklich ein Erleichterungsmittel für die Befruchtung ist, scheint mir ganz einleuchtend zu sein. Schon HEROLD theilt mit, dass der Rücken der Made unter der Furche sich befindet, und dass er beim Ablegen »mit dem Rücken des Fliegenweibchens eine völlig parallele Lage hat«. Hierbei ist dann aber die Furche des im Uterus befindlichen Eies den Ausführungsgängen der *Receptacula seminis* zugewandt. Nur einmal habe ich eine davon abweichende Stellung des Eies wahrgenommen.

Das Ei, welches mit dem dicken Ende voran in den Uterus eintritt, nimmt Sperma in das untere Ende der Schalenrinne auf, und dieses vermag selbst dann zur Mikropyle vorzudringen, wenn auch die gespannte Uteruswandung sonst das Ei dicht umschließt.

Man wird vielleicht einwerfen, die Samenfäden würden dennoch leicht den Zugang zur Mikropyle finden, und zwar in dem Augenblicke, in welchem der spitze Eipol an den Ausführungsgängen der *Receptacula* vorüberglitte. Da stimme ich sofort zu. Es ist jedoch noch ein anderer Fall in Erwägung zu ziehen.

Es ist etwas sehr Gewöhnliches, dass man aus dem Uterus unserer Schmeißfliege nicht ein auf frühester Entwicklungsstufe stehendes Ei, sondern eine völlig ausgebildete Larve herauspräparirt. Das hat bereits LEUCKART (13) erfahren und auch STUHLMANN (16) hat es beobachtet. Es ist aber stets nur eine Larve vorhanden, die übrigen Eier verhalten sich wie gewöhnlich. — Es ist bekannt, dass die Fliegen sich ihrer Eier sehr rasch entledigen; während ein Ei noch im Uterus steckt, befindet sich ein anderes bereits wieder im Oviduct. Nun sind die Fliegen aber

auch sehr scheu, sie unterbrechen die Ablage bei der geringsten Störung sofort und fliegen davon. Was geschieht dann mit den Eiern? Das noch zum Theil im Oviduct steckende Ei gleitet völlig in den Uterus und bleibt hier liegen. Dieser ist aber auch sehr gut zum Warten eingerichtet, er besitzt am oberen Ende eine blinde Aussackung (Fig. 6 *ut*), in die sich der spitze Pol des Eies eindrückt. Die so gebildete Aussackung hat aber eine Einrichtung, welche verhindert, dass sich die Uteruswand der Mikropyle fest auflegt. Das ist erstens ein derber cuticularer Überzug der Uteruswand an jener Stelle (Fig. 7, 21 *cu*) und weiter eine große Menge starker Borsten auf demselben (Fig. 7, 21 *st*). Es können also auch bei einem so eingeschlossenen Eie dennoch Spermatozoen zur Mikropyle gelangen, und in diesem Falle, wie ich glaube, ganz besonders durch Vermittelung der Schalenrinne. Gleichzeitig ist sehr wohl möglich, dass letztere in Folge ihres zarteren, von dem übrigen Chorion abweichenden Baues (Fig. 1, 8 *rf*), außer dem Vortheile für das Ausschlüpfen der Larve auch noch respiratorische Bedeutung hat. Welche von den hier erwähnten Verwendungen die von LEUCKART (13) beschrieben, so höchst bizarren Ausgestaltungen der gleichen Anlage bei anderen Fliegen, z. B. *Scatophaga stercoraria*, *Drosophila cellaris*, *Leptis punctum*, beibehalten haben mögen, darüber lässt sich jetzt noch nichts sagen.

Das im Uterus befindliche Ei wird also befruchtet und beginnt sich zu entwickeln. Findet die bei der Ablage gestörte Fliege nicht so bald wieder ein passendes Substrat, um den Rest ihrer Eier darauf niederzulegen, so wird das befruchtete Ei sich im Uterus bis zur Larve entwickeln können. Kommt es früher zur Ablage, so zeigt es ein Zwischenstadium. Auch hiervon habe ich Beispiele gefunden.

Dass die Samenfäden, durch irgend eine unbekannte Kraft geleitet, direkt der Mikropyle zueilen, ließ sich bereits äußerlich feststellen. Welchen Weg nehmen sie nun aber weiter? BLOCHMANN (1) meint (p. 557), dass sie gewöhnlich nicht an der Spitze des Eies eindringen. Wäre derselbe nicht allem Anscheine nach ein so großer Verächter der älteren Litteratur, so würde er schon aus den Arbeiten von MEISSNER (14) und LEUCKART (13) haben ersehen können, dass diese seine Meinung doch wohl nicht richtig sei.

MEISSNER (14) berichtet nämlich (p. 274), dass die Dotterhaut unter der Mikropyle dem Chorion fest anhafte und außerdem von einer Öffnung durchbohrt sei, welche der Mikropyle an Größe gleichkomme und auch LEUCKART hat das Gleiche beobachtet¹. Ich kann das völlig bestätigen.

¹ LEUCKART (13) sagt (p. 114): »Im Umkreis der Mikropyle adhärirt die Dotterhaut an dem Chorion, so dass die Öffnung durch beide Häute hindurchgeht.«

Ja, es besitzt die Dotterhaut nicht nur ebenfalls eine Mikropyle, sondern auch um dieselbe eine Zeichnung, welche mit der der Chorionmikropyle eine große Ähnlichkeit hat, ohne allerdings so vollkommen und ausgebildet zu sein. Ich gebe in Fig. 47 (*md*) eine Abbildung davon.

An Schnitten habe ich mich dann zur Genüge davon überzeugen können, dass das Eindringen der Samenfäden nicht nur an der Spitze des Eies, sondern sogar direkt unter der Mikropyle stattfindet. Zur Illustration des Vorganges brauche ich wohl nur auf Fig. 24 zu verweisen.

4. Über Richtungskörper.

In dem gereiften Eie war das Keimbläschen bis auf ein kleines sich färbendes Keimkörperchen und einen hellen Hof um dasselbe geschwunden (Fig. 4, 42). Entsprechend dem Verhalten bei anderen Thieren muss sich nun bis zum Augenblick der Befruchtung die Bildung von Richtungskörpern einstellen.

BLOCHMANN (4) hat dieselbe beobachtet. Nach ihm wandelt sich das Keimbläschen in den von ihm auf Fig. 29 abgebildeten Richtungsamphiaster um, welcher den in Fig. 34 und 35 abgebildeten Richtungskernen¹ den Ursprung geben soll.

Wie sich weiter unten zeigen wird, kann ich der von ihm vertretenen Auffassung nicht beipflichten. Seinen Richtungsamphiaster halte ich für den ersten Furchungskern.

Dagegen habe ich einige Beobachtungen gemacht, welche sich vielleicht eher zu Gunsten von Richtungskörpern verwenden ließen. Aber ich drücke mich mit aller Reserve aus: Die Ungunst des Materials, die Kleinheit und das sonderbare Verhalten der fraglichen Gebilde haben es mir nicht gestattet, zu einem abschließenden Urtheile zu kommen.

Dass der Eikern fädige Differenzirungen seiner Länge nach besitze, wie BLOCHMANN angiebt, ist nicht das gewöhnliche Verhalten; aber es mag eine Vorbereitung zur Bildung der Richtungskörper sein. Als ein dem entsprechendes Stadium könnte Fig. 4 aufgefasst werden; man sieht, dass gegen Fig. 4 und 42 eine Veränderung mit dem Keimkörperchen vor sich gegangen ist. Diese Veränderung könnte schließlich endigen mit der Bildung einer Spindelfigur, wie sie in Fig. 24 (*rsp*)

¹ Merkwürdig ist, dass die in Fig. 34 und 35 bei BLOCHMANN abgebildeten Richtungkerne trotz ihrer verschiedenen Lagerung zu einander das gleiche Präparat darstellen sollen laut Tafelerklärung. Welches von beiden Bildern ist denn das Richtige?

dargestellt ist. Die Spindel besteht in jeder Hälfte nur aus zwei Chromatinkörnchen, welche etwa birnförmig gestaltet und mit ihren Spitzen einander zugewandt sind. Es darf nicht auffallen, dass die Figur anscheinend so weit im Innern des Eies liegt: Der Schnitt ist ein wenig tangential gefallen, die Spindel würde also nicht seitlich, sondern der dem Beschauer zugewandten Seite des Eies schräg zustreben, ein Verhalten, welches in der Zeichnung wiederzugeben, mir nicht recht gelingen wollte. — Dass die Spindel wirklich aus dem Keimkörperchen hervorgegangen sei, dafür kann ich keinen direkten Beweis erbringen. Es spricht dafür, dass ich auf den Schnitten durch das Ei sonst nichts von einem Keimkörperchen habe auffinden können. Das Ei befindet sich im Uterus und der in der Mikropyle befindliche Spermaschopf zeigt, dass die Befruchtung unmittelbar bevorsteht. Konservierung mit heißem Wasser.

In Fig. 9 gebe ich bei *rsp* eine Spindel, welche wohl mit Recht der vorigen gleichgestellt werden dürfte. Sie stammt aus einem Eie, welches mit FLEMING'S Chrom-Osmium-Essigsäure (kalt) konserviert wurde. Das Ei steckt noch in der Ovarialhaut. Auch hier haben wir wieder die vier Chromatinkörnchen und außerdem eine Andeutung von achromatischen Fäden. Von einem Keimkörperchen, oder einer Figur, die für ein Umwandlungsprodukt desselben gehalten werden könnte, habe ich in dem Eie nichts bemerkt. Die Dotterkugeln sind durch die Säure völlig aufgelöst, nur das an deren Stelle vacuolisirte gefärbte Plasma ist zurückgeblieben.

Und nun biete ich in Fig. 2 bei *r/k* abermals eine Spindel, und sehe im Voraus, dass sie ohne Schwierigkeit als Richtungsspindel anerkannt werden wird. Hier ist die Hälfte der Spindel nach außen gestoßen. Das Richtungskörperchen besteht aus zwei Kugeln, welche deutlich außerhalb der Eiperipherie liegen. Im Ei sind zwei Körnchen zurückgeblieben. Auch in diesem mit heißem Wasser konservierten Präparate sind achromatische Fäden zu bemerken, wenn man die die Chromatinkörnchen verbindenden Strichelchen überhaupt so nennen will. Unterhalb des Richtungskörperchens befindet sich ein deutlich gefärbter Streifen, als ob die Oberfläche des Eies in Berührung mit der Kernsubstanz selbst chromatisch geworden wäre.

Aber die Sache hat eine sehr eigenthümliche Seite. Das Ei wurde erst etwa eine halbe Stunde nach der Ablage konserviert. Ich war daher nicht wenig verwundert, in einem relativ bereits so alten Eie noch ein Richtungskörperchen zu finden, noch mehr aber, als ich bemerkte, dass sich dasselbe unweit des stumpfen Eipoles angesiedelt hatte. Meine Verwunderung wich schließlich aber einem, ich muss gestehen,

Anfangs nicht besonders angenehmen Gefühle, als ich nun gar sah, dass am spitzen Pole die Entwicklung bereits begonnen hatte, denn dort lag am Rande schon der gefärbte Kern, die »Richtungskernmasse« BLOCHMANN's, dort zeigten sich im Innern schon die bekannten plasmatischen Anhäufungen mit den farblosen Kernen, Alles in gewöhnlicher Weise.

Es fällt mir nun aber gar nicht ein, einer derartigen vereinzelt Beobachtung irgend welchen großen Werth beizulegen; aber ich habe doch geglaubt, ihre Mittheilung nicht unterdrücken zu dürfen. Ich hätte es gern gesehen, wenn die Spindel sich als ein Fremdkörper hätte erkennen lassen; jedoch liegt sie zu genau in der Ebene des Schnittes und auch zu genau auf dem Rande desselben. Wo sollte auch ein so genau mit Fig. 9 und 21 (*resp*) übereinstimmender Fremdkörper herkommen. Jedenfalls ist die Sache nicht klar.

Ein anderes Bild, dessen ich noch Erwähnung thun möchte, ist mir ebenfalls nicht zu völliger Klarheit gekommen. Ein Ei, welches bereits in den Ovarialtuben steckte, zeigte an Stelle des Keimkörperchens das in Fig. 8 annähernd wiedergegebene Gebilde. Unweit des Eirandes liegt eine dichtere plasmatische Masse, welche getheilt ist und je mehrere gleichverlaufende verwaschene Chromatinstreifen aufweist. Ganz undeutliche Chromatinstreifen ziehen mehr der Eimitte zu. — Ob wir hier etwas Normales vor uns haben, etwa die Bildung eines ersten Richtungkörperchens, oder nur einen pathologischen Zustand, vermag ich nicht zu entscheiden. Die verwaschene Färbung, sowie die ungewöhnlich starke Schrumpfung des Eies sind immerhin etwas bedenklich. Bei *dh* hat sich die Dotterhaut weit vom Eiinhalte abgehoben. Es sieht aus, als wenn sich das Chromatin im Eie vertheilen wollte.

5. Die Befruchtung.

Wir hatten gesehen, dass die Samenfäden direkt durch die Mikropyle von Chorion und Dotterhaut hindurchschlüpfen. Damit sind sie in das Innere des Eies gelangt. Zunächst kommen sie in einen Vorraum, welcher als Empfängnisfleck bezeichnet werden mag (Fig. 21 *ef*). Dieser halbkugelige helle Raum entsteht nicht etwa vor den eindringenden Spermatozoen, sondern ist im reifen unbefruchteten Eie ebenfalls in gleicher Form und Lage vorhanden. Es dürfte damit wohl der letzte Zweifel schwinden über die Frage, wo die Spermatozoen in das Ei einzutreten pflegen. Übrigens ist der Empfängnisfleck bereits von STUHMANN (p. 52 resp. 152) gesehen, wenn auch auf seine Bedeutung nicht näher untersucht.

Dass die Samenfäden an der erwähnten Stelle wirklich eindringen,

davon kann man sich an günstigen Präparaten leicht überzeugen. An Fig. 21 sieht man, wie zwei derselben gerade in Begriff sind, durch den Empfängnisfleck hindurch das Plasma des Eies zu gewinnen. Letzteres tritt ihnen in einer etwas stärkeren Anhäufung von meist etwa kegelförmiger Gestalt unter dem Empfängnisfleck entgegen, oder mit anderen Worten: Unter der Mikropyle liegt eine meist von Dotterbestandtheilen, wenn auch nicht völlig, gemiedene Plasmamasse. Im vorliegenden Präparate war sie gegen den Empfängnisfleck durch eine Schicht kleiner Vacuolen (*v*) abgegrenzt.

Im Dotter verändern die Spermatozoen in auffallender Weise ihre Gestalt. Sie treten uns als kleine kugelige Kerne entgegen (Fig. 20 *sp*). Wie es kommt, dass das lange fadenförmige Samenthierchen eine derartige Umwandlung erleidet, vermag ich leider nicht anzugeben. Ich habe keine den Vorgang aufklärende Bilder. In meinen Präparaten erstrecken sich die intensiv gefärbten Samenfäden stets bis unmittelbar an das Eiplasma; im Innern des Eies habe ich niemals mit Sicherheit ein fädiges Gebilde bemerkt, sondern stets nur die fertig gebildeten Samenkernchen. Zuweilen fand ich allerdings auf einer Reihe auf einander folgender Querschnitte in einer Plasmaansammlung an entsprechender Stelle ein Pünktchen und dieses Pünktchen machte zum Schluss einem etwas größeren roth gefärbten Fleckchen Platz, so dass ich auf den Gedanken kam, Querschnitte des Samenfadens vor mir zu haben, welcher am Ende bereits zur rundlichen Kernform zusammenschmelzen begönne; doch habe ich keine Gewissheit darüber erhalten, auch durch Längsschnitte nicht. Einen vollgültigen Beweis für Identität von Faden und Kern kann ich also nicht erbringen, sondern nur einen indirekten.

In Fig. 15 ist zu sehen, wie von der Gegend der Mikropyle her (der Schnitt geht nicht durch die Mitte des Eies) eine Wolke von Plasma (*wp*₁) der Tiefe des Eies zuströmt. Auf einem anderen Schnitte der gleichen Längsschnittserie, also in einer anderen Gegend desselben Eies ist eine entsprechende Wolke von Plasma bereits in größerer Tiefe angekommen (*wp*₂). Eine dritte Wolke (*wp*₃) aus einem entfernten Schnitte habe ich, um das Bild der kombinierten Zeichnung nicht undeutlich zu machen, nur durch eine gestrichelte Figur angedeutet.

In Fig. 22 befindet sich nun am Grunde einer entsprechenden Plasmawolke ein rothes Körperchen (*sp*). Es entstammt dieser Schnitt zwar einer anderen Art, nämlich der *Lucilia Caesar*; aber ich besitze auch von *Musca vomitoria* die gleichen Längsschnittbilder. Was Fig. 20 und 24 bei *sp* darbieten, ist ebenfalls nichts Anderes als Querschnitte durch das von der Mikropyle abgewandte Ende solcher Plasma-

wolken, welche bald näher bald ferner von der Mikropyle anzutreffen sind.

Die Gründe, welche mich veranlassen, die erwähnten Kerne als mit eingedrungenen Spermatozoen in einem näheren Zusammenhang stehend anzunehmen, sind demnach folgende:

1) Die beschriebenen Wolken von Plasma trifft man nur in Eiern, welche den Uterus erreicht oder ihn bereits verlassen haben.

2) Die gefärbten Spermakerne trifft man nur in dem der Mikropyle abgewandten Theile der Plasmazüge. Ihre Gestalt ist sehr eigenthümlich (vgl. unten).

3) Analoge Verhältnisse aus der späteren Entwicklung des gleichen Thieres und auch anderer berechtigen zu dem Schlusse, dass ein Wandern des Kernes nach derjenigen Richtung hin stattfindet, welcher sie in der Plasma-Ansammlung am meisten zugewandt sind. Sie wandern also von der Mikropylengegend fort.

4) Eier, welche ganz unzweifelhaft befruchtet sein mussten, da viele Samenfäden in der Mikropyle steckten und bis zum Eiplasma hinabreichten, ließen dennoch in ihrem Innern niemals ein fadenförmiges Spermatozoon erkennen.

5) Die Wolken von Plasma waren von ihrem Anschluss an den Empfängnisfleck bis successive viel weiter in das Innere des Eies zu verfolgen.

6) Die Wolken von Plasma sind unabhängig von den weiblichen Kernbestandtheilen und kommen vor vergesellschaftet mit verschiedenen Entwicklungszuständen derselben (vgl. unten).

7) Theilungszustände habe ich an derartigen Kernen nicht beobachtet.

8) Die ersten Furchungskerne sehen ganz anders aus und verhalten sich anders.

9) Andere Gebilde, welche in Konkurrenz mit den genannten möglicherweise als Spermakerne aufgefasst werden könnten, kamen überhaupt nicht zur Beobachtung. Es ist demnach keine Wahl.

Es ist das Wahrscheinlichste, dass ein jedes der kleinen Spermakerne im Eie nur einem einzigen Samenfaden entspricht. Wird das vorausgesetzt, so kann ich über die Anzahl der eingedrungenen Samenelemente ziemlich genaue Angaben machen. In den meisten Fällen habe ich deren vier beobachten können.

