

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten.

von

Dr. H. Henking,

Privatdocent und Assistent in Göttingen.

I. Das Ei von *Pieris brassicae* L., nebst Bemerkungen über Samen und Samenbildung.

Mit Tafel XXIV—XXVI.

Die vorliegende Abhandlung bildet den ersten Theil einer Reihe von Arbeiten, welche die Befruchtung und die ihr kurz voraufgehenden und unmittelbar nachfolgenden Veränderungen in den Eiern von Insekten aus den verschiedensten Ordnungen zum Gegenstande haben.

Bereits früher habe ich eine dem gleichen Gebiete angehörende Untersuchung (8) veröffentlicht. Ich war darin zu einer von der allgemein verbreiteten Auffassung so abweichenden Ansicht gelangt, dass ich mich selbst nicht davon befriedigt fühlen konnte. Um daher klar darüber zu werden, wo Wahrheit und wo Irrthum vorhanden sei, habe ich in größerem Maßstabe die Forschungen im Gebiete der frühesten Insektenembryologie wieder aufgenommen. Denn ich habe die Überzeugung gewonnen, dass ein sicheres Urtheil über die wesentlichen Vorgänge nur auf Grund eines möglichst reichen Materials gewonnen werden kann.

Einige, sich auf die Richtungkörper beziehende Mittheilungen habe ich bereits früher (9) veröffentlicht und habe ferner die wesentlichsten Punkte der vorliegenden Abhandlung in der Sektion für Zoologie auf der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Heidelberg am 19. September 1888 vorgetragen (vgl. Tageblatt etc.).

Die Benutzung der Litteratur ist in dieser Arbeit nicht eben reich ausgefallen, weil ich eine Besprechung der einschlägigen Arbeiten für den Schluss der Untersuchungsreihe aufsparen möchte.

Was die Untersuchungsmethoden anbetrifft, so bin ich in der gleichen Weise verfahren, wie bereits früher bei Musca (8). Ich habe weiter unten, unter den »Kritischen Bemerkungen«, genauer angegeben, in welcher Weise ich die Hitze auf die zur Untersuchung verwandten Eier habe einwirken lassen. Auch hier habe ich stets mit GRENACHER'S Boraxkarmin vorgefärbt, klebte dann aber die Schnitte mit P. MAYER'S Eiweißglycerin auf, wodurch es ermöglicht wurde, nachträglich noch die verschiedensten Färbeflüssigkeiten in Anwendung zu bringen. Es hat sich das von großem Nutzen erwiesen; denn wo ich über irgend eine Struktur nicht gleich ins Klare kommen konnte, habe ich so oft nachgefärbt, so oft nach vielfach wiederholter vorsichtiger Ablösung des Deckglases immer neue Färbeflüssigkeiten in Anwendung gebracht, dass schließlich auch dort ein klares Gebilde hervortrat, wo vorher ein Schleier die Gegenstände dem forschenden Blick zu verhüllen schien.

Für die Erkenntnis der chromatischen Körperchen habe ich besonders eine Nachfärbung mit der koncentrirten wässerigen Lösung von Bismarckbraun schätzen gelernt, für die Umgrenzung der achromatischen Theile eine Nachfärbung mit EHRLICH'S Hämatoxylin. Aber auch Saffranin, Dahlia, ORTH'S Lithionkarmin, CZOKOR'S Kochenillelösung, ferner die Heranziehung von Eosin und Pikrinsäure in Terpentinöl (nach einer mir von P. MAYER gütigst mitgetheilten Methode) haben mich wesentlich unterstützt. Für die Aufbewahrung der Schnitte scheint Xylolbalsam besonders empfehlenswerth zu sein.