Was ist inzwischen aus der weiblichen Chromatinsubstanz geworden? Darüber kann ich leider keine genaue Auskunft geben. Ich besitze eine ziemlich große Anzahl gut gelungener Präparate, an denen die einen deutliche Samenfäden in der Mikropyle tragen, die anderen bereits jene

plasmatischen Wolken aufzeigen, aber von weiblichem Chromatin vermag ich nichts zu entdecken. Doch obgleich die Stelle, wo der Rest des Keimbläschen liegen müsste, unschwer ziemlich genau festzustellen ist, obgleich daselbst oft eine deutliche plasmatische Ansammlung¹ ohne jede chromatophile Substanz bemerkbar wird, so wage ich dennoch nicht mit Sicherheit ein völliges Schwinden des Keimbläschenrestes zu behaupten, wenn ich auch die Möglichkeit davon offen halten muss. Halten wir die oben beschriebenen Gebilde für Richtungskörper, so sind ja die zwei schließlich übrig gebliebenen Chromatinkörnchen so winzig klein, dass sie durch ein Dotterkörnchen, durch ein Schmutzpartikelchen verdeckt werden können, dass ein etwas dickerer Schnitt an der entscheidenden Stelle hinreicht, um sie übersehen zu lassen. Hinzu kommt, dass ich bei dem nun zu beschreibenden Befruchtungsvorgange das weibliche Chromatin sehr wohl als vorhanden annehmen kann.

Als ein der Kopulation der Kerntheile unmittelbar vorausgehendes Stadium fasse ich nämlich Fig. 46 auf. Das Ei war mit erwärmter Chrom-Osmium-Essigsäure nach dem Herauspräparieren aus dem Uterus getödtet und mit Boraxkarmin gefärbt. Der Schnitt ist der 28. von 149, liegt also $\frac{1}{3}$ der Eilänge hinter der Mikropyle. In der charakteristischen Stellung zur Schalenrinne (*rf*) ist unmittelbar unter der Eioberfläche ein kleines rothgefärbtes Körperchen zu bemerken ($\text{♀}k$), welchem ich die Bedeutung des durch Verschmelzung der beiden Chromatinkörnchen entstandenen resp. ganz neu gebildeten weiblichen Kernes zuschreiben möchte. Nach dem Innern des Eies zu erstreckt sich von hier aus ein von Dotterkörnchen ziemlich freier Plasmahof, und in ihm liegen abermals zwei rothgefärbte Kerne hinter einander. Ihrer ganzen Gestalt und ihrem Verhalten nach muss ich dieselben für Spermakerne erklären.

Ein ganz ähnliches Bild bietet Fig. 20. Das Ei war durch Hitze abgetödtet, wurde mitsammt dem Uterus geschnitten nach vorheriger Färbung mit Boraxkarmin. Auch hier liegt am Rande eine plasmatische Ansammlung mit zwei Spermakernen (sp_1, sp_2) und näher am Rande ein weiblicher Kern ($\text{♀}k$). Letzterer erscheint hier größer als in Fig. 46 und ist etwas weiter in das Ei gerückt, als wollte er den Spermakernen entgegen wandern. Fig. 20 stellt gleichzeitig den einzigen von mir beobachteten Fall dar, in dem die Schalenrinne des Eies weiter als gewöhnlich von der Gegend des Keimbläschens entfernt liegt. Der Schnitt ist von 98 der zwölfte.

Ich glaube, die soeben vorgetragene Auffassung ist die einfachste. Man könnte vielleicht vermuthen, der mit $\text{♀}k$ bezeichnete Kern sei die

¹ Vgl. hierüber auch weiter unten.

Richtungsmasse, der mit sp_1 bezeichnete der weibliche und sp_2 der männliche Vorkern. Dagegen spricht (Fig. 16), dass letztere beiden einander sehr ähnlich sind, während doch sonst mehr sp_1 dem ♀ k gleichen müsste. Eine andere Möglichkeit wäre, dass alle drei Kerne (Fig. 16, 20 ♀ k , sp_1 , sp_2) als Spermakerne angesehen würden, wofür ja ihre allgemeine Ähnlichkeit (besonders in Fig. 20) sprechen könnte. Ich für meine Person habe dagegen nichts einzuwenden. Es würde damit erklärt, aus welchem Grunde ich nichts von weiblicher Chromatinsubstanz nach der Bildung der Richtungskörper habe auffinden können und gleichzeitig das völlige Schwinden des Keimbläschens anerkannt.

In welcher Weise die Vereinigung der drei Kernmassen stattfindet, habe ich nicht beobachtet, sondern nur Vorbereitungen dazu. Ich glaubte bestimmt, dass die BLOCHMANN'schen (1) Richtungskörper hierher gehören. Er giebt deren drei an, und ihre aufgeblähte Gestalt mit den wenigen Chromatinfäden rechtfertigt wohl die Annahme. Denn an einer größeren Anzahl mit FLEMMING'scher Flüssigkeit behandelte Eier, welche zum Theil dem Uterus entnommen waren, zum Theil sofort nach der Ablage konservirt wurden, fand ich am Rande drei ganz homogene Kerne, welche im Allgemeinen Dotterkugeln sehr ähnlich waren. Eine Verwechslung mit solchen konnte jedoch nicht stattfinden, da das kalt angewandte FLEMMING'sche Gemisch die Dotterkugeln auffallend in der Weise verändert hatte, dass nur ein kleines Reststückchen in einer großen Vacuole zurückgeblieben war (Fig. 29 *do*). Das Ansehen und Verhalten der drei randständigen Kerne wird durch Fig. 29 illustriert. Ich vermuthe, dass sie hier sich dicht vor ihrer Vereinigung befinden; denn sie sind sehr aufgebläht und liegen sehr dicht neben einander. Außerdem treten sie in dem deutlich gefärbten Plasma nur wenig hervor, jedenfalls viel weniger als die beiden anderen Kerne sp_3 und sp_4 . Auch hier möchte ich wieder auf die Nähe der Schalenrinne (*rf*) hinweisen.

Mit den eben beschriebenen Körpern sind offenbar diejenigen identisch, welche am Rande von Fig. 37 abgebildet sind. Beide enthalten Chromatinfäden, wie sie BLOCHMANN in seine Richtungskörper eingezeichnet hat. Den oberen Kern möchte ich für weiblich halten, den unteren für männlich (sp); denn letzterer hat noch einen homogenen Schwanzanhang, welcher wohl aus dem Anhang des Spermatozoons hervorgegangen ist. Das andere Samenelement ist möglicherweise, falls es nicht bereits aufgelöst ist, durch Schmutzpartikelchen, von denen ich eines eingezeichnet habe, zufällig verdeckt. Das Präparat war mit erwärmter Chrom-Osmium-Essigsäure gehärtet.

Das in gleicher Weise behandelte Präparat zu Fig. 25 zeigt ein

etwas anderes Stadium, welches vielleicht mit dem zuerst besprochenen in näherem Zusammenhange steht. Die drei stark aufgeblähten Kerne liegen wieder in der randständigen Plasmamasse zur Seite der Schalenrinne *rf*. Chromatinfäden waren in ihnen nicht vorhanden, sondern sie waren am Rande dunkel, nach der Mitte zu hell gefärbt. Der mittlere der drei Kerne ist viel weniger deutlich als die beiden anderen: es sieht aus, als ob er verschwinden wolle.

Die bedeutende Aufquellung der genannten Elemente in Fig. 23 und 37 könnte vielleicht Misstrauen erregen, wenn man zum Vergleiche die Figuren 18, 19 oder gar 20 und 16 heranzieht. Da kann ich nur hervorheben, dass ich eine gewisse Aufquellung bei allen drei von mir angewandten Methoden zu dieser Zeit beobachtet habe. Allerdings ist sie bei Benutzung von erhitztem FLEMMING'schen Gemische am bedeutendsten. Dass dasselbe zuweilen eine übernatürliche Aufblähung des gesammten Eies verursacht, wird dadurch kenntlich, dass öfter die Schalenrinne an solchen Eiern nicht mehr zu sehen ist, weil ihre zusammengelegten Ränder durch den Druck der inneren Massen ausgedehnt wurden und nun verstrichen sind.

Ich halte jene drei Gebilde also für aufgeblähte männliche und weibliche Kerntheile vor der Kopulation. Will man sie nicht dafür halten, so weiß ich sie nicht zu erklären. Für ihre Entstehung aus der Spindel (nach BLOCHMANN) spricht nach meinen Präparaten nichts: ich habe keine Zwischenstadien für diesen Vorgang, eben so wenig, wie ich jemals etwas bemerkt habe, was für die Annahme einer direkten Verschmelzung der drei Gebilde zu einem einzigen randständigen Kerne verwerthet werden könnte.

Einen Schritt weiter in der Entwicklung finden wir von deutlich erkennbaren Kernen an der Eiperipherie nichts mehr vor. Die Schalenrinne führt uns immer bald wieder an die Stelle, an welcher sie zu suchen wären und die plasmatische Ansammlung ist auch noch vorhanden. Sie ist vielleicht ein wenig mehr in die Tiefe gerückt (Fig. 15, 22 *pl*) aber unbedeutend, bei Fig. 22 steht sie auf dem nächsten Schnitte mit der Oberfläche in Verbindung.

Im Innern dieser plasmatischen Ansammlung befindet sich ein heller Fleck, welcher zwar scharf gegen seine Umgebung abgesetzt ist, ohne jedoch eine Membran zu besitzen. Fig. 15 *f* stellt das Stadium aus *Musca vomitoria* dar, Fig. 22 *f* aus *Lucilia Caesar*. Beide Eier wurden in gleicher Weise durch Hitze getödtet. Von irgend einem färbbaren Bestandtheile ist in dem hellen Flecke absolut nichts wahrzunehmen, obgleich das gesammte Plasma, besonders in Fig. 15, sich intensiv gefärbt hat. Da die Eier stets die gleiche Behandlung erfahren haben, so muss

ich annehmen, dass auch hier eine Färbung stattgefunden haben würde, wenn überhaupt etwas Färbbares vorhanden wäre. Der Fleck ist völlig homogen.

Ich muss mich demnach auch hier der Ansicht zuwenden, dass die Embryonalkerne durch »freie Kernbildung« entstehen, denn ich glaube kaum, dass jener nucleo-plasmatische Hof (Fig. 15, 22 *f*) irgend welchen Anspruch auf den Namen eines Kernes hat; er besitzt weder eine Membran noch wahrnehmbares Chromatin. Es ist das also eine Bestätigung der von mir bei der Entwicklung der Phalangiden ausgesprochenen Ansicht¹.

Das für die Fig. 15 benutzte Ei bietet in einer Weise noch eine Ausnahme von der sonst allgemeinen Regel. Es liegt dasselbe nämlich verkehrt im Uterus, nicht so, dass die Schalenrinne (deren eine Seite in *rf* abgebildet ist) den Ausführungsgängen der Receptacula seminis zugewandt ist, sondern so, dass dieselbe gerade abgewandt ist. Zwar ist eine Befruchtung eingetreten, wie die Wolken von Plasma im Eiinnern zeigen, aber in der eingeschrumpften Mikropylenhaube (*ha*) stecken nur ganz wenige Spermatozoen, im Vergleich z. B. mit Fig. 21.

Das auf das chromatinlose Stadium folgende Entwicklungsbild bietet Fig. 27. Der chromatinlose Fleck (*f*) hat sich wieder mehr der Peripherie genähert, ist zwar immer noch deutlich begrenzt, nun aber schon wieder dunkler, d. h. ein wenig färbbar geworden. Seine innere Längsachse wird von einer deutlichen chromatischen Figur eingenommen. Diese Figur ist gestreckt nach der Längsachse des Eies zu (*fi*). Ihre Wandung ist in ziemlich regelmäßiger Weise schwach ausgebuchtet, ihr Lumen ist der Länge und der Quere nach von einigen gefärbten Fäden durchzogen und deutliche Chromatinkörnchen sind an diese angeschlossen. Der Zwischenraum zwischen Fäden, Körnchen und Wandung ist ungefärbt. Die Figur erinnert mich ganz ungemein an gewisse der Kernbildung bei Phalangiden voraufgehende Stadien und bitte ich in meiner Abhandlung auf Taf. VIII die Fig. 24, 31, 32, besonders aber Fig. 19 einmal darauf hin anzusehen.

Die weitere Entwicklung geht alsdann so vor sich, dass die in der beschriebenen Figur noch etwas verworren ziehenden Fäden und Körnchen beginnen, eine mehr parallele Lage zu einander einzunehmen.

¹ Auf einen Irrthum möchte ich hinweisen, der mir sowohl in meiner Abhandlung über die Entwicklung der Phalangiden (4) als auch in derjenigen, »Giebt es freie Kernbildung« (6), passirt ist. Ich spreche dort stets von dem Verschwinden des Keimbläschens. Das ist, genau genommen, nicht richtig; denn ich glaubte ja eine vorhergehende Befruchtung im Ovarium annehmen zu müssen. Da kann also von einem Keimbläschen nicht mehr die Rede sein. Der Fall würde demnach ähnlich liegen wie hier.

Hat das stattgefunden, so beginnt das der Mitte des Schnittes zugewandte Ende der Figur mehr in das Innere des Eies hineinzurücken. Schließlich resultirt auf diese Weise eine wunderschöne Spindel: Wir haben zwei Pole, an denen sich die Chromatinfäden bogig vereinigen, wir haben eine äquatoriale Gegend, auf welche die freien Enden gerichtet sind (Fig. 24 *fp*).

Ganz ungemein deutlich ist an den chromatischen Fäden ihre Zusammensetzung aus den BALBIANI-PFITZNER'schen Körnchen zu sehen, und das Alles an Eiern, welche durch Hitze getödtet, durch Alkohol gehärtet und durch Boraxkarmin gefärbt waren. Die Fäden in jeder Spindelhälfte sind verschieden lang; was ihre Lagerung anbetrifft, so fällt auf, dass sie ziemlich parallel neben einander liegen. Die Fäden der beiden Seiten stehen noch mit einander durch eine zarte ungefärbte Streifung in Verbindung; ich weiß nicht, ob man da von achromatischen Fäden sprechen darf. Vier Chromatinfäden erkennt man jederseits leicht, ob ein oder zwei außerdem sichtbare noch hierher oder schon zu der rückläufigen Gegenseite gehören, ist schwer zu entscheiden.

Dass die Spindel ein so ungemein zierliches Aussehen hat, rührt noch von dem hellen homogenen Hofe her, in welchem sie liegt. Derselbe hat Anfangs die Gestalt eines Rhombus und die Pole werden von den spitzwinkeligen abgerundeten Ecken gebildet. Der Rhombus streckt sich in die Länge, wie die chromatischen Figuren aus einander rücken. Man kann es dem hellen Hof gewissermaßen ansehen, ob und nach welcher Richtung die Chromatinfäden zu wandern streben. Denn wie ein Schiff vor dem Buge eine Welle aufwirft, deren seitliche Bahn unter der Gestalt einer Parabel nach hinten zu verstreicht, so ist es mit den beiden Chromatinmassen: Die Grenzlinie des homogenen Hofes ist am deutlichsten an den Polen, sie wird schwächer und schwächer nach den mittleren Ecken des Rhombus zu.

Das ist also der BLOCHMANN'sche Richtungsamphiaster.

Während die chromatischen Spindelhälften mehr und mehr aus einander rücken, verändert der helle Hof seine Gestalt etwas. Es strebt nämlich der mittlere Theil desselben gewissermaßen danach, wieder zur Form eines kürzeren Rhombus zurückzukehren. In Fig. 23 ist das bereits angedeutet, in Fig. 28 deutlich ausgebildet. Auch die Chromatinfäden erleiden einige Veränderungen. Fig. 23 zeigt, wie sie aus der gestreckten Form in Fig. 24 sich unter Knickung verkürzt und mehr verknäueln haben. In Fig. 28 hat sich die innere Chromatinportion bereits getheilt, bei der äußeren habe ich nichts davon wahrgenommen. Leider war hier die Färbung des Chromatins in der Spindelfigur etwas

schwach, so dass ich über den feineren Bau desselben keine genaueren Mittheilungen machen kann. — In einem anderen Präparate hatte sich möglicherweise auch der äußere Kern getheilt. Am Rande lag ein kleiner länglicher, aus deutlichen verschlungenen Chromatinfäden gebildeter Kern und weiter nach der Mitte zu anscheinend drei getrennte Chromatinhäufchen, über deren Zusammensetzung ich wegen ihrer schwachen Färbung nichts Genaueres angeben kann.

Das der Peripherie zunächst liegende Stück, die Richtungsmasse BLOCHMANN'S (1), bleibt in der von genanntem Autor bereits beschriebenen Gestalt noch lange am Rande liegen. Was schließlich daraus wird, habe ich nicht verfolgt. An eine Ausstoßung nach außen glaube ich nicht, sondern vermüthe vielmehr, dass wir in ihm einen Reservekern zu erblicken haben, dessen Bestandtheile zu einer späteren Zeit zum Aufbau des Organismus noch mit herangezogen werden.

6. Schicksal der überzähligen Samenelemente.

Wir hatten erfahren, dass zwei Spermakerne sich mit dem weiblichen Vorkerne vereinigt hatten. Nun habe ich aber oben bereits mitgetheilt, dass wohl die Vierzahl als Regel für die im Dotter auftretenden Spermakerne anzusehen sei. Man findet nämlich neben den soeben beschriebenen Verhältnissen und gänzlich unberührt von ihnen fast ohne Ausnahme zwei plasmatische Wolken, welche von eingedrungenen Spermatozoen herrühren. Fig. 15 und 22, bei welchen also nach meiner Annahme die Befruchtung durch zwei Spermakerne bereits vollzogen ist, veranschaulichen die Lage und die Gestalt der plasmatischen Wolken im Längsschnitt, kombiniert aus verschiedenen Gegenden der Eispitze. Auf einem Querschnitte gewähren sie ein Bild, wie es Fig. 20 z. B. darstellt. Hier habe ich die Schnitte für die Abbildung gleichzeitig so gewählt, dass das untere Ende der Wolken mit den beiden Spermakernen darin (sp_3, sp_4) zur Anschauung gebracht wird. Dass wir es in ihnen wirklich mit gleichen Gebilden wie den bisher betrachteten (Fig. 16, 20 sp_1, sp_2) zu thun haben, lehrt der Augenschein.

Zwischen den Spermakernen verschiedener Eier ist allerdings ein gewisser Größenunterschied vorhanden; doch kann das nicht sehr Wunder nehmen, und besonders dann nicht, wenn man die Veränderungen in Betracht zieht, welche die Spermakerne nach und nach im Eie durchmachen. Dennoch sind sie unter allen Umständen als solche leicht zu erkennen.

Wie sind aber die Spermakerne gebaut, und welche Veränderungen gehen mit ihnen vor? Ich glaube eine ziemlich normale Ansicht von ihnen zu finden in einem Präparate, welches aus einem mit Chrom-

Osmium-Essigsäure behandelten Uteruseie hergestellt war. Das Ei enthielt eine randständige Plasmaansammlung neben der Schalenrinne, aber ohne dass ich mit Sicherheit etwas von ♀ Chromatin oder von einer bereits stattgefundenen Copulation erkennen konnte. Im Innern des Eies befanden sich die beiden bekannten Plasmawolken und eine jede derselben enthielt einen gut gefärbten Spermakern. Der eine derselben ließ nun ganz deutlich einen dreieckigen, etwas anders gefärbten, vielleicht ein wenig längsgestreiften Fortsatz erkennen (Fig. 49 *sp*), der, in etwas anderer Fokaleinstellung liegend, vermuthen ließ, dass der vermeintliche Spermakern etwa die Gestalt eines Pilzes, mit dem Anhang als Stiel, haben möchte. Hierdurch aufmerksam geworden, vermochte ich unschwer zu sehen, dass der Spermakern in der anderen Plasmawolke gerade so gestaltet sei; das Geschick war mir sogar günstig, er lag auf der Seite (Fig. 48 *sp*). Da zeigte es sich denn, dass der Kopf des Spermakernes auf der einen Seite etwas abgeflacht war und dort saß der Schwanzanhang, ein kurzer, etwas hellerer Fortsatz von kommaähnlicher Gestalt.