Eines ist für die von mir benutzte Konservierungsmethode sehr charakteristisch, nämlich dass sie die zu gewissen Zeiten wohl vorhandene fädige Struktur in den achromatischen Kerntheilen völlig zerstört. Wo sonst bei Anwendung von Säuregemischen die bekannten Spindelfasern und dergleichen hervortreten, findet man hier stets ein gleichmäßiges, zuweilen körniges, schwach lichtbrechendes Maschenwerk mit helleren Zwischenräumen, mögen die Kerne sich in Ruhe oder in irgend einem Theilungsstadium befinden. Eine Ausnahme machen vielleicht nur die im Leibe des Thieres abgetödteten Eier. Auch von den Centrosomen in ihren frühesten Stadien bleibt nichts erhalten. Hoffentlich giebt die ja bereits angekündigte Arbeit von G. PLATNER über Liparis dispar in Betreff dieser Theile eine Auskunft.

Wenn ich demnach auch sehr bedauern muss, über die genannten Stücke nur spärliche Mittheilungen machen zu können, so glaube ich, dass mich das völlige Auslöschen der achromatischen Fadenstruktur erheblich in der Erkenntnis der auf das Chromatin bezüglichen Veränderungen gefördert hat. Wo ein achromatischer Bestandtheil in irgend

einer konsolidirten Form und mit einer specifischen Farbe ausgerüstet sich zu dem Gewirre der Chromatinkörper gesellt, muss er nothwendig den Einblick in deren Lebensgeschichte erschweren, während diese auch für sein Verständnis ein Hindernis bilden. Bei meiner Methode stört der achromatische Zelltheil niemals die sichere Erkenntnis der Veränderungen des Chromatins und gewährt eine größere Sicherheit in deren Beurtheilung.

Sehen wir ferner wie zu gewissen Zeiten die Chromatinsubstanz nur als dünner Überzug an sonst farblosen Körperchen auftritt, welche bei nderen Methoden vielleicht zu allen Zeiten in ihrer Gesamtheit färbbar bleiben, und sehen wir dann, dass jener dünne Überzug in gewissen Stadien regelmäßig an Masse zu-, in anderen wieder abnimmt, so haben wir damit unzweifelhafte Lebensäußerungen kennen gelernt, deren Erkenntnis wir jener überall gleichmäßig angewandten Methode zu verdanken haben dürften.

Die abgelegten Eier des Kohlweißlings findet man überall in Häufchen auf Kohlblättern, auf deren Grün sie durch ihre intensiv gelbe Färbung leicht bemerklich werden. Sie haben eine kegelförmige Gestalt und sind mit dem der Mikropyle gegenüber stehenden Pole an dem Blatte angeheftet. Dieser Pol ist durch die Anheftung abgeplattet (Fig. 17). Wird die untere Schalenfläche jedoch bei der Konservirung verletzt, so wölbt sich der untere Pol des Eies selbst oft beträchtlich hervor und veranlasst dadurch auch äußerlich eine große Ähnlichkeit mit einem Fliegenei (vgl. Fig. 16 hier mit Fig. A—C in [8] p. 344).

Das Ei ist von einem zarten Oolemm und einer derben chitinartigen Schale umgeben. Letztere ist durch hoch hervortretende Längs- und Querleisten in einzelne Felder zerlegt (Fig. 17), welche auf der Mikropylenfläche an Regelmäßigkeit verlieren. Auf der Sohlenfläche fehlen diese Leisten.

Außerdem ist das Ei noch von einem Drüsensekret umhüllt, welches sich von Leiste zu Leiste erstreckt (Fig. 3) und auf Schnitten als ein feines sich mit verschiedenen Farbstoffen färbendes Netzwerk leicht bemerklich wird. Es wird von Anhangsdrüsen des Geschlechtsapparates beim Legeakt abgesondert, fehlt den reifen Ovarialeiern völlig (Fig. 1), eben so dem im Uterus getödteten Ei (Fig. 4).

Wie die Eier beim Legen auf die Spitze gestellt werden, fließt das Sekret an ihnen herab und sammelt sich an der Basis in größerer Menge. Dadurch wird das Ei an dem Kohlblatt festgeklebt, das Sekret aber erhärtet zu einer etwas vorspringenden Scheibe (Fig. 17). Benach-

barte Eier können unten oder auch ziemlich weit herauf durch das Anfangs weiche aber bald erhärtende Sekret mit einander verklebt sein.