Nachdem ich so den unzweifelhaften Bau des Kernes kennen gelernt hatte, gelang es mir auch, den Schwanzanhang an weniger günstigen Objekten zu sehen, so an den beiden randständigen Spermatozoen in Fig. 46 *sp*₁, *sp*₂, einem Objekte, welches gleichfalls mit heißem FLEMMING'schen Gemische behandelt war. Schwieriger gestaltete es sich an den mit heißem Wasser gehärteten Eiern; doch glaube ich nicht zu irren, wenn ich den Spermakernen in Fig. 24 und 28 (*sp*) ebenfalls einen derartigen wahrnehmbaren Schwanzanhang vindicire. Damit wird mir auch der Bau des Spermakernes von *Lucilia Caesar* klar. Auch hier haben wir einen Kopftheil und einen zarten Schwanzanhang festzustellen (Fig. 22 *sp*).

Dieser Bau des Körperchens erhebt es doch fast zu völliger Gewissheit, dass wir in ihnen die wahren Spermakerne vor uns haben. Gleichzeitig lehrt dann der Anblick der Fig. 24 und 28, dass wirklich überzählige Samenfäden in das Ei eingedrungen sind; denn hier beginnen die Richtungsspindeln bereits ihre Thätigkeit, hier ist also die normale Befruchtung bereits vollendet, und dennoch birgt der Eihalt noch Spermakerne.

Was geht mit ihnen weiter vor? Schon oben bei der Vereinigung von männlichen und weiblichen Kerntheilen hatte ich darauf hingewiesen, dass sie wohl unter vorheriger Aufquellung der genannten Elemente stattfinden. Ich hatte auf die BLOCHMANN'schen Richtungskörper und auf meine eigenen Beobachtungen hingedeutet. Die Vermuthung liegt nahe, dass die inneren Spermakerne sich nicht sehr abweichend

verhalten werden und so ist es in der That. Auch hier findet ein Aufblähen unter gleichzeitigem Verlust der Färbbarkeit statt. Man könnte sagen, die Färbbarkeit bleibt dieselbe, nur vertheilt sich die gleiche gefärbte Substanz auf einen größeren Raum. Das ist mir auch recht, ich glaube nur nicht, dass man ganz damit durchkommt.

Ich verweise auf Fig. 29, aus einem mit kaltem FLEMMING'schen Gemisch behandelten Eie herstammend; dort findet man die gewohnten beiden plasmatischen Ansammlungen im Innern des Eies, und in ihnen die beiden sehr deutlichen groß aufgeblähten Spermakerne (sp_3 , sp_4). Sie erscheinen bis auf ein Pünktchen und einige undeutliche Fädchen ganz homogen, gelblich in dem roth gefärbten Plasma. Doch würde ich auf dieses Präparat und die anderen auf gleiche Weise behandelten nicht viel Werth legen, wenn ich nicht sonst noch Bestätigung dafür hätte. Denn man könnte meinen, eben so gut wie die Dotterkugeln könnten ja auch die Kerntheile in diesem Falle stark verändert sein. Nun biete ich aber, stets bei gleicher Vergrößerung, in Fig. 26 ein entsprechendes Stück aus einem durch Hitze konservirten Eie und man wird sehen, dass der Unterschied nicht gerade bedeutend ist: Auch hier liegt in dem intensiv gefärbten Plasmahaufen ein heller aufgeblähter Kern (sp) mit einem dunklen Pünktchen im Innern, das Umwandlungsprodukt des Spermakernes.

Etwas Ähnliches ist noch in Fig. 27 bei wp_1 und wp_2 , in Fig. 23 bei wp_2 zu sehen: Der helle Kern hat noch eine ziemlich scharfe Umgrenzung, das dunkle Pünktchen ist auch noch da.

Anders ist es schon bei wp_1 in Fig. 23: Der Kern hat die scharfe Grenzlinie verloren; noch mehr ist es der Fall in Fig. 24 bei wp , da sieht man nur noch eine etwas unregelmäßige hellere Stelle in dem gefärbten Plasmanetz. Ich vermag diese letzteren Bilder nicht anders zu erklären als entstanden durch Auflösung eines Spermakernes. Ich weiß nicht, wie ich mir anders helfen soll gegenüber der Thatsache, dass das unzweifelhafte Chromatin in dem gleichen Eie, so in Fig. 24 und 23 die Spindelfigur, ganz intensiv gefärbt ist.

Ich muss demnach annehmen, dass auch in der Wolke wp in Fig. 22, sowie in wp_1 und wp_2 in Fig. 15 der Spermakern bereits der Auflösung anheimgefallen ist. Besonders für Fig. 15 ist das in einer Weise recht unangenehm, da hier ja auch der randständige helle Fleck f , nach meiner Annahme, durch Vereinigung der ♂ und ♀ Chromatinelemente entstanden, gerade das chromatinlose Stadium repräsentirt. Man kann da leicht den Einwurf machen, dass hier keine genügende Färbung stattgefunden habe. Dem gegenüber kann ich nur wieder hervorheben, dass das Plasma sehr intensiv gefärbt ist, und dass ich, bei der durch-

aus gleichmäßigen Behandlung der Objekte, wirklich keinen Grund einsehe, wesshalb sich gerade hier das Chromatin nicht gefärbt haben sollte. Zeigen doch auch die von dem eindringenden Farbstoff möglichst weit abliegenden, in der Mikropylenhaube (*ha*) steckenden Samenfäden (*sp*) eine sehr intensive Tinktion, von den Zellen der Uteruswand gar nicht zu reden.

Gelegentlich habe ich auch wohl eine geringere Anzahl von Spermakernen als vier wahrgenommen, aber niemals in anderen Eiern als solchen, welche sich bei der Tödtung noch im Uterus befanden. Sie haben daher weiter kein Gewicht; denn wahrscheinlich war noch nicht alles Sperma eingedrungen. Wenigstens steckte noch Sperma in der Mikropyle. Zwei plasmatische freie Wolken fanden sich dagegen immer dann, wenn die Entwicklung der randständigen Chromatinmassen schon ein wenig begonnen hatte.

Drei plasmatische Wolken neben bereits vollzogener randständiger Copulation habe ich nur einmal gesehen, und zwar in dem Eie Fig. 15. Zwei derselben treten deutlich hervor bei *wp*₁ und *wp*₂, die dritte *wp*₃ ist nur durch Striche angedeutet, da ihre Einzeichnung das Bild gestört haben würde. Wir würden in diesem Ausnahmefalle also fünf Samenfäden mit dem Eie verschmolzen denken müssen.

Dass die beiden Spermatozoen sich an Ort und Stelle verändern, dafür spricht Mehreres. Die plasmatischen Netzwerke, denn solche, und zwar von feinsten Gestalt, bilden die Wolken, behalten ihre isolirte Stellung bei, mögen sie einen Spermakern enthalten oder nicht. Weiter verschwinden die Kerne zu den verschiedensten Zeiten. In Fig. 16 sind sie schon fort¹, ehe noch die männlichen und weiblichen randständigen Chromatinmassen sich vereinigt haben. In dem sonst ganz gleichen Stadium der Fig. 20 sind sie beide noch vorhanden. In Fig. 27 und neben der Spindelfigur Fig. 23 sind bereits beide verschwunden, neben der Spindelfigur in Fig. 24 ist noch einer da, ja sogar in Fig. 28 behauptet ein Spermakern (*sp*) noch seine Existenz, obgleich die Spindel schon weitere Theilungen eingegangen ist.

Jedenfalls dürfte hieraus hervorgehen, dass ein direkter Zusammenhang zwischen den männlichen Kerntheilen am Rande und in der Mitte des Eies nicht besteht.

Das Verschwinden der Spermakerne steht auch nicht mit der Tiefe in Verbindung, bis zu welcher sie von der Mikropyle her in das Ei eingedrungen sind. So ist, um nur ein Beispiel zu nennen, in Fig. 24 der Kern in der Wolke *wp* bis zum 49. Schnitte von oben bereits zerstoßen, während sein Gefährte *sp* in Schnitt 21 noch unversehrt vorhanden ist.

¹ Vgl. hierzu die Tafelerklärung.

Im Verhältnis zu den randständigen Chromatintheilen kommt ebenfalls durchaus keine Gleichmäßigkeit vor. Bald sind die mittleren Spermakerne schon über die Zone der Randfigur hinaus in die Tiefe des Eies eingedrungen, ohne verschwunden zu sein, wie in Fig. 20, bald erblassen sie schon unweit der Mikropyle, ohne die Höhe resp. Tiefe des randständigen Chromatins erreicht zu haben, wie in Fig. 27. In einem anderen Falle wieder liegt das Ende der einen Plasmawolke über, das andere unterhalb der Region der ersten Spindel, wie in Fig. 15, und die Spermakerne sind in beiden Wolken gleichmäßig verschwunden. So bietet Fig. 22 abermals eine andere Kombination, kurz, wir mögen die Verhältnisse permutiren wie wir wollen, wir werden für alle Fälle Beispiele finden.

7. Entstehung der Dotterzellen.

Es würde ohne Zweifel das Einfachste sein, dass man die Dotterzellen von der auf Grund der Copulation entstandenen randständigen Spindel ableitete (Fig. 24 *fp*). Leider fehlen für diese Annahme weitere Anhaltspunkte.

Schon oben hatte ich mitgeteilt, dass die innere Hälfte der Spindel und möglicherweise auch die äußere noch Theilstücke abgeben. Als solche Bildungen fasse ich auch die Fig. 31, 32, 33 bei BLOCHMANN (1) auf. Die Trennung in die Theilstücke geht nun aber nicht unter Ausbildung besonderer Figuren vor sich, sondern es ist mehr ein Zerfall der Chromatinmassen. Das scheint mir bereits ein Anzeichen dafür zu sein, dass mit dem Chromatin eine Veränderung vorgeht. Jedenfalls ist so viel sicher, dass diejenigen Chromatintheile, welche nicht am Rande des Eies bleiben, sondern in das Innere desselben rücken, spurlos verschwinden. Ob sie sich nur fein vertheilen oder eine chemische Umwandlung erleiden, will ich hier außer Acht lassen. Eine weiter unten folgende Betrachtung wird auch hierauf vielleicht einiges Licht werfen.

Außer der Spindel und deren Abkömmlingen hatten wir an unverkennbarem Chromatin noch die beiden überzähligen Samenfäden kennen gelernt. Auch sie hatten ihre Färbbarkeit eingebüßt, wie sie in das Ei eingedrungen waren und dort längere oder kürzere Zeit verweilt hatten. Man könnte vielleicht sagen, wie sie sich auflösten, hatten sie kopulirt mit jenen Kerntheilen, welche im Eiplasma in Auflösung sich befanden.

Die ersten Dotterzellen bilden sich nun in den beiden Plasmawolken durch freie Zellbildung. Ich glaube in Fig. 28 bei *pt* die erste Anlage eines solchen Urkernes zu sehen. Wir haben

einen hellen scharf umschriebenen Hof und darin eine Zone von Chromatin¹.

Zufällig befindet sich die den hypothetischen Urkern einschließende Plasmawolke nicht nur in der Nähe, sondern auch in der Richtung der Spindel und könnte man also vermuthen, er sei durch Abschnürung aus der Spindel hervorgegangen. Der Einwurf, dass wir in dem Falle über das Schicksal des ursprünglich in der Wolke liegenden Spermakernes im Unklaren blieben, würde ja wenig zu bedeuten haben.

Aber da besitze ich noch andere Präparate, welche ganz unzweifelhaft darthun, dass die ersten Dotterzellen nicht aus der Spindel ihren Ursprung genommen haben können. Ich verweise auf Fig. 37. Dort liegen am Rande noch die Kerntheile vor der Copulation, und so ist es auch in Fig. 25. Hier soll die Spindel also erst gebildet werden; aber trotzdem finden wir bereits die ersten Kerne im Innern des Dotters. Die neugebildeten Zellen sind ziemlich groß und haben das Aussehen der späteren Dotterzellen (vgl. Fig. 35). Sie sind hell in Bezug auf ihre Umgebung, haben eine ovale Gestalt (Fig. 25 *pt*, Fig. 37 *pt*₂) und führen eine äquatoriale Platte von Chromatinfäden. Das Gebilde *pt*₁ in Fig. 37 ist etwas größer und runder, sonst aber eben so wie *pt*₂. Sie liegen am Ende ganz gleicher Plasmawolken, wie die eindringenden Spermatozoen (vgl. Fig. 37 mit Fig. 15 und 22), sie sind auch in der Zweizahl vorhanden, kurz, wir gehen gewiss nicht fehl, wenn wir die genannten Plasmawolken überhaupt für identisch halten.

Ein Zusammenhang zwischen der Wolke *pt* in Fig. 25 und von *pt*₂ in Fig. 37 mit dem randständigen Plasma existirt nicht. Allerdings ist in Fig. 37 in der Richtung von *pt*₁ nach dem Rande hin undeutlich eine Plasmastrahlung zu erkennen, ich halte dieselbe nicht für wichtig und höchstens von einem Marsche eines Spermatozoons nach dem Rande zu herührend. Denn wäre wirklich der Kern in *pt*₁ vom Rande her entstanden, so müsste die Plasmawolke von rechts nach links ziehen anstatt von oben nach unten. Sonst pflegt doch hier stets die Erstreckung der plasmatischen Umgebung den Weg anzuzeigen, den der Kern eingeschlagen hat. Da das eben sonst ganz sicher ist, so ziehe ich es auch hier der anderen unsicheren Annahme vor, besonders da die Plasmawolke *pt*₂ weder mit der anderen Plasmawolke noch mit dem kernhaltigen Rande in irgend welcher Verbindung steht. *pt*₂ liegt nämlich in einer ganz anderen Region des Eies, ist von der anderen Wolke und der Plasmamasse am Rande durch 12 Schnitte getrennt.

¹ Vielleicht könnte man jedoch auch bereits solche Stadien, wie sie in Fig. 23 bei *wp*₂ und in Fig. 27 bei *wp*₁ und *wp*₂ abgebildet sind, als Vorläufer für die freie Kernbildung auffassen.

In Fig. 25 liegt der neugebildete Kern ebenfalls vom Rande weit ab. Von einem zweiten Kerne habe ich hier nichts gesehen. Derselbe wird schon vorhanden gewesen sein, hat aber ohne Zweifel viel näher nach der Mikropyle zu gelegen. Leider hatte ich die Spitze des Eies durch eine Unvorsichtigkeit im Mikrotom abgeschnitten.

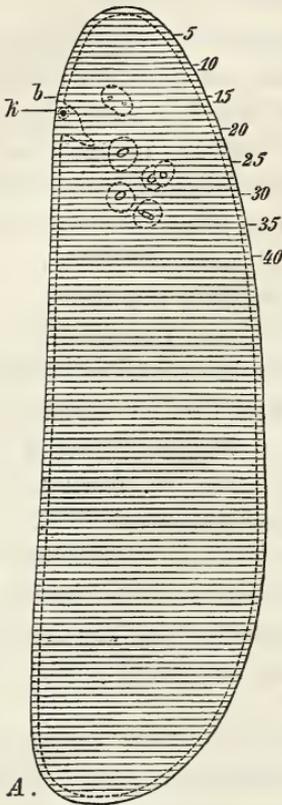
Ein anderes Präparat von der gleichen Mutter wie die beiden vorigen trug ebenfalls am Rande die aufgeblähten, mit centralen Chromatinfädchen versehenen Kerne und im Innern des Eies, von einander und von jenen getrennt, zwei Plasmawolken, deren jede einen freigebildeten Kern enthielt. Der näher an den randständigen Kernen gelegene Protokaryon befand sich mehr in der Tiefe des Eies als jene, der zweite viel weiter entfernte Urkern dagegen in größerer Nähe der Mikropyle. Auch das spricht gegen eine Abstammung der Binnenkerne von den Randkernen; denn stets rücken die ersten Dotterzellen nach dem hinteren Eipole zu. Da nun aber der entferntere Kern unzweifelhaft der ältere sein würde, vorzüglich da alle drei Stellen in einer nur schwach gebogenen Linie zu einander liegen, so müsste er auch bereits in eine größere Tiefe gewandert sein, als der jüngere. So hat er aber noch nicht einmal das Niveau der randständigen Kerne erreicht.

Aus der Erstreckung der Plasmawolken von der Gegend der Mikropyle nach dem hinteren Eipole zu, aus ihrer Unabhängigkeit von einander und von der randständigen Plasmaansammlung, aus ihrer Lagerung zu einander und zu letzterer sowie aus ihrer Zahl schließe ich, dass hier eine freie Kernbildung vorliegt.

Es kommt noch hinzu, dass von Spermakernen nichts zu sehen ist sobald die Protocyten aufgetreten sind, und außer den beiden Wolken, in welchen nun die freigebildeten Kerne liegen, findet sich nichts dergleichen im Ei. — Die Meinung, es hätten sich die Samenfäden direkt in die vorliegenden Zellen umgewandelt, dürfte kaum ernstlich ausgesprochen werden; denn alsdann müsste ja das gesammte Chromatin des Fliegenkörpers männlichen Charakter haben. Außerdem haben wir oben die Veränderungen der Spermakerne abgehandelt. Die oben besprochenen aufgeblähten und verschwindenden Bilder der Spermakerne (vgl. Fig. 23, 24, 26, 27) dürfen nicht als bereits fertige und nur nicht gefärbte erste Dotterzellen aufgefasst werden; denn auch bei Behandlung mit heißem Wasser pflegen sich die Theilungsstadien derselben eben so gut zu färben, wie es das der Fig. 25 und 37 zu Grunde liegende, mit heißem FLEMMING'schen Gemische konservirte, Präparat gethan hat.

In den Plasmawolken der Fig. 37 fallen noch kleine helle Gebilde auf, welche zuweilen wohl den Anschein erwecken können, als wenn

dort kleine Kernchen oder Zellchen vorlägen. Zuweilen sieht man etwas in ihnen, wie eine einfache oder doppelte dunklere Platte, zuweilen aber auch im Querschnitt einen Punkt, von dem drei Streifen nach dem Rande ausgehen. Sie liegen öfter in dichten Haufen zusammen, sind oft mehr oft weniger kenntlich. Was sie zu bedeuten haben ist mir unbekannt.



8. Fortgang der Furchung.

Die beiden ersten Furchungskerne traten uns in dem Bilde entgegen, dass sie, als sonst helle Gebilde, eine äquatoriale Zone deutlicher Chromatinfäden erkennen ließen (Fig. 37). Wir sehen darin bereits ein Stadium der Theilung vor uns. Die Theilungen erfolgen offenbar sehr rasch. Der Holzschnitt A zeigt ein noch nicht weit entwickeltes Ei in schematischer Darstellung. Der dunkle Fleck am Rande, umgeben von einem hellen Hofe und in der bekannten plasmatischen Randansammlung liegend, ist das Reststück der Spindel. In Fig. 36 *rn* ist dasselbe genauer abgebildet. Der Holzschnitt A zeigt dann noch, wie die plasmatische Randansammlung sich noch eine Strecke weit nach hinten und innen zu erstreckt und schließlich verschwindet. Wir irren wohl nicht, wenn wir diese Plasmazunge uns verursacht denken durch die Randspindel, deren nach innen gewandte Theile durch Auflösung verwunden sind. Ihre Produkte mögen bei dem Aufbau der Dotterzellen wieder zum Vorschein kommen. Jedenfalls glaube ich, dass bei dieser Auffassung es einleuchtend ist, dass trotz der abweichenden Entwicklung in der Zusammensetzung der Dotterzellen durch-

Fig. A. Schematische Darstellung eines etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage mit heißem Wasser konservirten Eies von *Musca vomitoria*. — Vorhanden 5 Dotterzellen. Das Ei war in 25 Querschnitte zerlegt, welche in dem Schema durch die Querlinien ausgedrückt sind. Der Inhalt des Eies an Kern- und größeren Plasmamassen ist auf die Ebene dieses schematischen Längsschnittes projicirt. Die Begrenzung der plasmatischen Ansammlungen ist gestrichelt gezeichnet, die hellen Stellen resp. Kerne in deren Innern mit geschlossener Linie. Die Einzeichnung ist überall nur nach Augenmaß erfolgt. Die Gestalt der Eier ist vom Holzschneider nicht gut wiedergegeben. *k*, Reservekern; *b*, freie Kernbildung?

aus keine Verschiedenheiten hervortreten. Das Chromatin ist nicht die Seele, sondern nur ein Baustein der Zelle.

Bereits etwas hinter dem randständigen Reservekern liegend bietet Holzschnitt *A* fünf Dotterzellen, welche wohl aus der Theilung der ersten beiden Urzellen hervorgegangen sind. Holzschnitt *B* und *C* zeigen ältere Stadien. Die Dotterzellen haben sich bedeutend vermehrt, sind immer weiter nach hinten im Ei gewandert und bilden eine centrale

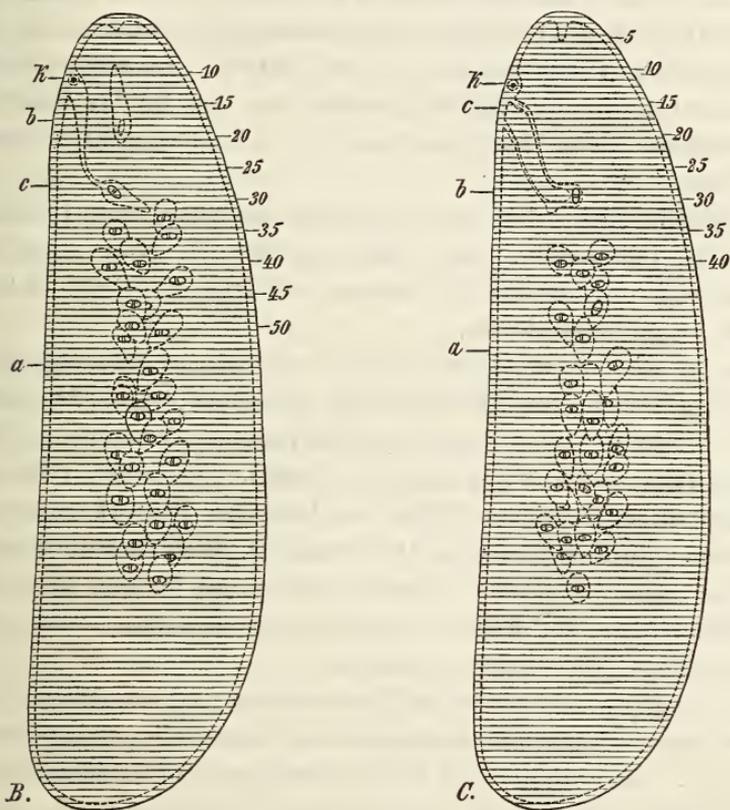


Fig. *B*. Schema des Inhaltes eines 20 Minuten nach der Ablage mit heißem Wasser konservierten Eies. — Eine große centrale Säule von Dotterzellen vorhanden. Da dieselben kreisförmig im Ei angeordnet sind, so entspricht die Darstellung der sich theilenden Kerne an der rechten und linken Seite nicht der Wirklichkeit. Man würde die Äquatorialplatte eigentlich nicht sehen. Sie ist der Deutlichkeit wegen in dieser Stellung eingezeichnet. — Ob die plasmatischen Ansammlungen genau die gezeichnete Gestalt, und die Kerne genau die angegebene Richtung haben, dafür will ich nicht fest einsetzen. Es ist für den beabsichtigten Zweck auch nicht wesentlich. Die Holzschnitte machen keinen Anspruch auf absolute Naturtreue. — Vgl. Holzschnitt *A*. *k*, Reservekern; *a*, nur eine Plasmaansammlung auf dem Querschnitte vorhanden; *b*, frei gebildeter Kern?; *c*, jüngster Kern der Säule.

Fig. *C*. Erklärung dieselbe wie bei Holzschnitt *B*. *c*, schwach gefärbte Streifen im Plasma.

Zellsäule. Die Gruppierung der Zellen ist aus einer derartigen schematischen Abbildung nicht richtig zu verstehen. Man muss Querschnittsbilder zu Hilfe nehmen. Fig. 35 ist das mittlere Stück eines Querschnittes aus Holzschnitt *C*. Noch deutlicher erkennbar wird das Bild durch Betrachtung der allerdings etwas älteren Stadien in Fig. 30 und 36.

Es gewährt fast den Anschein, als ob noch jetzt zu erkennen sei, dass die centrale Zellsäule ursprünglich sich von zwei Zellen herleite. In Holzschnitt *B* und auch *C* ist nämlich auf der Höhe von *a* eine Unterbrechung in der Kontinuität der Zellsäule vorhanden, derart, dass man dort auf einem Querschnitt nur eine einzige Dotterzelle antrifft, während man vor- und nachher mehrere derselben vor sich sieht. Es kam mir unwillkürlich der Gedanke, wir möchten dort vielleicht die Grenze der beiderseitigen Zellregionen vor uns haben. Unentschieden würde dabei allerdings immer noch sein, welche von den beiden Urzellen mit ihren Abkömmlingen das Hinterende des Eies auszufüllen bestimmt sein möchte.

Ich glaube nicht, dass nur die beiden ursprünglichen Urzellen aus freier Bildung entstehen. Man trifft nämlich auch später noch Gebilde an, welche mit einfacher Zelltheilung erklären zu wollen kaum auf glatte Weise gelingen dürfte.

Bereits BLOCHMANN (1) hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Dotterzellen eines Eies sämtlich fast stets das gleiche Ausbildungsstadium erkennen lassen. Das ist in der That so. Die centrale Zellsäule sowohl in Holzschnitt *B* wie auch in *C* besteht aus Zellen, deren Kerne sämtlich in ganz gleicher Weise den Aster des Mutterkernes entwickelt haben. Ähnlich ist es mit Holzschnitt *A*. Hier sind die erwähnten fünf Dotterzellen in »Ruhe«; allerdings lassen die beiden am weitesten nach hinten liegenden Kerne, besonders der hinterste, einen geringen Vorsprung gegen die übrigen erkennen.

Nun liegt zwischen den fünf Dotterzellen und der Mikropyle, jenseits des Reservekernes (*k*) abermals eine dotterzellenartige Plasmaanhäufung (*b*). Sie enthält aber keinen fertigen Kern, sondern nur zwei hellere Stellen ohne scharfe Umgrenzung. Ich glaube hierin eine freie Kernbildung erblicken zu müssen; denn ein Zusammenhang mit dem Reservekern und dessen Plasmahofe ist nicht vorhanden. Wollte man aber annehmen, die entstehende Dotterzelle sei aus Theilung einer der anderen Dotterzellen hervorgegangen, so würde nicht zu verstehen sein, weshalb der Kern nicht eben so ausgebildet sei, wie der Schwesterkern.

Etwas Ähnliches zeigt Holzschnitt *B*. Dort steht die letzte Dotterzelle (*c*) durch einen zarten, aber wohl erkennbaren plasmatischen Strang mit dem Gebiete des Reservekernes (*k*) in Verbindung. Diese letzte Dotterzelle mag auch wohl durch freie Bildung auf Grund der Spindelderivate entstanden sein; jedenfalls hat sie die gleiche Ausbildung wie die übrigen Dotterzellen bereits erreicht. Aber wiederum in erheblicher Distanz nach der Mikropyle zu treffen wir eine langgezogene

Plasmaanhäufung (*b*) und in ihrem nach hinten gerichteten Ende eine helle Stelle, offenbar den Beginn einer freien Kernbildung. Der Plasmastrang steht in keiner erkennbaren Verbindung mit dem randständigen Reservekern. Der Strang dehnt sich in der Richtung von der Mikropyle nach dem Hinterende des Eies und hat die Gestalt offenbar dadurch erhalten, dass das karyogenetische Ende desselben das Bestreben hat, tiefer in das Innere des Eies zu wandern.

Noch ein etwas anderes Bild zeigt Holzschnitt *C*. Hier sehen wir, dass zwischen Mikropyle und centraler Zellsäule, wiederum in bemerkenswerther Distanz von letzterer, sich eine einsame Dotterzelle (*b*) befindet; aber diese Zelle hat die übrigen in ihrer Entwicklung bereits eingeholt. Mit der marginalen Plasmazone steht sie gar durch einen zarten doppelten Plasmastrang in Verbindung, und geht daraus hervor, dass auch sekundär eine Dotterzelle Beziehung zu dem Randplasma, resp. dem Reservekern (*k*), erhalten könne.

Bemerkenswerth erscheint mir noch, dass in dem oberen der beiden Plasmastränge sich unweit des Reservekernes (*k*) eine Stelle befindet, wo das Plasma eine Anzahl schwach gefärbter Streifen (*c*) enthält. Ob das etwas Zufälliges ist, ob verschwindende oder auftauchende Kernsubstanz, vermag ich nicht zu entscheiden. Derartige undeutliche Streifen sind mir öfter in den Präparaten entgegengetreten.

Die Präparate der etwa hierher zu beziehenden Stadien zeigen die verschiedensten Variationen. Zuweilen schließen die Dotterzellen unmittelbar an den Reservekern an, meist beginnen sie erst in erheblichem Abstände hinter demselben, dann aber liegt zwischen ihnen und dem Reservekerne wohl immer eine einsame Dotterzelle, oft von gleicher, oft von abweichender Form der Entwicklung.

9. Die Theilung der Dotterzellen.

Die rasche Entstehung der Fliegenlarve ist eine Folge der Häufigkeit und Schnelligkeit in den Theilungen der Embryonalzellen.

Die Dotterzellen theilen sich Anfangs mit so großer Geschwindigkeit, dass das Stadium des ruhenden Kernes gewissermaßen ausfällt. Wenigstens wird sich zeigen, dass dasjenige, was man hier einen ruhenden Kern nennen müsste, ganz erhebliche Unterschiede von dem darbietet, was man sonst unter dieser Bezeichnung versteht.

Ein verhältnismäßig häufiges Stadium ist der Aster des Mutterkernes. In Fig. 35 ist es abgebildet. Da ist die Gleichförmigkeit der Dottermassen unterbrochen von plasmatischen Anhäufungen (*p*). Kann man am Rande derselben noch sehr wohl erkennen, -dass wir ein ganz feinmaschiges Netzwerk vor uns haben, so wird das nach der Mitte zu

immer schwerer; dort findet eine Verdichtung statt. In der Mitte dieser Verdichtung fällt ein ovaler heller Hof (*ho*) unschwer in die Augen und darin, ihn zwar an Breite nicht aber an Länge erreichend, ein ziemlich scharf umgrenzter ebenfalls ovaler Kern (*k*). Der Kern ist sonst farblos, enthält jedoch eine äquatoriale Platte, welche aus ungemein deutlichen Chromatinfäden zusammengesetzt ist. Die Zahl derselben festzustellen ist bei der Kleinheit der Gebilde mir nicht gelungen, vielleicht erscheint sie in der Fig. 35 etwas zu groß.

Ein bereits viel weiteres Theilungsstadium sehen wir in Fig. 32 vor uns; wir werden es wohl richtig als Dyaster bezeichnen. Die Hälften sind schon ziemlich weit aus einander gertickt. Auffallend ist die Länge und geringe Anzahl der Chromatinstreifen. Außer dem Randkontour ist jederseits nur eine Schleife mit Deutlichkeit zu erkennen. Polwärts treffen wir jederseits vor der chromatischen Figur eine helle Stelle (Fig. 32 *ho*), welche vielleicht dem vorhin erwähnten hellen Hofe entspricht. Die Figur ist in der Gegend ihres Äquators ziemlich breit, ist dort auch merklich gekrümmt. Innerhalb des Winkels der Krümmung ist die Trennung der beiderseitigen Territorien bereits angebahnt: dort strömt das netzförmige Plasma der Umgebung bereits hinein (Fig. 32 *kr*).

Bald kommt es zur völligen Trennung der beiden Hälften, welche schräg aus einander rücken. Wie sie sich fortbewegen, bleibt zwar das polare Ende in etwa gleicher Gestalt bestehen, aber das andere geht aus der Anfangs stark ausgebreiteten Form gerade in das Gegentheil über: es nimmt die Gestalt einer Spitze an. Wir müssen uns vorstellen, dass der Inhalt der Tochterkerne weich ist; denn wie dieselben sich im Ei fortbewegen, werden sie durch den Widerstand der plasmatischen Massen an dem abgewandten Ende zusammengedrückt. Sie bekommen so eine ganz charakteristische Thränenform (Fig. 30, 36 *tr*), das stumpfe Ende wandert voran. In Fig. 36 ist aus der Stellung der beiden seitlich gesehenen hier farblos erscheinenden »Kerne« (*tr*₁, *tr*₂) noch deutlich zu erkennen, dass es Geschwisterbildungen sind. Auch in Fig. 30 ist immer noch ohne große Mühe herauszufinden, dass drei Geschwisterkernpaare abgebildet sind, von denen das eine Paar eine abweichende Richtung inne hatte, so dass sie im Querschnitt getroffen sind (*tr*₁, *tr*₂). Von einem hellen Hofe ist hier nichts mehr zu sehen.

Will ein derartiges Gebilde sich weiter theilen, so nimmt es an Volum zu und rundet sich mehr ab. Gleichzeitig wird im Innern ein Anfangs nur mit Mühe wahrnehmbares lockeres Netzwerk (Fig. 36 *tr*₁, *tr*₂) deutlicher und reicher (Fig. 33, 34 *tr*). Schließlich treten sogar einige Pünktchen mehr hervor, welche wohl als Chromatinkörnchen aufzu-

fassen sind (Fig. 34 *tr*). Noch später bekommen wir wieder eine Figur, wie wir sie gleich Anfangs kennen gelernt hatten. Ein ovales deutlich abgegrenztes Körperchen (Fig. 34 *k*) ist an seinen Polen von einem hellen Hofe (*ho*) umgeben, wie der Saturn von seinen Ringen. Senkrecht zur Längserstreckung des ganzen Gebildes ziehend, findet sich bereits eine zarte Andeutung einer Äquatorialplatte. Von deutlichen Chromatinfäden ist nichts zu bemerken; jedenfalls muss das Gebilde auch noch wachsen, ehe es sich theilt. Die Größe von Fig. 35 ist noch nicht erreicht.

Von dem Stadium der Fig. 34 besitze ich nur das eine Bild. Es ist aus dem Ei entnommen, welches im Holzschnitt *A* (p. 314) dargestellt ist. Es ist die dem Hinterende des Eies am meisten genäherte Dotterzelle, während Fig. 34 die darauf folgende desselben Eies ist. Auch hieraus ist zu entnehmen, dass Fig. 34 älter als Fig. 34 ist. Dann bekommt man aber aus den beiden Figuren den Eindruck, dass aus dem hellen Gebilde in Fig. 34 sowohl der ovale Binnenkern von Fig. 35 als auch der helle Hof desselben entstanden sei. Hieraus folgt, dass wir die tropfenförmigen Gebilde nicht einfach als Tochterkerne bezeichnen dürfen, da der eigentliche Kern sich erst aus ihnen heraus bildet; die tropfenförmigen Kerne entsprechen dem halben Kerne *k* (Fig. 35) + der Hälfte des hellen Hofes *ho*.

10. Über den Chemismus bei der Theilung der Dotterzellen.

FLEMMING (3) hat bereits in seinem Buche über die Zelle es ausgesprochen, dass der Kern »ein morphologisch und chemisch besonderer und eigenartiger Theil der Zelle« sei (p. 94). Vorzüglich charakteristisch für den Zellkern ist im Auge des Morphologen das Chromatin, im Auge des Chemikers das Nuclein. Bereits FLEMMING betonte, dass möglicherweise beide Substanzen identisch seien (p. 429).

Man kann nicht mehr daran zweifeln, dass im lebenden Kerne sowohl im Zustande der Ruhe als auch bei der Theilung jene Strukturen wirklich vorhanden sind, welche nach Einwirkung von Reagentien und Färbemitteln so deutlich hervortreten; denn sie sind von FLEMMING (3) und Anderen in der lebenden Zelle gesehen worden.

Jedenfalls ist es aber ein Fehler, die durch Reagentien und Färbemittel hervorgebrachte Struktur chemisch für identisch zu halten mit dem, was die lebende Zelle zeigt. Alkohol, Säuren und dgl. bewirken höchst wahrscheinlich stets eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung. Wird doch schon die einfache Gerinnung von Eiweiß von den meisten Chemikern als ein chemischer Process aufgefasst; denn sie lässt sich nicht rückgängig machen.

Durch FLEMMING (3) ist ebenfalls betont worden, dass längere Einwirkung gewisser Reagentien, oder überhaupt das lange Aufbewahren richtig behandelter Präparate Veränderungen der Strukturen veranlasse. Das ist doch nur dadurch zu erklären, dass die chemische Umsetzung in solchen Präparaten fortschreitet. Ganz das Gleiche gilt von den »guten Tinktionen«. Es muss doch seinen Grund haben, dass manche Objekte sich unsicher färben! Es ist dann eben der richtige Zeitpunkt im Verlaufe einer sich abspielenden chemischen Umsetzung nicht getroffen.

Dass hierin die Zellen der Organismen sich sehr mannigfach verhalten, ist nicht wunderbar, wenn wir bedenken, dass Untersuchungen der Nucleine verschiedenen Ursprungs eine oft sehr verschiedene quantitative Zusammensetzung für das Nuclein ergeben haben (nach KLINKENBERG, 10 p. 566).

Es ist jedoch irrthümlich, anzunehmen, dass nur in den Kernen Nuclein vorkäme. Bereits von MIESCHER wurde im Dotter des Hühneries eine besondere Substanz aufgefunden und als Nuclein bezeichnet. BUNGE fand Eisen in derselben und nannte sie Hämatogen. Jüngst ist A. KOSSEL (14) zu dem Resultate gekommen, dass das Nuclein des Dotters in chemischer Beziehung nicht mit dem Nuclein der Zellkerne übereinstimme; denn »bei der Zersetzung des Dotternucleins durch siedende verdünnte Säuren bilden sich die stickstoffreichen Basen nicht, die aus dem Kernnuclein stets entstehen« (p. 249).

Weiter ist in der Milch ein Nuclein enthalten, welches dem Dotternuclein sehr ähnlich ist. Bemerkenswerth ist, dass beide als Nahrung für den wachsenden Organismus dienen.

Es dürfte demnach wohl das Wahrscheinlichste sein, dass die großen Kernmassen, welche aus den Nährzellen in das Ei der Schweißfliege übergangen (Fig. 10), desshalb nicht mehr nachzuweisen sind, weil sie in die andere Modifikation des Nuclein, in das Dotternuclein, sich umgewandelt haben.