1. Über das Keimbläschen der Ovarialeier.

Bei einem jüngeren Ei aus dem Ovarium (Fig. 18) besitzt das Keimbläschen eine ovale Gestalt, doch ist es an der Außenseite bereits unregelmäßig gestaltet und mit kleinen Buchten versehen. Wenn es auch, besonders an der Innenseite scharf gegen den schmalen plasmatischen Hof abgesetzt ist, so habe ich doch keine Membran wahrnehmen können. Im Inneren besitzt das sonst homogene Keimbläschen einen deutlich gefärbten vacuolisirten rundlichen Keimfleck, außerdem noch eine Anzahl schwächer gefärbter Kügelchen in verschiedener Größe und in der Nähe des Keimfleckes noch einige dünne gebogene Fädchen, welche ebenfalls wahrnehmbar gefärbt sind. Ob sie mit einem spärlichen Netzwerke zusammenhängen, von dem man einige weite Maschen mit Mühe bemerken kann, vermag ich nicht anzugeben.

Ein Ei mit solchem Keimbläschen ist bereits sehr stark mit Dotterkörnchen gefüllt und nur am Rande und in der Umgebung des Keimbläschens bemerkt man ein wenig Plasma (Fig. 18). Aber es ist noch weit von der Reife entfernt; denn über ihm liegen noch die großen Nährzellen und stehen theilweise durch eine weite Öffnung oben mit dem Binnenraume des Eies in Verbindung, ganz in der gleichen Weise, wie ich es bei *Musca vomitoria* beschrieben und abgebildet habe. Auch hier sind die Kerne der Nährzellen ganz unregelmäßig eingebuchtet, bestehen bei der von mir angewandten Methode aus vielen dicht neben einander liegenden Kügelchen von etwa gleicher Größe und deutlicher, wenn auch nicht sehr intensiver, Färbbarkeit sowie aus einem dazwischen befindlichen Kernsaft. Offenbar gehen sie ihrer Auflösung entgegen. Das Plasma der Nährzellen ist ganz feinkörnig homogen gefärbt und ein Zapfen gleichen Plasmas ragt durch die erwähnte Öffnung in das Ei eine Strecke weit hinein (Fig. 18).

Ich habe nicht weiter verfolgt, wie sich ein solches in Fig 18 abgebildetes Keimbläschen allmählich in die erste Richtungsspindel umformt, da diese Frage hier augenblicklich weniger interessirt. Thatsache ist, dass in den älteren Eiern des Ovariums eine solche Spindel mehr oder weniger voll ausgebildet bereits vorliegt. Das Vorhandensein der Spindel in reifen Ovarialeiern ist bereits von BLOCHMANN (2) beobachtet worden. Allerdings ist mir eine so lang ausgezogene Spindelform, wie er sie in Taf. XXVI, Fig. 4 b abbildet, in welcher die Längsachse die Querachse um ein Vielfaches übertrifft, niemals zu Gesicht gekommen. Fig. 4 stellt eines der ältesten Eier des Ovariums dar. Man bemerkt

etwas unterhalb der animalen Spitze die rundliche Kernvacuole und in ihr einen parallel zur Eiperipherie gestellten Äquator deutlicher Chromatinstäbchen. Eine Vergleichung der bei derselben Vergrößerung gezeichneten Fig. 18 und 1 ergibt, welche erhebliche Reduktion gegen den Umfang des jüngeren Keimbläschens auch hier eingetreten ist.

Eines der frühesten aber bereits in Spindelgestalt vorliegenden Stadien des Eikernes zeigt in stärkerer Vergrößerung Fig. 20. Die bereits äquatorial gestellten Chromatinkörnchen sind nicht scharf von einander getrennt und mit etwas unregelmäßigen Kontouren versehen. Aber sie stehen schon in der für die Spindelbildung erforderlichen Stellung, parallel zur Hauptachse der Spindel. Der Breitendurchmesser der Spindel ist größer als der Längsdurchmesser.

Ebenfalls parallel zur Hauptachse verlaufend bemerkt man ziemlich derbe und unregelmäßige Züge einer feinkörnigen Substanz, wohl eine frühe Anlage achromatischer Spindelfasern. Da der Kernraum nicht durch eine Membran nach außen abgegrenzt ist, gewährt es häufig fast den Anschein, als ob das umgebende Plasma durch kleine Fortsätze mit der achromatischen Streifung in direkter Verbindung stände (Fig. 20).

In Fig. 23 ist die Polansicht der Chromatinplatte aus einem etwas älteren, d. h. in der Ovarialröhre dem Ausgange näher liegenden Ei dargestellt. Man zählt 14 Chromatinbrocken von ungleicher Gestalt und verschiedener Größe, wenn auch ein bestimmtes Mittelmaß ein deutliches Übergewicht hat. Die Chromatinstäbchen sind im Inneren etwas heller, eine Andeutung dafür, dass sie aus einem verschiedenartigen centralen und peripheren Theile bestehen. Die Stäbchen liegen in dem erwähnten hellen Kernraume, welcher von einem scheinbaren, feinkörnigen, schwachen Netzwerke durchzogen wird, eine polare Ansicht der in Fig. 20 seitlich gesehenen achromatischen Spindelsubstanz.

Betrachten wir ein Ei aus dem nächst älteren Eifache, wie es in Fig. 19 dargestellt ist, so erscheint hier der Kernraum deutlich tonnenförmig. Die Chromatinstäbchen haben noch die entsprechende Stellung wie in Fig. 20, aber sie sind deutlich individualisirt, dabei bemerkbar kleiner und hantelförmig in der Mitte eingeschnürt, ein Verhalten, von welchem ja in Fig. 20 und 23 bereits Andeutungen sich zeigten.

Eine bemerkenswerthe Veränderung bietet die achromatische Substanz. Aus der groben unregelmäßigen Faserung der Fig. 20 sind hier zahlreiche feine parallele Fäden geworden, welche nun das typische Bild einer achromatischen Spindelstreifung darbieten.

In Fig. 24 ist wiederum die Polansicht der chromatischen Äquatorialplatte gezeichnet. Die Chromatinstäbchen sind deutlich zweitheilig, etwa von gleicher Größe und im Ganzen etwas geringerem Volumen als

früher. Die Volumenabnahme scheint jedoch nicht auf Kosten der färbaren Substanz erfolgt zu sein, da es den Eindruck macht, als wenn mit der Verkleinerung der Körperchen ein etwas dunklerer Farbenton, besonders der mittleren Partien, verbunden sei. Der helle Kernraum lässt Pünktchen einer etwas dunkleren Substanz erkennen, offenbar die Querschnitte der in Fig. 19 in Längsansicht abgebildeten achromatischen Fäden.

Aus dem nächst älteren Ei ist die Chromatinsubstanz, abermals in polarer Ansicht, in Fig. 22 abgebildet. Die einzelnen Chromatinstäbchen sind hier etwas weniger stark kontrahiert als in Fig. 24 und lassen im Inneren der kugelförmigen Abschnitte meist eine hellere Stelle erkennen. Es kommen hier also offenbar geringe Verschiedenheiten unter den Eiern vor; denn das auf Fig. 22 in der Richtung nach dem Ausgange folgende und in Fig. 24 in seiner Chromatinsubstanz abgebildete Ei zeigt wieder mehr die Verhältnisse der Fig. 24.