Nach KOSSEL (14) geht das Nuclein des Dotters in solches der Kerne über, indem eine stickstoffreiche Atomgruppe an ersteres angefügt wird (p. 249).

Dass eine Neubildung von Nuclein und Chromatin wirklich stattfindet, bedarf keines Beweises. Das ergibt sich aus dem Vergleich der Kernmenge des Eies und des erwachsenen Thieres. Es fragt sich nur, wann und wo das geschieht.

In Fig. 35 sehen wir in den zur Theilung sich anschickenden Dotterzellen eine Zone deutlicher Chromatinfäden. Das Ei ist mit heißem Wasser gehärtet. Ganz das Gleiche zeigen die entsprechenden Zellen

in Fig. 25 und 37 aus Präparaten, welche mit heißer FLEMMING'scher Flüssigkeit behandelt sind. In allen den Fällen ist die Chromatinzone in einem hellen Raume, welcher völlig homogen ist und im Verhältnis zur Umgebung auch ungefärbt.

Die chromatischen Fäden sind noch in dem Stadium der Fig. 32 vorhanden, wenn auch nicht mehr in voller Deutlichkeit. Sie verschwinden jedoch völlig, sobald die Tochterhälften sich getrennt haben (Fig. 36). Alle die mit heißem Wasser behandelten Eier zeigen stets das gleiche Verhalten: Die jungen Tochterkerne sind völlig farblos, haben ihr Chromatin gänzlich verloren; denn das kaum sichtbare Netzwerk in ihrem Innern verdient nicht, chromatisch genannt zu werden, es hat keinen Farbstoff aufgenommen. Dass aber das vorhandene Chromatin wirklich gefärbt wird, beweist der demselben Präparate angehörende Reservekern (Fig. 36 *rn*).

Ein etwa gleichalteriges Stadium habe ich auf Fig. 30 abgebildet. Das Präparat war mit FLEMMING's Gemisch in der Hitze konservirt. Hier sind die »Tochterzellen« intensiv rothbraun gefärbt. Von Chromatinfäden, welche in den eben so behandelten Fig. 25 und 37 so deutlich hervortraten, ist auch hier keine Spur mehr vorhanden. Der Inhalt der Gebilde ist nicht homogen, zuweilen bemerkt man dunklere Streifen, welche vielleicht den oben erwähnten zarten Netzstrukturen in Fig. 36 entsprechen. Meist rührt eine Zeichnung der Gebilde von Sprüngen her, welche die Substanz der Gebilde durchsetzen.

Dann ersehen wir aber aus einem Vergleiche der Fig. 36 und 30 unter einander und mit Fig. 35, 37, 25, dass mit den Dotterzellen eine gewaltige chemische Umsetzung vor sich gegangen ist: Die im Stadium des Aster befindlichen Zellen sind völlig ungefärbt bis auf die Platte der Chromatinfäden. Die »Tochterzelle« ist nach Einwirkung des FLEMMING'schen Gemisches homogen gefärbt, die Chromatinfäden sind verschwunden. Dass die Chromatinfäden sich nicht einfach fein vertheilt haben, dafür spricht Fig. 36. Hätte nur eine Vertheilung des Chromatins stattgefunden, und keine chemische Umsetzung, so müssten die »Tochterzellen« in Fig. 36 ebenfalls gefärbt sein; denn deren Mutterzellen in Fig. 35 enthalten eben so deutlich und eben so viel Chromatin, wie die Mutterzellen von Fig. 30 in Fig. 37 und 25.

Die tropfenförmigen Gebilde, die »Tochterkerne«, sind aber auch in ihrer chemischen Beschaffenheit von dem umgebenden Plasma verschieden. Sie sind offenbar der Ort, an welchem sich das Dotternuclein umsetzt. Aus ihnen gehen durch freie Kernbildung die chromatinhaltigen Kerne hervor.

Somit habe ich für die von mir früher ausgesprochene Ansicht,

dass ursprünglich bei der Theilung » die Bruchstücke des Chromatins dem Auge völlig verschwinden « (HENKING 4 p. 138), eine werthvolle Bestätigung erhalten.

Die soeben beschriebene Dunkelung sich theilender Zellkörper nach Behandlung mit Chrom-Osmium-Essigsäure steht nicht allein. FLEMMING (3) schreibt von den Epithelflächen der Salamanderlarve, dass sie an den so behandelten Präparaten mit dunklen Flecken besät sind, von denen jeder einer sich theilenden Zelle entspricht (p. 207). Die Dunkelung steigert sich mit dem Weiterschreiten der Theilungsstadien, erreicht ein Maximum und nimmt ab, wie sich die Tochterformen bilden.

Nun sind aber in diesen Zellen die Chromatinfäden von einem hellen Hofe umgeben. Da liegt die Vermuthung nahe, dass es eben die Chromatinfäden sind, welche ihre Umgebung hell machen, indem an oder in sie neu gebildete chromatische Substanz herantritt. Auch bei den Dotterzellen der Fliegen wird die Substanz hell, sobald die Chromatinfäden völlig ausgebildet sind.

Die Dunkelung der tropfenförmigen Gebilde durch das FLEMMINGSCHE Säuregemisch gestattet einen Rückschluss auf den bei der hier vorliegenden Zelltheilung sich abspielenden chemischen Process. Die Dunkelung rührt wohl von der Osmiumsäure her, welche an den Inhalt der tropfenförmigen Gebilde Sauerstoff abgegeben hat, wodurch sie gleichzeitig zu metallischen Osmium, Osmiumoxydul oder Osmiumoxyd reducirt wurde. Von einem dieser letzteren durch Reduktion entstandenen Körper rührt eben die dunkle Färbung der Tropfen her. Auch von der Chromsäure ist es bekannt, dass sie oxydirend wirkt unter Übergang zu Chromoxyd.

Die im Theilungsstadium des Aster befindliche Dotterzelle (Fig. 37 pt_1 , pt_2) wird nun aber nicht in der Weise vom gleichen Säuregemisch oxydirt, so dass wohl der Schluss gestattet ist, dass die Zelltheilung hier unter dem Vorgange einer Reduktion stattfindet. Zur Bildung neuen Chromatins würde demnach Sauerstoff (unter Anderem) nöthig sein. Es ist das interessant in Hinblick auf die Thatsache, dass z. B. Spaltpilze nach HOPPE-SEYLER (8) und Bierhefe nach BREFELD sich nur bei Anwesenheit von Sauerstoff vermehren.

11. Über die im Fliegenei vorkommende freie Kernbildung.

Man könnte gegen die von mir gegebene Darstellung einwenden, dass bei der Theilung der Dotterzellen von einer »freien Kernbildung« nicht die Rede sein könne, da ja die neuen Kerne stets aus den Tochterhälften der Mutterzelle hervorgehen.

Da ist zunächst zu entscheiden, was »freie Kernbildung« ist. Ich verstehe darunter alle die Fälle von Kernbildung, bei welcher die Substanz des Mutterkernes nicht direkt und unverändert in die Tochterkerne übergeht.

Demnach dürfen wir die tropfenförmigen Gebilde nicht mit dem gleichen Namen wie die chromatinhaltigen Kerne bezeichnen, weil dadurch die fälschliche Vorstellung chemischer Identität erweckt werden würde. Von chromatinlosen Kernen zu sprechen hätte aber etwa denselben Sinn wie der Ausdruck »viereckige Kugel« oder dergleichen.

Ich glaube nicht, dass man den Aschenhaufen eines niedergebrannten Waldes einen Wald nennen wird, nur aus dem Grunde, weil die Asche an der Stelle des früheren Waldes liegt und weil dort ein neuer Wald entsteht. Ähnlich ist es auch hier: die tropfenförmigen Gebilde nehmen etwa die Stelle ein, wo vorher das Chromatin sich befand. Das ist aber auch Alles. Im Übrigen sind sie etwas ganz Anderes. Sie besitzen auch keine Membran, so dass sie theoretisch sehr wohl sich im Plasma zertheilen könnten. Dass sie es nicht thun, ändert an dem wesentlichen Vorgange, dem Auftreten einer anderen chemischen Verbindung, gar nichts.

Das darf man von einer »freien Kernbildung« natürlich nicht erwarten, dass dabei die Kerne aus jeder beliebigen Substanz oder womöglich aus nichts wie durch ein Wunder hervorwachsen. Selbstverständlich sind alle solche Vorgänge chemischen Gesetzen unterworfen.

Das Verhalten der Dotterzellen bei der Theilung nimmt auch vielen der oben mitgetheilten Beobachtungen ihre Wunderbarkeit. So ist es nun ganz verständlich, dass die überzähligen Spermatozoen sich auflösen und dass an ihrer Stelle die ersten Urkerne entstehen. Letztere bilden sich eben dort, wo das Plasma zur Zeit am meisten Dotternuclein oder dessen Derivate enthält, und das ist eben an der Stelle der verschwundenen Spermatozoen.

Auch dass die randständigen Chromatintheile verschwinden und dass daraus zunächst ein farbloser Fleck entsteht, ist völlig die gleiche Erscheinung: Das Chromatin ist auch hier in eine andere chemische Verbindung übergegangen. Vielleicht würde der helle Fleck Fig. 15 *f* bei Behandlung mit erwärmter Chrom-Osmium-Essigsäure ebenfalls unter Reduktion der Osmiumsäure sich homogen gefärbt haben.

Die freie Bildung neuer Zellen in der Eispitze (Holzschnitt *A, B, C* bei *b* p. 314) würde sich hier anschließen. Auf Grund der dort aufgelösten Chromatintheile aus Sperma, Furchungsspindel und Dotter können leicht auch später noch freie Kerne entstehen und mitwirken an der Umwandlung des Dotternuclein in das Kernnuclein. Denn wie der Dotter aufge-

braucht wird bei der Entwicklung des Thieres, so vermindert sich naturgemäß auch das Dotternuclein. In gleichem Schritt vermehrt sich aber das Kernnuclein bei der Vermehrung der Embryonalzellen, so dass der Schluss wohl einige Berechtigung haben dürfte, dass Letzteres an die Stelle von Ersterem tritt im Laufe der Entwicklung.

12. Unregelmäßigkeiten in der Entwicklung.

Bereits oben habe ich darauf hingedeutet, dass das Ei von *Musca vomitoria* und auch von *Lucilia Caesar* recht ungünstig sei, weil man über viele Punkte in Folge der raschen Entwicklung nur sehr schwer ins Reine komme. Zu der raschen Entwicklung kommen aber noch gewisse Unregelmäßigkeiten.

Davon, dass das erste Ei in der Entwicklung weit voran sein kann, sehe ich hier ab. Aber auch die übrigen Eier unterscheiden sich von einander. Von der Ablage des zweiten bis zu der des letzten vergeht eine geraume Zeit: das zweitälteste Ei ist schon eine gewisse Strecke in der Furchung vorangeeilt, wenn das jüngste erst den Anfang macht. Und doch sind die von einer Mutter herrührenden Eier einander in der Entwicklung noch am nächsten. Will man jedoch Eier sogleich nach der Ablage konserviren, so muss man die Fliege unterbrechen, und bekommt so nur wenig Material für spätere Konservirungen.

Die Eier verschiedener Mütter bieten erhebliche Verschiedenheiten unter einander. So habe ich am 29. Juni 6 Eier etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservirt, davon zeigten zwei die randständige Spindel, vier den randständigen Reservekern und einige Dotterzellen. Holzschnitt *A* (p. 314) ist das Diagramm eines der letzteren.

Vier andere Eier entstammen einem am 27. Juli abgesetzten Eihaufen und wurden nach etwa 20 Minuten konservirt. Sie haben sämmtlich den randständigen Reservekern und außerdem die centrale Säule von Dotterzellen, welche bei zwei derselben in chromatinlosem Zustande angetroffen sind, bei zweien in beginnender Theilung. Dass diese jüngeren Eier weiter entwickelt sind als die älteren oben genannten, lehrt ein Blick auf die Holzschnitte *B* und *C* (p. 315), welche den Inhalt zweier dieser Eier schematisch darstellen.

Diese Eigenthümlichkeit hat natürlich ihren guten Grund. Ich vermute, dass wir darin ebenfalls wieder eine Anpassungserscheinung zu erkennen haben, welche mit jener anderen, dass das erste Ei sich im Uterus bereits zur Larve entwickelt haben könne, in Zusammenhang steht.

Nehmen wir an, es entschlüpfe der Fliege bei der Ablage ein solcher erster Sprössling, so folgt daraus bei der Gleichaltrigkeit sämmt-

licher Eier, dass die noch im Ovarium verweilenden Eier sich in einem überreifen Zustande befinden; denn trotzdem dass sie reif waren, sind sie noch 24 Stunden oder länger zurückgehalten worden, wie die Larve im Uterus beweist. Diese Eier werden alle Vorbereitungen zum Empfang der Samenfäden getroffen haben, wenn sie zur Ablage kommen.

Andererseits darf ich vielleicht daraus, dass abgelegte Eier noch das Keimkörperchen enthalten, während Sperma über der Mikropyle liegt, den Schluss ziehen, dass gelegentlich auch noch nicht ganz gereifte Eier abgesetzt werden. Bei der ungeheuren Vermehrungsfähigkeit der Dipteren würde das ja nichts Wunderbares haben. Wenn eine Fliege einen Kadaver findet, so ist es das Zweckmäßigste, dass sie sich möglichst rasch und früh ihrer Eier entledigen kann; denn jede Minute des Daseins birgt neue Gefahren für sie und ihre Nachkommen. Die Möglichkeit der raschen Ablage wird erhöht, wenn auch Eier, die nach unsern Begriffen noch nicht ausgereift erscheinen mögen, sich entwicklungsfähig erweisen. — Auch hier giebt es natürlich ein Optimum, aber mit in Bezug auf die gesammte Entwicklungsdauer vielleicht weiten Grenzen zu einem Extremum auf beiden Seiten.

Aus dieser Eigenthümlichkeit der Fliegeinei erhellt, dass es zuweilen außerordentlich schwierig ist, von zwei zeitlich nahe zusammenliegenden Entwicklungsstadien anzugeben, welches das vorangehende und welches das nachfolgende sei; denn es ist eben gar nicht ausgemacht, dass das ältere Ei immer das ältere Stadium darbietet.

Es kommen daneben noch andere Verschiedenheiten vor, welche wohl mit dem Namen von Abnormitäten zu versehen sind. So bot von fünf Eiern, welche am 24. Juli 1887 2 Minuten nach der Ablage konservirt sind, eines bereits den randständigen Reservekern und im Innern eine Anzahl heller Stellen für die Kerne der Dotterzellen (vielleicht das erste Ei der Ablage?), während drei noch das Keimkörperchen zeigten. Am vierten vermochte ich überhaupt keinen Kerntheil aufzufinden. — Von vier Eiern, welche zwei Stunden nach der Ablage am 23. Juli 1887 konservirt wurden, hatten zwei bereits das Blastoderm gut ausgebildet; bei einem fehlte es noch, aber der Dotter enthielt viele Zellen, welche sich im Theilungsstadium des Dyaster befanden. Das vierte Ei war völlig abnorm: es zeigte am Rande einen aus geschlängelten Chromatinfäden bestehenden Reservekern, welcher aber keinen hellen Hof hatte. Weiter fanden sich nach innen zu im Ei durch mehrere Schnitte unregelmäßige Plasmahäufchen, dann hörten diese auf und nach 33 Schnitten enthielt ein Schnitt eine größere Plasmazunge, welche nach dem Rande zu sich ausdehnte, und in deren Ende, aber noch innerhalb des Gebietes der Dotterkugeln, lag ein Kerngebilde, welches etwa

gleiche Größe und Gestalt mit dem oben genannten hatte. Möglicherweise ist das ein Furchungsversuch eines unbefruchteten Eies: Dotterzellen, welche sonst im Anschluss an eingedrungene Spermatozoen sich zu bilden pflegen, waren nicht vorhanden.

13. Kritische Bemerkungen.

Zum Schluss möchte ich noch meinen Standpunkt gegen einige Autoren klarstellen, welche sich kürzlich mit der von mir ausgesprochenen Ansicht beschäftigt haben.

1) Zunächst hat der Botaniker G. KLEBS (9) sich dahin ausgesprochen, dass die Möglichkeit der Neubildung eines Kernes zwar immer offen bliebe bei dem herrschenden Dogma, weil es »nur als eine mehr oder minder berechnete, aber nicht als unbedingt richtige« Anschauung angesehen werden könnte, sagt dann aber, zum Sturze des Dogmas müsse »ein zwingender, jede andere Möglichkeit ausschließender Beweis geliefert werden«, und der sei von mir nicht geliefert worden (p. 162). Da gebe ich ihm für die letzten Worte unbedingt Recht, möchte jedoch gegen seine Anforderung einiges Bedenken äußern. Ich glaube, für recht skeptische Menschen giebt es derartige Beweise überhaupt nicht. Selbst die mathematischen Beweise sind doch nur dann unumstößlich, wenn man einige Grundsätze auch ohne Beweis anerkennt. Ich habe deshalb wenig Hoffnung. Jedenfalls werde ich aber sehen, was sich thun lässt.

2) Dann hat G. LEICHMANN (12) eine vorläufige Mittheilung über die Bildung von Richtungskörpern veröffentlicht, in welcher er hervorhebt, dass die Eier von *Asellus aquaticus* auf jedem Stadium einen Kern besitzen.

Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass es doch nicht unbedenklich ist, die Gelegenheit anderer Untersuchungen zu benutzen, um so nebenbei über die vorliegende wichtige Frage ein Urtheil abzugeben. So ganz leicht ist es doch nicht zu entscheiden.

Da, wo LEICHMANN ein entscheidendes Wort über die vorliegende Frage hätte sprechen können, drückt er sich äußerst vorsichtig aus, indem er sagt: »Der Kern rückt später, nachdem er die Richtungskörper abgeschnürt hat, in die Mitte des Dotters und scheint (!) durch seine Theilung den ersten Embryonalzellen die Entstehung zu geben« (p. 534). Aus meiner Arbeit hätte er ersehen können, und zwar gleich auf der ersten Seite, dass es mir besonders auf den Nachweis »freier Kern- und Zellbildung« ankommt. Der Nachweis vom Verschwinden des Eikerns ist zunächst nur Mittel zum Zweck.

Übrigens weiß ich nicht, ob durch die auch von ihm geschehene Zusammenstellung von STUHLMANN (16) und mir diesem nicht Unrecht

geschieht. Denn schließlich nennt **STUHLMANN** das Ei doch nur scheinbar kernlos.

3) **KARL FIEDLER** (2) aus Zürich hat kürzlich über die Entwicklung der Geschlechtsprodukte bei *Spongilla* berichtet und endigt die Besprechung der weiblichen Theile damit, dass er die Geltung des Satzes *omnis nucleus e nucleo* bestätigt. Zur Begründung dieses Satzes führt er aber thatsächlich auch gar nichts an. Er theilt mit, dass er im Ei einen Kern und später in allen Furchungskugeln je einen Kern gesehen habe, woran ja Niemand zweifeln wird. Von letzteren sagt er dann einfach, dass sie sich »in ununterbrochener Folge von dem Kerne des befruchteten Eies« ableiten und hat damit obigen Satz bewiesen. Es macht sich das um so wunderbarer, wenn er gleich darauf mit dem Eingeständnis kommt »im Verlaufe des Furchungsprocesses keine karyokinetischen Figuren« beobachtet zu haben, welches »jedemfalls eine Folge des Dotterreichthums der Eier« sein soll.