Zweierlei ist den Chromatinstäbchen dieser drei Figuren 21, 22, 24 gemeinsam, das ist erstens die Zweitheilung und zweitens die Zahl der Chromatinelemente. Die Stäbchen sind in der Mitte deutlich eingeschnürt und sehen aus wie je zwei in der Mitte durch einen dünneren Stiel verbundene Kügelchen. Aber von dieser Regel finden sich Ausnahmen: In Fig. 21 und 22 bei *a* ist nur ein einziges Kügelchen zu sehen, wogegen bei *a* in Fig. 24 ein Chromatinstäbchen die übrigen beträchtlich an Größe überragt. Und noch etwas Anderes fällt auf. Die Spindeln, wie deren in Fig. 19 und 20 abgebildet sind, zeigen immer eine zur Hauptachse der Spindel parallele Stellung, so dass man erwarten dürfte, bei polarer Ansicht, wie in Fig. 21, 22, 24 die Chromatinstäbchen je nur durch ein einfaches Pünktchen dargestellt zu finden, wofern dieselben nur aus zwei Kügelchen beständen. Statt dessen erscheinen die Stäbchen bei beiden Ansichten unter gleicher Gestalt, woraus der Schluss zu ziehen wäre, dass wir jedes Chromatinelement aus vier Kügelchen derartig aufgebaut uns denken müssen, dass jedes Kügelchen die Ecke eines kleinen Quadrates einnehme. Allerdings würde man da erwarten, eines solchen Quadrates auch einmal von der Fläche ansichtig zu werden und nicht nur von der Kante, wie es in den Figuren gewöhnlich erscheint. Aber man möge in Erwägung ziehen, dass bei der senkrechten Stellung der Chromatinelemente (Fig. 19 und 20) eine Flächenansicht derselben in den polaren Bildern (Fig. 21, 22, 24) gar nicht erhalten werden kann, während bei seitlicher Ansicht (Fig. 19 und 20) die einzelnen Elemente sich gegenseitig zu sehr verdecken und beschatten, um bei ihrer Kleinheit das gewünschte Bild oft deutlich zu sehen. Übrigens gelingt es bei guter Beleuchtung in der That mit völli-

ger Sicherheit derartig gestellte Chromatinelemente zu sehen, wie ich sie in Fig. 49 bei *s* dargestellt habe.

Dagegen würde in Fig. 21 und 22 bei *a* ein nur aus zwei Kügelchen gebildetes Stäbchen in polarer Ansicht vorliegen. Bei Veränderung des Focus erscheint und verschwindet es gleichzeitig mit den anderen Chromatinelementen, hat also die gleiche Tiefe wie diese. Andererseits könnte das Stäbchen *a* in Fig. 24 als die Diagonalansicht des quadratischen Chromatinelementes gedeutet werden, dadurch erhalten, dass das Quadrat dem Beschauer die eine Spitze zukehrt.

Was die Zahl der Chromatinelemente anbetrifft, so zähle ich in allen vier von der Polseite gesehenen Spindeln (Fig. 21—24) übereinstimmend vierzehn. Wir dürfen demnach diese Zahl wohl als typisch für die vorliegende Art ansehen. Ob wir allerdings in ihnen auch das gleiche Quantum an Chromatinsubstanz voraussetzen dürfen, ist eine andere Frage; denn in Fig. 23 erscheinen mehrere, in Fig. 21 und 22 (bei *a*) je eines und in Fig. 24 gar keines der chromatischen Elemente punktförmig. Da wir nun die Punkte als Vertikalbilder von Stäbchen aufzufassen haben, so ist klar, dass die Chromatinsubstanz in um so geringerer Menge bei gleicher Zahl vorhanden ist, je mehr einfache Stäbchen an Stelle von Doppelstäbchen gezählt werden. Die Gebilde sind aber zu klein, um darüber ein Urtheil abzugeben, ob nicht vielleicht einige andere Elemente auf Kosten der solchergestalt halbirten etwas voluminöser geworden sind.

2. Die ersten Kernveränderungen im abgelegten Ei.

Wenn ich auch wünschen möchte, in kleinsten Schritten die Weiterentwicklung des Eies zeigen zu können, so setzt doch die Beschaffung des Materials diesem Postulat gewisse Grenzen. Aber ich gebe mich der Hoffnung hin, dass man auch ohne völlige Verwirklichung dieses Ideals meiner Auffassung des nächstfolgenden in Fig. 25 abgebildeten Stadiums beipflichten wird.

Ein Theil des Kernraumes ist leider verdeckt. In dem freien Theile bemerkt man wiederum hantelförmige Körper in paralleler Anordnung, welche auch hier senkrecht gegen die Oberfläche des Eies sich erstrecken. Wir haben in den hantelförmigen Körpern offenbar die gleichen Gebilde vor uns, welche, z. B. in Fig. 49, die chromatische Äquatorialplatte ausmachen; aber die Körnchen sind hier durch Aufnahme oder Erzeugung einer hellen Substanz beträchtlich aufgequollen, so sehr, dass scheinbar nur der Saum einen feinkörnigen schwach gefärbten Kontour darstellt. Das Mittelstück der Hantel ist sehr gewachsen, nicht nur in die Länge, sondern auch in die Dicke. Da dieses Mittelstück

feingekörnt und deutlich gefärbt ist, gegen die Umgebung sich scharf absetzt, aber direkt und ohne eine Grenze in die Peripherie der Endkugelchen übergeht, so dürfen wir es seiner Substanz nach einstweilen wohl mit dem gefärbten Überzuge der Kugelchen identificiren. Dann ist aber klar, dass sich die Hauptmasse des Chromatins in dem Verbindungsstiele befindet.

Wie die ursprünglichen Chromatinelemente aus je zwei Stäbchen, und diese wieder aus je zwei mit einander verbundenen Kugelchen bestanden, so müssen wir annehmen, dass in jeder Hälfte der Hantelfigur (Fig. 25) der Abkömmling eines Stäbchens erblickt werden müsse. In einigen der Endkugelchen bemerkt man eine Querlinie oder wohl ein Pünktchen, letzteres vielleicht der optische Querschnitt einer den Innenraum durchziehenden Verbindungsfaser (Fig. 25 z).

Vielleicht ein wenig weiter vorgerückt ist die in Fig. 26 abgebildete Kernfigur. Sie stammt, eben so wie die Fig. 25 und auch die nächstfolgenden, aus einem Ei, welches ziemlich genau 40 Minuten nach der Ablage konservirt wurde. Fig. 26 bietet sonst die gleichen Verhältnisse wie Fig. 25. Man sieht, dass gegen Fig. 19 und die anderen jungen Kernspindeln das Volum beträchtlich zugenommen hat, und dass jetzt der Breitendurchmesser die Längsachse erheblich an Länge übertrifft. Von den chromatischen Elementen habe ich in Fig. 26 nur eine beschränkte Zahl eingezeichnet, wie sie bei einer gewissen Focus-einstellung zusammen hervortraten, um das Bild durch die darüber und darunter liegenden nicht zu verwirren.

Die chromatischen Elemente erscheinen auch hier unter der Gestalt langgestreckter Hanteln, wie in Fig. 25, nur mit dem Unterschiede, dass die chromatischen Verbindungsstäbe nicht mehr mit etwas verbreiterten Enden den Endknöpfen ansitzen, sondern dass die chromatische Substanz begonnen hat, von den Enden der Stäbe gewissermaßen nach der Mitte zusammen zu strömen, so dass dort eine geringe Verdickung sich einzustellen beginnt. Die Endknöpfe haben sich nicht verändert, bestehen zumeist aus einer farblosen Masse und lassen, wenn sie auch gewöhnlich in der in Fig. 26 gezeichneten Gestalt erscheinen, dennoch gelegentlich die Zusammensetzung aus zwei Kugelchen erkennen.

Es würde jedoch fehlerhaft sein, das Hervortreten zweier mit einander verbundener Kugelchen für das Wesentliche zu halten. Vielmehr drücken wir uns vielleicht besser so aus, dass wir den einheitlichen Begriff des Stäbchens festhalten, aber dabei bemerken, dass häufig, und besonders zu gewissen Zeiten, das Stäbchen etwas voluminösere Enden

erhält. Denn ich habe mich in dem Präparate, welches der Fig. 31 *a* und 31 *b* zu Grunde liegt, sowie in anderen gleichalterigen vergeblich bemüht, die Zusammensetzung der Stäbchen aus zwei Kügelchen festzustellen. Fig. 31 *a* und 31 *b* zeigt die beiderseitigen Stäbchengruppen einer Spindel wie Fig. 26, welche auf zwei Schnitte dadurch vertheilt sind, dass das Messer gerade zwischen ihnen hindurch ging. Hier sind die Stäbchen meist zu Kugeln aufgedunsen, sind also durchaus einheitliche Gebilde. An einem anderen Präparate trat sogar unverkennbar hervor, dass mehrere der neben einander liegenden Kugeln zu einem gestreckten Stabe verschmolzen waren.