Ich kann demnach nicht einräumen, dass durch die beiden zuletzt genannten Aufsätze etwas zur Klärung der vorliegenden Frage geschehen ist.

14. Übersicht des Untersuchungsmateriales.

Im Nachfolgenden will ich eine Übersicht über die der hier vorgelegten Arbeit zu Grunde liegenden Präparate geben. Ich führe alle diejenigen hier an, welche mich in der Erkenntnis des in Rede stehenden Gegenstandes weiter geführt, resp. zur Bestätigung des an anderen Präparaten bereits Erkannten gedient haben. Auf die Weise glaube ich das Gesehene am Besten begründen zu können.

Der Zusatz a.b. bedeutet Konservirung mit heißem Wasser, — Fl. C.-O.-E bedeutet Konservirung mit kalter Chrom-Osmium-Essigsäure nach **FLEMMING**, — Fl. C.-O.-E.^b bedeutet Konservirung mit erwärmtem **FLEMMING'schen** Gemische. — Da die Eier im Übrigen (nach resp. gutem Auswaschen in Wasser) sämmtlich gleichmäßig mit Alkohol behandelt, mit **GRENACHER's** Boraxkarmin durchgefärbt, nach Einwirkung von Bergamottöl in Paraffin geschnitten sind, so brauche ich darüber im Einzelnen nichts hinzuzufügen.

Die Angaben beziehen sich auf *Musca vomitoria*, wo nichts Anderes bemerkt ist. — Das Datum bedeutet den Tag der Konservirung. — Der Zusatz: 2, 3, 4 . . . Expl. giebt an, dass ich die betreffende Bildung in 2, 3, 4 . . . verschiedenen Eiern aufgefunden habe.

Der Eikern wurde beobachtet an:

- 1) noch nicht reifen Ovarialeiern von *Musca vomitoria* und *Sarcophaga carnaria*. Ovarium geschnitten a.b.

- 2) reifem Ovarialei. a.b. 4 Expl. 22/6. 87. — Reifem Ovarialei. Fl. C.-O.-E. 4 Expl. 20/6. 87. (Fig. 4.)
- 3) Eiern aus den Ovarialtuben. a.b. 4 Expl. a.b. ca. 25/9. 87. (Fig. 12.)
- 4) Ei aus Oviduct. a.b. 4 Expl. ca. 25/9. 87. — Ei aus Oviduct von *Lucilia Caesar*. a.b. 25/9. 87. 4 Expl. (Fig. 14.)
- 5) Ei im Uterus. a.b. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 6.) Bei dem einen Exemplare steckte Sperma in der Mikropyle, bei dem andern nicht.
- 6) Ei sofort nach der Ablage konservirt mit Fl. C.-O.-E.^b 12/9. 87. 4 Expl. Mikropyle etwas sonderbar, ohne Sperma.
- 7) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 24/7. 87. 2 Expl. Bei dem einen Ei war die Mikropyle etwas sonderbar, bei dem andern normal. Beide Eier stammen von derselben Mutter.

Die vermeintliche Richtungsspindel:

- 1) Ei noch in der Ovarialhaut. Fl. C.-O.-E. 28/6. 87. 4 Expl. (Fig. 9.)
- 2) Ei im Uterus, a.b. ca. 25/9. 87. 4 Expl. (Fig. 24.)
- 3) Ei etwa 1/2 Stunde nach Ablage konservirt. a.b. 30/6. 87. 4 Expl. (Fig. 2.)

- 4) Ei aus Ovarialtube. a.b. ca. 25/9. 87. 4 Expl. (Fig. 8.)

Überhaupt kein Kern oder Kernbestandtheil wurde gesehen:

- 1) Ei von *Lucilia Caesar* aus Oviduct. a.b. ca. 25/9. 87. 4 Expl.
- 2) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^b 28/7. 87. 4 Expl. Kein Sperma in der Mikropyle.
- 3) Ei sofort nach Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^b 14/9. 87. 2 Expl.
- 4) Wie vor. 12/9. 87. 4 Expl. (Sperma in der Mikropyle).
- 5) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E. 14/7. 87. 4 Expl. Mikropyle befindet sich nicht mit auf dem Objektträger.

Ich bemerke, dass bei den mit FLEMMING's Gemisch konservirten Eiern zuweilen eine starke Vacuolisirung eintritt an einigen Stellen; doch ist mir nicht klar, wie dadurch ein Kern, der ja durch das Gemisch besonders gut konservirt zu werden pflegt, unsichtbar werden sollte. — Ich habe noch bei mehreren gleichaltrigen Eiern, welche mit heißem Wasser konservirt waren, ebenfalls keinen Kern gesehen, da aber in diesen Serien einige Schnitte etwas dicker ausgefallen sind, lege ich kein Gewicht darauf.

Eindringen der Samenfäden durch die Mikropyle bis zum Empfangnisfleck:

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. Längsschnitte. Drei Exemplare. (Fig. 21.)

Die Fälle, wo ich überhaupt Sperma in der Mikropyle bemerkt habe, führe ich nicht weiter auf. Das zeigt fast jedes lebende Ei, welches man aus dem Uterus herausnimmt. An konservirtem Materiale ist es ebenfalls leicht zu sehen, besonders an Eiern, welche mitsammt dem Uterus geschnitten sind; aber auch an bereits abgelegten Eiern wird man fast immer noch Sperma über der Mikropyle auffinden. Die Fälle, in denen ich es bei *Musca vomitoria* gesehen habe, zählen nach Dutzenden; auch bei *Lucilia Caesar* ist es mir an den wenigen untersuchten Eiern entgegen getreten.

Die von der Mikropyle in das Innere des Eies eindringenden Plasmawolken (von Spermatozoen herrührend):

a) Längsschnitte:

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 15).
2) *Lucilia Caesar*, Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 22.)

b) Querschnitte:

Ich habe mir 24 Fälle notirt.

- 1) Ei im Uterus. a.b. 25/9. 87. 5 Expl.
2) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^b. 28/7. 87. 5 Expl.
3) Ei aus Uterus. a.b. 28/7. 87. 2 Expl.
4) Ei sofort nach Ablage. a.b. 1/7. 87. 2 Expl.
5) Eben so. Fl. C.-O.-E. 1/7. 87. 3 Expl.
6) Ei wenige Min. nach der Ablage. Fl. C.-O.-E. 18/7. 87. 4 Expl.
7) Ei etwa 1/2 Stunde nach der Ablage. a.b. 30/6. 87. 3 Expl.

Die Wolken erscheinen auf dem Querschnitt als ein größeres oder geringeres Netzwerk von Plasma, welches sich durch 5—10 auf einander folgende Schnitte kontinuierlich erstreckt. Je nach der Tiefe des eingedrungenen Samenfadens beginnen auch die plasmatischen Netzwerke näher an oder ferner ab von der Mikropyle.

Nur eine plasmatische Ansammlung am Rande ohne erkennbare Spermakerne gleichzeitig mit gefärbten oder aufgeblähten Kernen oder nur mit Plasmawolken im Innern findet sich auf folgenden Präparaten:

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. Ein aufgeblähter Kern und eine Plasmawolke im Innern.
2) Ei aus Uterus. a.b. 28/7. 87. 1 Expl.
3) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^b 28/7. 87.
1 Expl.: Nur ein gefärbter Kern im Innern.
1 Expl.: Zwei gefärbte Kerne im Innern.

1 Expl.: Zwei gefärbte Kerne im Innern neben einander, außerdem noch eine Plasmawolke mit einem unsichern gefärbten Kerne.

Gefärbte Spermakerne am Rande vor der Kopulation mit dem weiblichen Kerne:

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 20.)
- 2) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^b 28/7. 87. 2 Expl. (Fig. 16.)
- 3) Ei weniger als $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^b 23/7. 87. 3 Expl. (Fig. 25.)

Aufgeblähte Kerne am Rande und im Innern:

- 1) Ei aus Uterus. a.b. 28/7. 87. 1 Expl.
- 2) Ei sofort nach der Ablage. Fl. C.-O.-E. 28/6. 87. 3 Expl. (Fig. 29.)

Am Rande in dem gefärbten Plasma ein heller Fleck (nach der Kopulation der männlichen und weiblichen Kerntheile entstehend), im Innern des Eies Plasmawolken, mit gefärbten Spermakernen oder ohne solche:

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 15.)
- 2) *Lucilia Caesar*, Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 22.)
Ein gefärbter Spermakern im Innern vorhanden.

In dem Plasmahofe am Rande befindet sich eine vacuolisirte aus gefärbten Chromatinfäden und -Körnchen bestehende Figur:

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 27.)

Den Übergang aus dieser Chromatinfigur zu der Furchungsspindel zeigen:

- 1) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E. 16/7. 87. 1 Expl.
- 2) Ei wenige Minuten nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E. 18/7. 87. 1 Expl. Hier ist die Figur schon in zwei Theile getheilt.

Die Furchungsspindel ist zu sehen an folgenden Präparaten:

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 23.)
- 2) Ei sofort nach der Ablage konservirt. a.b. 1/7. 87. 1 Expl. (Fig. 24.)
- 3) Ei etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservirt. a.b. 30/6. 87. 2 Expl.

- 4) Ei sofort nach der Ablage konservirt. a.b. 1/7. 87. 1 Expl. (Fig. 28.)

- 5) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.

Bei 4 und 5 sind die Spindelhälften bereits wieder getheilt. Es ist wohl kein Zufall, dass sich die Abkömmlinge der ersten Spindel nicht mehr so deutlich färben.

Auftreten der ersten frei gebildeten Dotterzellen:

- 1) Ei sofort nach der Ablage konservirt. a.b. 1/7. 87. 1 Expl. (Fig. 28.)
- 2) Ei weniger als $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^b 23/7. 87. 3 Expl. (Fig. 37.)

Am Rande liegt der einsame gefärbte Kern (Richtungskernmasse BLOCHMANN'S):

- 1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.
- 2) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 22/7. 87. 1 Expl.
- 3) Ei wenige Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 3/8. 87. 3 Expl.
- 4) Ei etwa 20 Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 23/7. 87. 1 Expl.
- 5) Eben so. a.b. 27/7. 87. 4 Expl. (Fig. 36.)
- 6) Ei etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservirt. a.b. 29/6. 87. 2 Expl.
- 7) Ei etwa zwei Stunden nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^b 23/7. 87. 3 Expl.

Die »Kerne« der Dotterzellen sind farblos (Einwirkung von a.b.).

- 1) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 22/7. 87. 1 Expl.
- 2) Ei wenige Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 3/8. 87. 2 Expl.
- 3) Ei etwa 20 Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 27/7. 87. 2 Expl. (Fig. 36.)
- 4) Ei etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Theilung. a.b. 29/6. 87. 2 Expl.

Die »Kerne« der Dotterzellen sind intensiv gefärbt (Einwirkung von Fl. C.-O.-E.^b).

- 1) Ei etwa $1\frac{3}{4}$ Stunde nach der Ablage konservirt. 30/7. 87. 1 Expl. (Fig. 30.) Die sämtlichen Kerne aller Schnitte sind in gleicher Weise gefärbt.

Die Dotterzellen in Theilung:

- 1) Ei etwa 20 Minuten nach der Ablage konservirt, a.b. 23/7. 87. 1 Expl.
- 2) Eben so. a.b. 27/7. 87. 2 Expl. (Fig. 35.)
- 3) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.
1—3 repräsentiren den Aster des Mutterkerns.
- 4) Ei zwei Stunden nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^b 23/7. 87. 1 Expl. Stadium des Dyaster.

Ausbildung des Blastoderm:

- 1) Ei etwa $1\frac{3}{4}$ Stunde nach der Ablage konservirt. a.b. 4/7. 87. 1 Expl.
- 2) Ei etwa 2 Stunden nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E^b. 23/7. 87. 2 Expl.
- 3) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.

Theilung der Blastodermzellen peripher. Stadium des-Aster des Mutterkernes.

Von Larven oder bereits sehr weit entwickelten Eiern aus dem Uterus besitze ich 19 Exemplare, 12 derselben habe ich, meist mitsammt dem Uterus, geschnitten. Sieben Larven bewahre ich in Spiritus auf.

15. Schlusswort.

Ein Vergleich der Abhandlung von BLOCHMANN mit der meinigen lässt erkennen, dass wir kaum in irgend welchen wesentlichen Punkten übereinstimmen. Ich bin indessen weit entfernt, meinem Vorgänger in Folge dessen den Vorwurf ungenau untersucht zu haben, zu machen. Die Hauptschuld der Verschiedenheiten in den Resultaten liegt in der Ungunst des Materiales und in der Schwierigkeit, das Beobachtete richtig zu deuten. — Jedenfalls glaube ich aber, dass aus meinen Mittheilungen so viel hervorgeht, dass die Vorgänge so ganz einfach doch nicht sind, wie es den Anschein hatte. Da das Material leicht zu beschaffen ist, findet sich hoffentlich bald ein Nachuntersucher.

Will BLOCHMANN sich für vorliegende Arbeit revanchiren, so kann er das, glaube ich, am besten dadurch thun, dass er sich einmal an das Studium der Phalangideneier macht. Die Verhältnisse des Eierstocks-eies verdienen wohl eine nähere Untersuchung als ich sie vorgenommen habe, vor Allem das Verhalten des Keimbläschens. In Bezug hierauf sagte ich (4, p. 93): »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.«

Würde alsdann BLOCHMANN da nachweisen, dass ich geirrt habe, und ich halte mich durchaus nicht für unfehlbar, so soll er sehen, dass ich der Erste bin, der es anerkennt. Denn es handelt sich nicht um meine Person, sondern um unparteiische Aufklärung der Vorgänge in der Natur.

Göttingen, Anfang Januar 1888.

L i t t e r a t u r.

- 1) F. BLOCHMANN, Über die Richtungskörper bei Insekteneiern. (Morphol. Jahrb. Bd. XII. 1887.)
- 2) K. FIEDLER, Über die Entwicklung der Geschlechtsprodukte bei Spongilla. (Zool. Anz. 1887. Bd. X. Nr. 266. p. 634 ff.)
- 3) W. FLEMMING, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.
- 4) H. HENKING, Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden. I. (Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1886.)
- 5) ——— Techn. Mitth. zur Entwicklungsgesch. (Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. Bd. III. 1886.)
- 6) ——— Gibt es freie Kernbildung? (Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. Bd. IV. 1887.)
- 7) M. HEROLD, Untersuchungen über die Bildungsgeschichte d. wirbellosen Thiere im Ei. — Von der Erzeugung der Insekten im Eie. Frankfurt a/M. 1835.
- 8) F. HOPPE-SEYLER, Über die Einwirkung von Sauerstoff a. d. Lebensthätigkeit nied. Organismen. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VIII. 1883/84.)
- 9) G. KLEBS, Über den Einfluss des Kernes in der Zelle. (Biol. Centralbl. Bd. VII. 1887.)
- 10) W. KLINKENBERG, Über die Nucleine. (Zeitschr. f. phys. Chemie. Bd. VI. 1882.)
- 11) A. KOSSEL, Weitere Beiträge zur Chemie des Zellkerns. — I. Über das Nuclein im Dotter des Hühnereies. (Zeitschr. f. phys. Chemie. Bd. X. 1886.)
- 12) G. LEICHMANN, Über Bildung von Richtungskörpern bei Isopoden. (Zool. Anz. Bd. X. 1887. Nr. 262. p. 533.)
- 13) R. LEUCKART, Über die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekteneiern. (MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Phys. 1855.)
- 14) G. MEISSNER, Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. II. (Diese Zeitschr. Bd. VI. 1855.)
- 15) G. PLATNER, Mittheilungen zur histologischen Technik. B. Konservierungsmittel. (Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Bd. IV. Heft 3. 1887. p. 352.)
- 16) F. STUHLMANN, Die Reifung des Arthropodeneies. (Ber. d. Naturf. Gesellsch. Freiburg i/B. 1886.)

E r k l ä r u n g d e r A b b i l d u n g e n.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>a</i>, Endigung des eiweißartigen Eiüberzuges an der Schalenrinne;</p> <p><i>ah</i>, Anhangsdrüsen am Geschlechtsapparate;</p> <p><i>a.r.s.</i>, Ausführungsgang eines Receptaculum seminis;</p> | <p><i>b</i>, Endigung des eiweißartigen Eiüberzuges an der Schalenrinne;</p> <p><i>c</i>, Kommunikation zwischen Nährzelle und Ei;</p> <p><i>cu</i>, starke Cuticula in der Aussackung des Uterus;</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

<i>dh</i> , Dotterhaut;	<i>nz</i> , Nährzellen des Eies;
<i>do</i> , Dotterkugeln;	<i>o</i> , Ovarium;
<i>e</i> , eingefressene Stellen in den Kernen der Nährzellen;	<i>od</i> , Oviduct;
<i>E</i> , Ei im Uterus;	<i>ov</i> , Wandung des Ovariums;
<i>ef</i> , Empfängnisfleck des Eies;	<i>p</i> , plasmatische Ansammlung im Dotter;
<i>ew</i> , eiweißartiger Überzug des Eies;	<i>pl</i> , randständige Plasmaansammlung im Ei;
<i>f</i> , »heller Fleck« im randständigen Plasmabezirk;	<i>pt</i> , Protokaryon;
<i>fi</i> , chromatische Figur in <i>f</i> ;	<i>rf</i> , Schalenrinne;
<i>fp</i> , Furchungsspindel;	<i>rk</i> , Richtungskörper(?);
<i>h</i> , heller Hof um das Keimkörperchen;	<i>rn</i> , Reservekern;
<i>ha</i> , eiweißartige Haube über der Mikropyle;	<i>rs</i> , Receptacula seminis;
<i>ho</i> , heller Hof am Kern der Dotterzelle;	<i>rsp</i> , Richtungsspindel(?);
<i>k</i> , Kern;	<i>s</i> , Chorion;
<i>kbl</i> , Keimbläschen;	<i>sm</i> , Schmutzpartikelchen;
<i>kf</i> , Keimfleck;	<i>sp</i> , <i>sp</i> ₁ , <i>sp</i> ₂ , Spermatozoen, resp. Spermakern;
<i>kr</i> , Trennungsstelle der beiden Kernhälften;	<i>st</i> , Borsten auf der Cuticula des Uterus;
<i>m</i> , Mikropyle des Chorion;	<i>t</i> , Ovarialtuben;
<i>md</i> , Mikropyle der Dotterhaut;	<i>tr</i> , <i>tr</i> ₁ , <i>tr</i> ₂ , tropfenförmiges Kerngebilde;
<i>mi</i> , von der Mikropyle sternartig ausstrahlende Körnchen;	<i>ut</i> , Uterus;
	<i>v</i> , Vacuolen;
	<i>wp</i> , <i>wp</i> ₁ , <i>wp</i> ₂ , von Spermatozoen herführende Plasmawolken im Ei.

Die Figuren sind, wo nicht das Gegentheil angegeben, sämtlich bei genau der gleichen Vergrößerung (circa 525mal) und mit denselben Linsen gezeichnet. Die Figuren wurden mit Hilfe eines WINKEL'Schen Zeichenprismas im Umriss entworfen und die wesentlichen Punkte nach den stärksten Vergrößerungen ausgeführt. Die unwesentlichen Sachen, so Dotterkugeln, Eihüllen und dgl. sind der Natur in Einzelnen nicht penibel nachgebildet, sondern derart aus freier Hand ausgeführt, dass sie möglichst den Eindruck des natürlichen Bildes wiedergeben. Die Abbildungen stammen von *Musca vomitoria* her, wo nichts Anderes angegeben.

Es bedeutet: a.b., konservirt mit heißem Wasser; Fl. C.-O.-E., konservirt mit kalter Chrom-Osmium-Essigsäure; Fl. C.-O.-E^b, konservirt mit heißer Chrom-Osmium-Essigsäure.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Stück eines Querschnittes von einem Ovarialei. Fl. C.-O.-E.

Fig. 2. Ein etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservirtes Ei. Querschnitt. a.b.

Fig. 3. Äußere Eischale, zur Demonstrirung der Schalenrinne (*rf*) und ihrer Beziehung zur Mikropyle (*m*) dienend. Vergr. circa 75.

Fig. 4. Ei, zwei Minuten nach der Ablage konservirt. Querschnitt. a.b.

Fig. 5. Seitliche Ansicht eines frischen Eies, welches dem Ovarium entnommen wurde. Untersuchung in ganz schwachem Salzwasser. Vergr. circa 75.

Fig. 6. Längsschnitt durch den Uterus, in welchem sich ein Ei befindet. Der Oviduct (*od*) ist bei seiner Einmündung in den Uterus der Länge nach getroffen. *v.ah* ist der Durchschnitt durch den Endtheil des Ausführungsganges der Anhangsdrüsen (Fig. 13 *ah*). Dieser Ausführungsgang hat in der Wandung des Uterus eine ganz ungeheure chitinisirte Umgrenzung (*ch*). a.b. Vergr. circa 100.

Fig. 7. Oberes Ende und Mikropyle (*m*) des in Fig. 6 dargestellten Eies. Vergr. circa 445.

Fig. 8. Ei aus der Ovarialtube entnommen. Querschnitt. *sr*, eigenthümliche durch Umwandlung des Keimkörperchens entstandene Figur. a.b.

Fig. 9. Ei, noch in der Ovarialröhre steckend. Querschnitt. Fl. C.-O.-E.

Fig. 10. Oberes Ende eines unreifen Eies mit den Nährzellen. Das Keimbläschen ist in der hier gezeichneten Gestalt aus einem anderen Schnitte eingetragen. Längsschnitt. a.b.

Fig. 11. Ei aus dem Oviduct von *Lucilia Caesar*. Querschnitt. a.b.

Fig. 12. Ei aus der Ovarialtube. Längsschnitt. Außer den Dotterkugelchen (*do*) im Innern eine große Anzahl von Vacuolen (*v*) vorhanden. a.b.

Fig. 13. Geschlechtsapparat von *Musca vomitoria*, schwach vergrößert, zur Demonstrirung der einzelnen Abschnitte desselben. Das Receptaculum seminis (*rs*) der rechten Seite ist einfach, das der linken doppelt. Durch die Wandung des Uterus (*ut*) schimmern die Ringel einer ausgebildeten Larve hindurch. *ed*, Enddarm, zur Seite gelegt; *b*, Spitze der Legeröhre, hier abwärts gerichtet.

Fig. 14. Ei, dem Uterus entnommen und frisch in schwachem Salzwasser untersucht. In der Mikropyle ein Spermaschopf. Vergr. circa 75.

Tafel XXIV.

Fig. 15. Längsschnitte von einem im Uterus befindlichen Ei, zu dem dargestellten Bilde komponirt. Im Ganzen 30 Längsschnitte vorhanden. Das Stück *a* ist dem Schnitt 13, *b* dem Schnitt 15, *c* dem Schnitt 16 und *d* dem Schnitt 11 entnommen. Das, was hier in einer Ebene dargestellt ist, gehört also in Wirklichkeit verschiedenen Horizontalen des Eies an. a.b.

Fig. 16. Querschnitt (28 von 149) eines Eies aus dem Uterus. Aus diesem Präparate hatten sich drei Schnitte beim Entfetten losgelöst, so dass ich keine absolute Garantie für Vollständigkeit der Serie übernehmen kann. Fl. C.-O.-Eb. *wp*₁ und *wp*₂ ziehen nach der Mikropyle zu durch je sechs Schnitte von 149.

Fig. 17. Mikropyle der Dotterhaut. Fl. C.-O.-Eb. Ei aus dem Uterus.

Fig. 18. Seitliche Ansicht eines Spermakernes (*sp*), befindet sich in einem Ei aus dem Uterus. Fl. C.-O.-Eb. Vergr.

Fig. 19. Dasselbe. Spermakern (*sp*) mehr von unten gesehen. Vergr.

Fig. 20. Querschnittskombination eines im Uterus befindlichen Eies. Schnittzahl 98, davon ist Stück *a* der 16., *b* der 17., *c* der 12. Die Plasmawolke (um *sp*₃) geht durch 10 Schnitte nach der Mikropyle zu (Schnitt 9—18), die Wolke um *sp*₄ durch 9 Schnitte (von Schnitt 11—19). a.b.

Fig. 21. Längsschnitte eines im Uterus befindlichen Eies. Stück *a* zeigt das Eindringen der Spermatozoen durch die Mikropyle. Die Haube über der Mikropyle ist stark geschrumpft (vgl. Fig. 14 *ha*), daher haben sich die Spermatozoen in ihr (*sp*) zusammengelegt. *mu*, Muskulatur der Uteruswand; *tn*, Tracheen. Stück *b* rührt von einem mehr tangential getroffenen Schnitte her. a.b.

Fig. 22. Längsschnittkombination eines im Uterus befindlichen Eies von *Lucilia Caesar*. Im Ganzen 30 Schnitte. Stück *a* ist genommen aus Schnitt 11. *x*, der Plasmahof *pl* steht auf Schnitt 10 mit der Oberfläche in Verbindung. Stück *b* ist aus Schnitt 12, Stück *c* aus Schnitt 20, Stück *d* aus Schnitt 21. a.b.

Tafel XXV.

Fig. 23. Querschnitt eines im Uterus befindlichen Eies, Schnitt 17 von 127. a.b.

Fig. 24. Querschnittskombination eines sofort nach der Ablage konservierten Eies. 122 Schnitte. Stück *a* aus Schnitt 22, Stück *b* aus Schnitt 19, *wp* erstreckt sich durch vier Schnitte nach der Mikropyle zu, Stück *c* aus Schnitt 21, die Plasmaansammlung um *sp* erstreckt sich durch sieben Schnitte nach der Mikropyle zu. a. b.

Fig. 25. Querschnitt aus einem mit dem in Fig. 37 dargestellten gleichalterigen Ei. Dieselben trugen die Bezeichnung: Weniger als $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage mit Fl. C.-O.-E^b konserviert. Sie entstammen einem Eihaufen, welchen eine Fliege hinterrücks an ein Stück Fleisch abgesetzt hatte. Da ich das Stück vor noch nicht $\frac{1}{2}$ Stunde gereinigt hatte, so können die Eier höchstens so alt sein, wahrscheinlich sind sie aber nur wenige Minuten alt.

Fig. 26. Aufgeblähtes Spermatozoon (*sp*) eines im Uterus befindlichen Eies. a. b.

Fig. 27. Querschnittskombination eines im Uterus befindlichen Eies. 130 Schnitte. Stück *a* aus Schnitt 34, Stück *b* aus Schnitt 24, *wp*₁ durch Schnitt 18 bis 24 sich erstreckend, *wp*₁ ist nicht genau gezeichnet, müsste mehr zwischen *wp*₂ und *rf* liegen. Stück *c* aus Schnitt 21, erstreckt sich durch Schnitt 13 bis 21, wobei stets Schnitt 1 unter der Mikropyle liegt. a. b.

Fig. 28. Querschnitte aus einem sofort nach der Ablage konservierten Ei. 112 Schnitte. Stück *a* aus Schnitt 20, Stück *b* aus Schnitt 17, Plasmazug um *sp* erstreckt sich von Schnitt 10 bis 17, Stück *c* aus Schnitt 23, Plasma um *pt* reicht von Schnitt 19 bis 24. a. b.

Fig. 29. Querschnitte aus einem sofort nach der Ablage konservierten Ei. Stück *a* fünf Schnitte über Stück *b* liegend. Fl. C.-O.-E.

Tafel XXVI.

Fig. 30. Querschnitt aus einem etwa $\frac{3}{4}$ Stunde nach der Ablage konservierten Ei. Fl. C.-O.-E^b.

Fig. 31. Aus einem etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservierten Ei. a. b.

Fig. 32. Aus einem 2 Stunden nach der Ablage konservierten Ei. Dyaster. Fl. C.-O.-E^b.

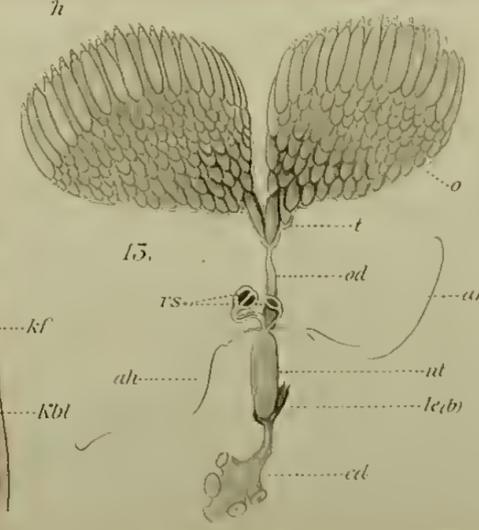
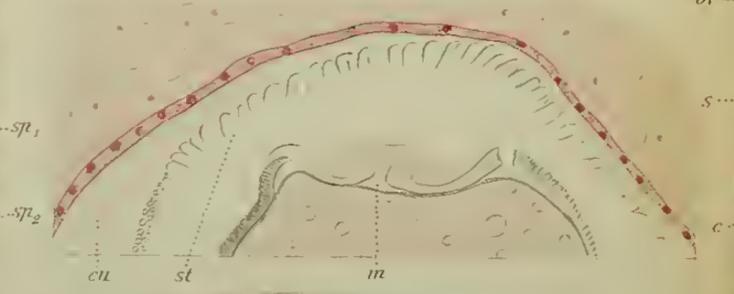
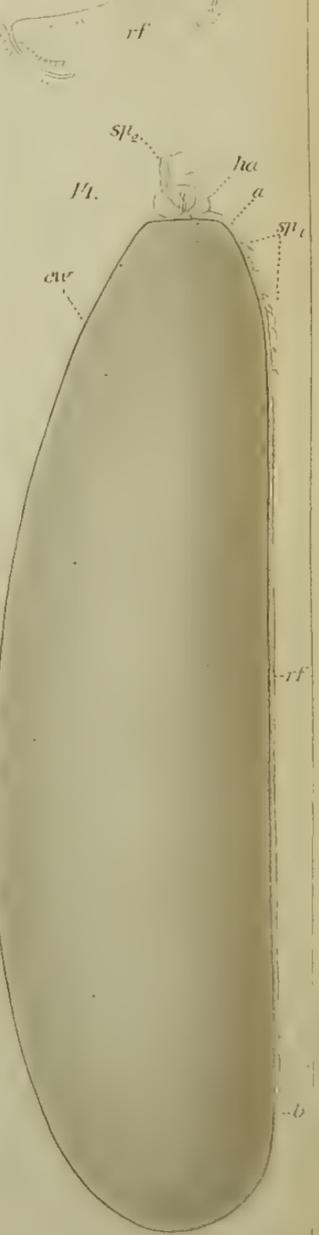
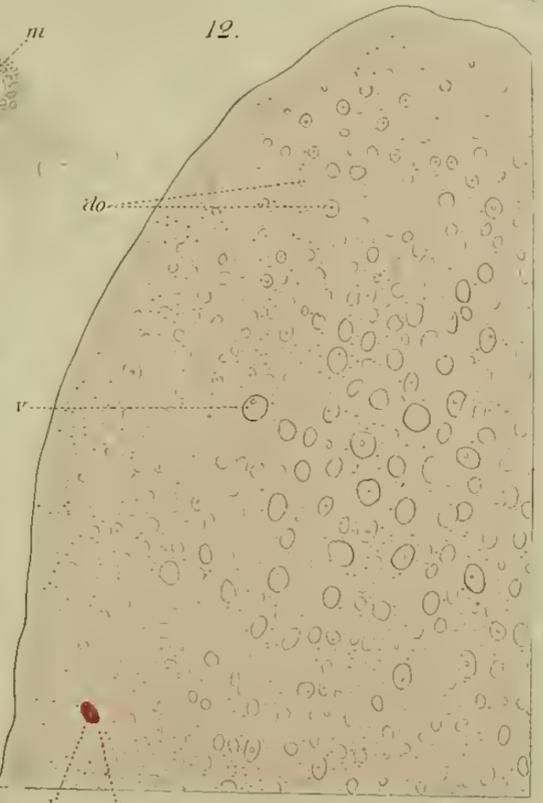
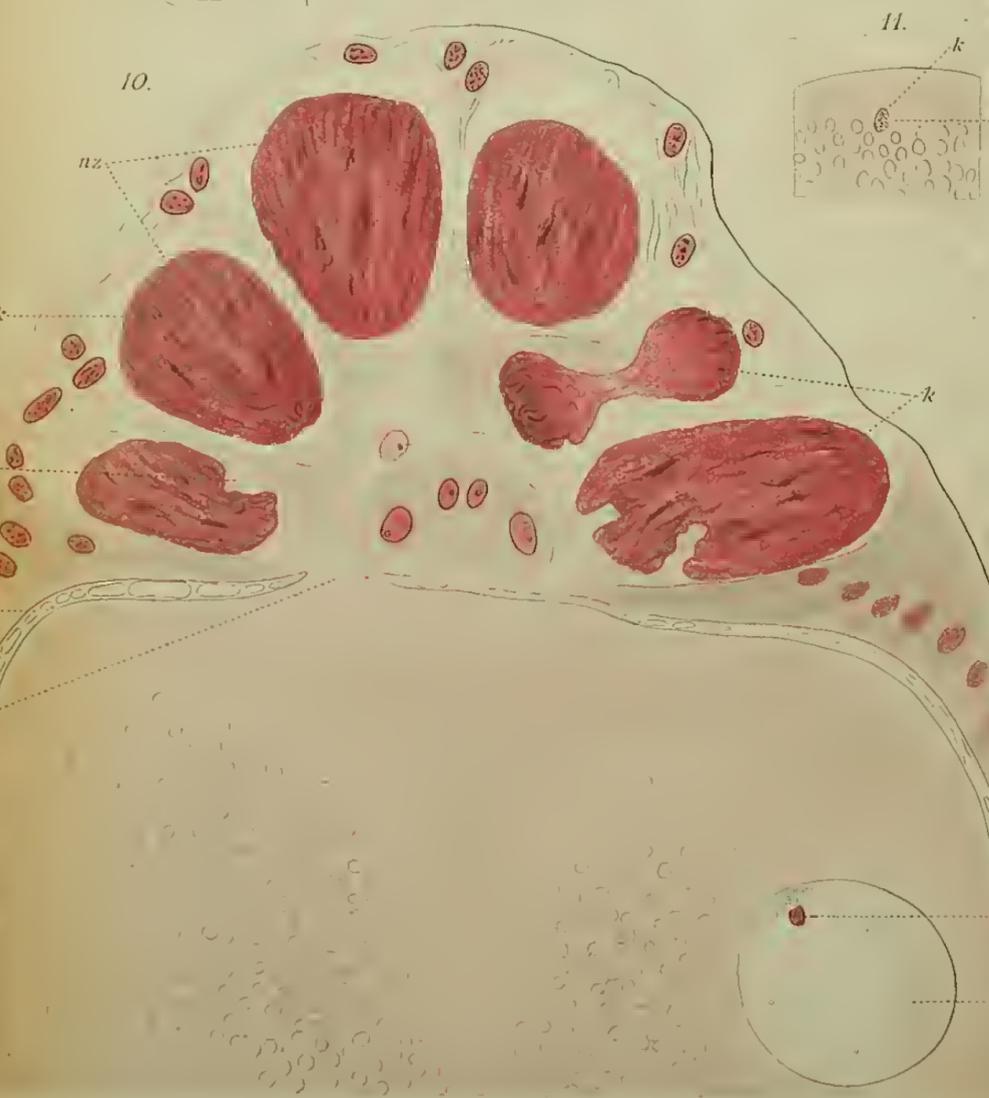
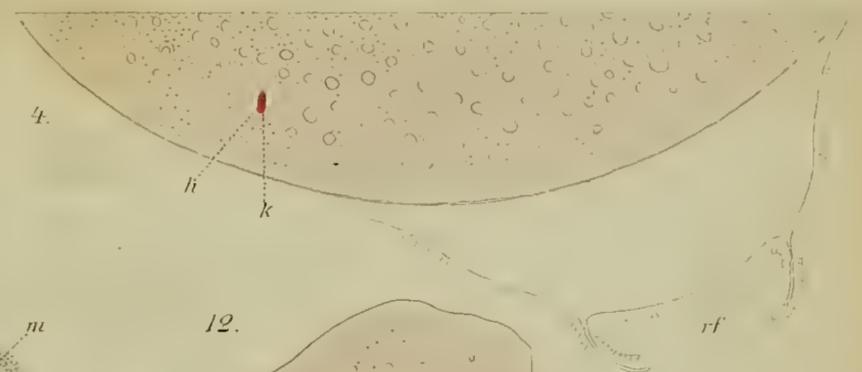
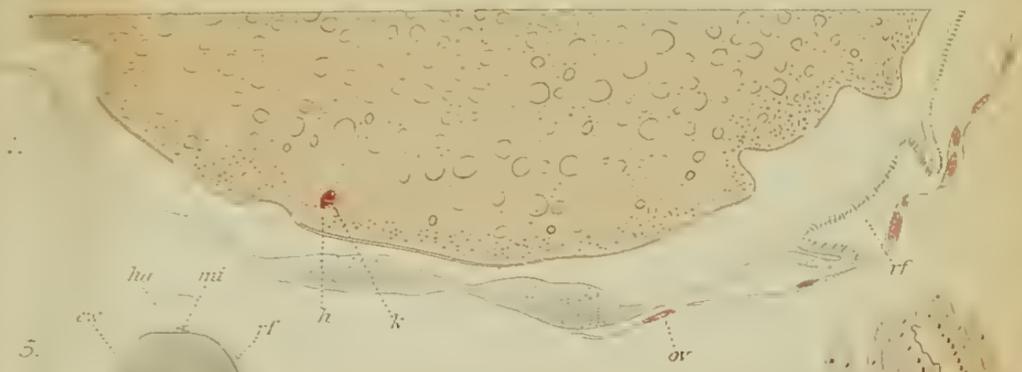
Fig. 33. Aus einem etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Ablage konservierten Ei. a. b.

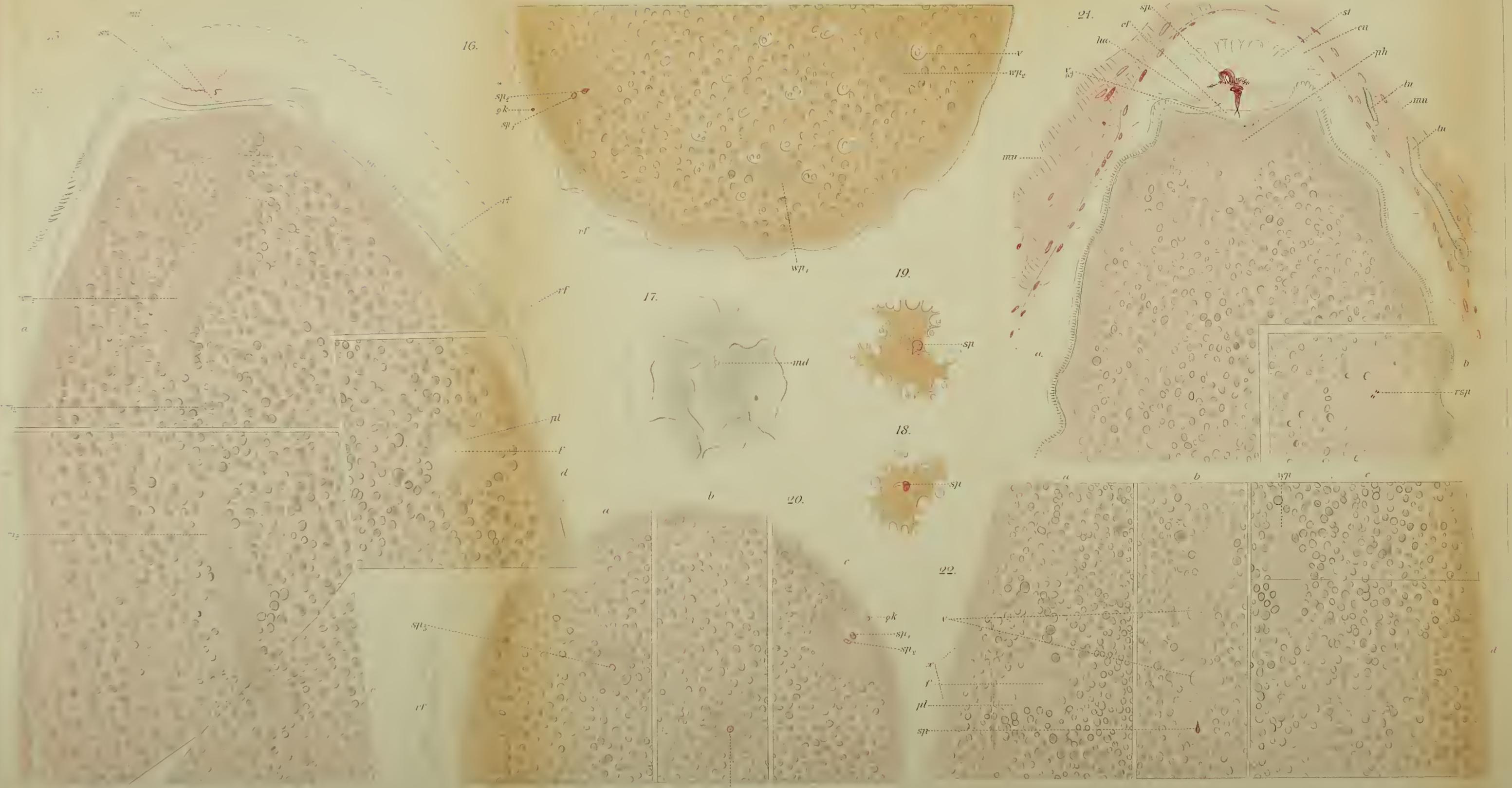
Fig. 34. Aus demselben Ei wie Fig. 31.

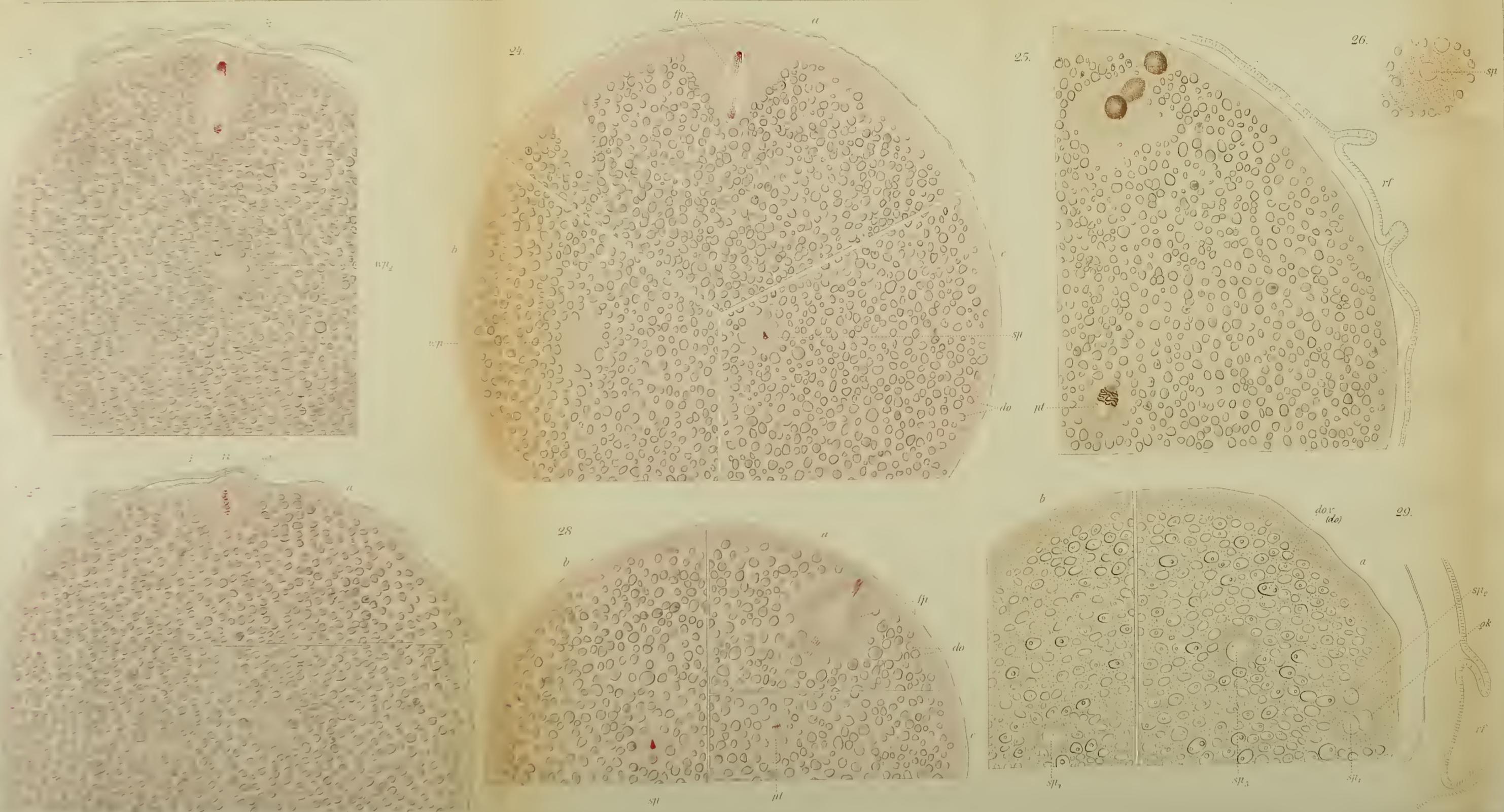
Fig. 35. Dotterzellen eines etwa 20 Minuten nach der Ablage konservierten Eies in beginnender Theilung. a. b.

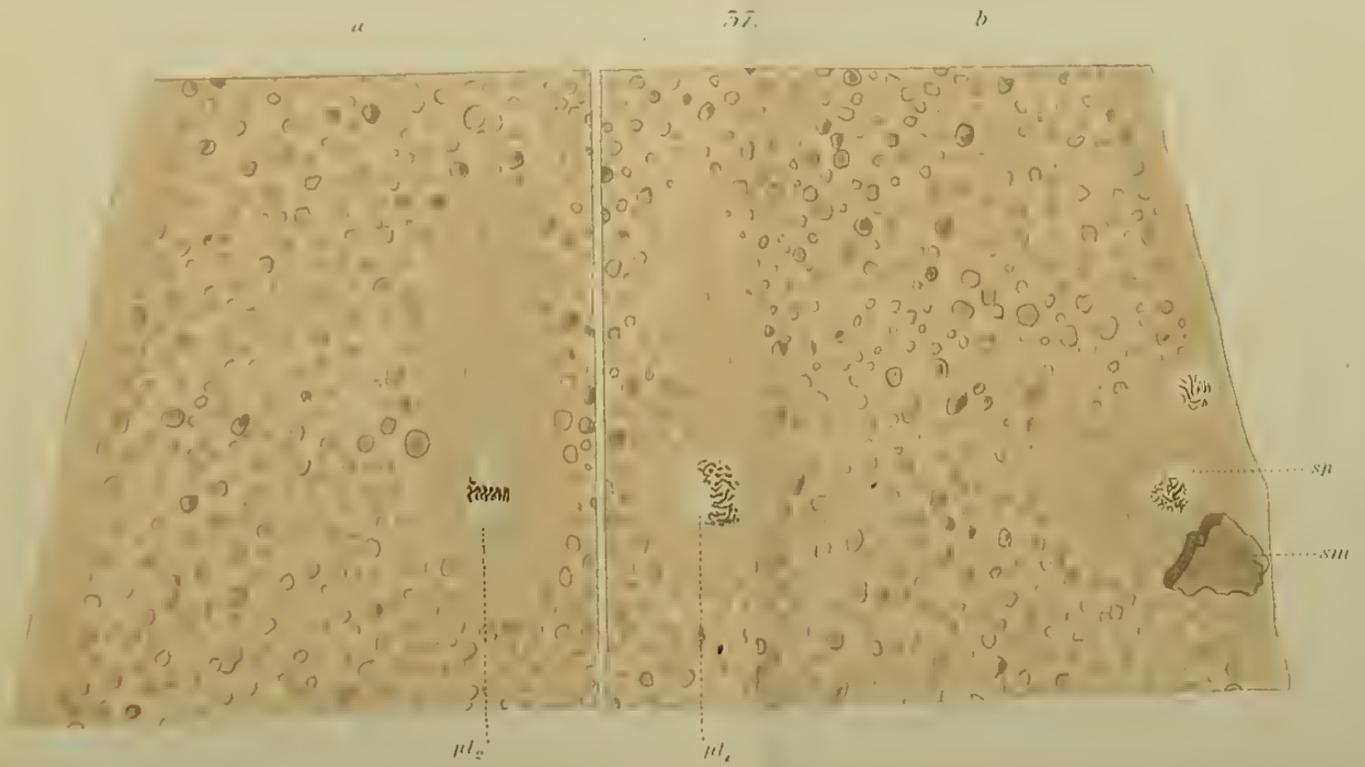
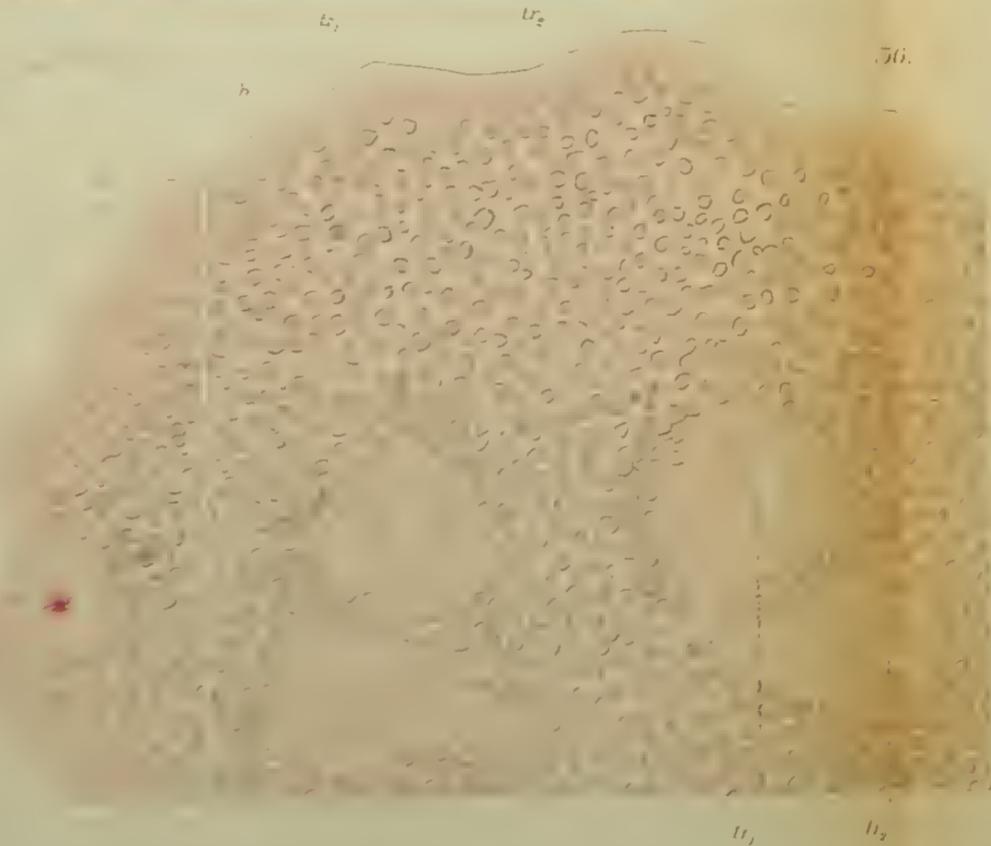
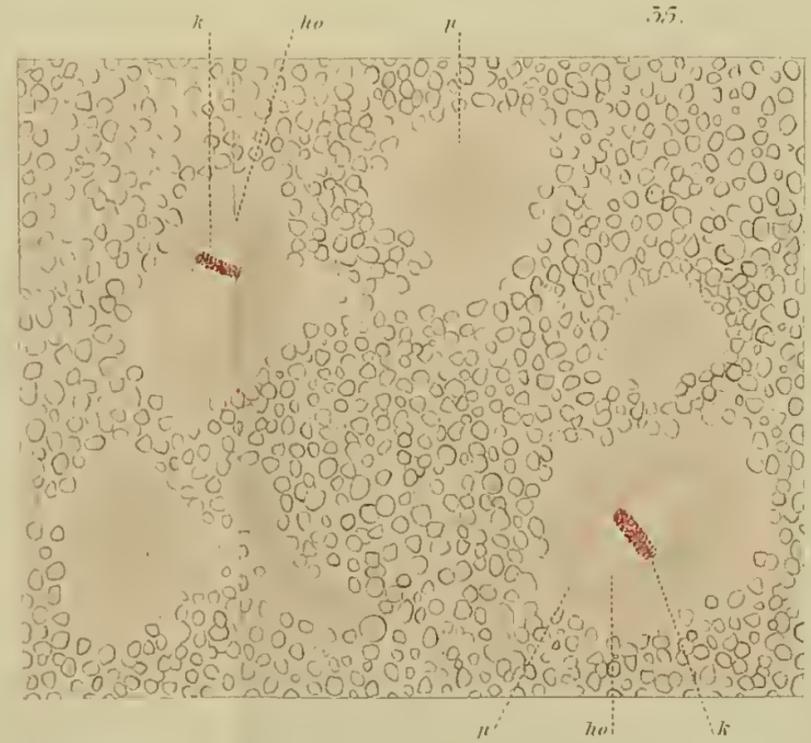
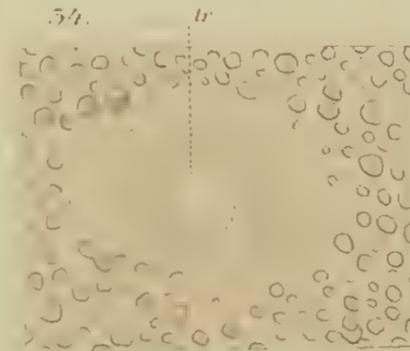
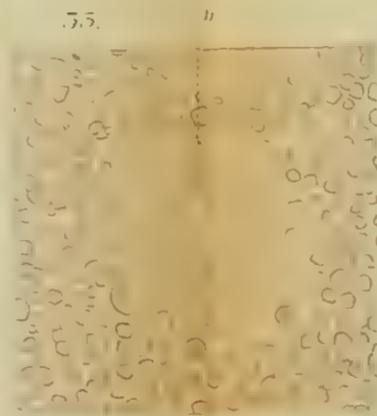
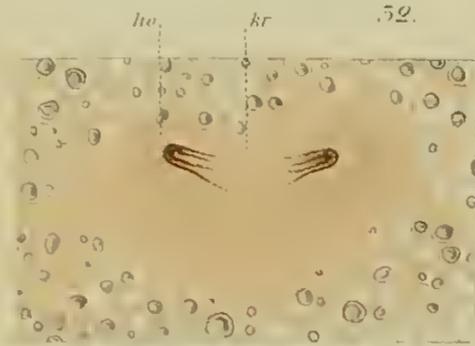
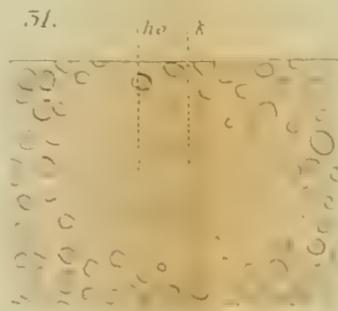
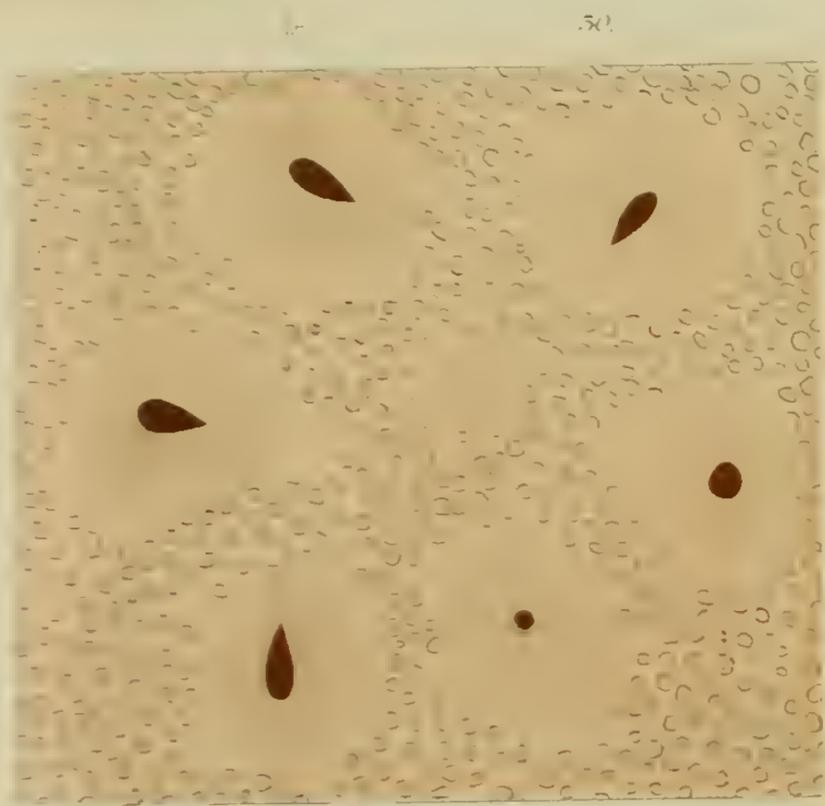
Fig. 36. Querschnitte eines 20 Minuten nach der Ablage konservierten Eies. *a* enthält den Reservekern, *b* mehr aus der Mitte des Eies. *tr*₂ ist von dem benachbarten Schnitte hier eingetragen. Vergl. circa 415.

Fig. 37. Längsschnitte aus einem weniger als $\frac{1}{2}$ Stunde (vgl. Erkl. zu Fig. 25) nach der Ablage konservierten Ei. *a*, Schnitt 19 von 53, *b* kombinirt aus Schnitt 30, 31, 32 von 53. Fl. C.-O.-E^b.









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Henking Hermann

Artikel/Article: [Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung 289-336](#)