Mit den hellen Kugeln sind in Fig. 31 beiderseits die chromatischen Verbindungsstücke vereinigt geblieben. Man sieht von oben darauf und erscheinen sie demnach als intensiv gefärbte Punkte oder Stäbe, welche an den hellen Kugeln enden. Verwirrender ist natürlich das Bild in solchen Präparaten, durch welche das Messer in schräger Richtung hindurchging, besonders wenn auch die hellen Kugeln nicht in einer Höhe zu liegen scheinen (vgl. Fig. 25). Fig. 31 ist auch in so fern günstig, als sie über die Zahl der Elemente in jeder Kernhälfte Auskunft gewährt. Zwar habe ich bei der Gruppe *z* eine Zeit lang geschwankt, ob eigentlich dort zwei oder drei Kügelchen vorhanden seien; doch glaube ich mich überzeugt zu haben, dass es drei sind, so dass sich damit die Zahl vierzehn wieder ergeben würde, eine Zahl, welche ja bei Halbierung der ursprünglichen Chromatinelemente zu erwarten war.

Eine etwas weitere Ausbildung der Spindel zeigt Fig. 27. Es ist nämlich die chromatische Substanz der Verbindungsstücke noch stärker nach deren Mitte geströmt, so dass es stellenweise bereits schwierig resp. unmöglich ist, die Verbindung mit den beiderseitigen Stäbchen zu bemerken. Die Stäbchen erscheinen hier in diesem Präparat mehrfach als aus zwei Kügelchen bestehend, welche mehr oder weniger schräg gegen die Erstreckung der Verbindungsstücke gerichtet sind. Jedoch ist es bei einer derartigen Seitenansicht schwer zu entscheiden, ob zwei neben einander liegende Kügelchen wirklich zusammengehören, oder ob nicht das eine nur etwas tiefer liegt und als selbständig angesehen werden sollte.

Während die bisher betrachteten Spindeln aus einer Anzahl Eier herkommen, welche gemeinschaftlich etwa 40 Minuten nach der Ablage konservirt wurden, so dass also die in Fig. 25—27, 31 dargestellten Veränderungen eine Zeit beanspruchen, welche während der Ablage von sechs Eiern verstreicht, bieten etwa 15 Minuten nach der

Ablage konservirte Eier Bilder, wie ich sie in Fig. 28 und 30 wiedergeben versucht habe.

Wir finden jetzt drei Zonen von Chromatinkörnern (1, 2, 3) und können dieselben ohne Schwierigkeit mit dem letzten Stadium (Fig. 27) in Einklang bringen, indem wir sagen, die chromatische Zone 1 und 3 entspricht den beiderseitigen Kügelchen, die Mittelzone 2 dagegen dem chromatischen Mittelstück der Fig. 27 (und vorhergehenden), welches dadurch zur Kugelform gelangte, dass das begonnene Fortströmen der Substanz des Mittelstückes vom Rande nach der Mitte zu sich bis zum äußersten fortsetzte. Auf die Weise vereinigte sich die Substanz der ursprünglich stabförmigen Verbindungsstücke je zu einer in der Mitte gelegenen Kugel. Wenn die Kugeln der Fig. 30 (2) nicht in einer Ebene zu liegen scheinen, wie es deutlicher z. B. bei Fig. 28 der Fall ist, so hat das seinen Grund einerseits darin, dass die Ebene nicht genau senkrecht getroffen ist, so dass die tieferen Körnchen seitlich zum Vorschein kommen, andererseits aber auch darin, dass die Kügelchen in der That durchaus nicht immer so genau liegen, wie es das Schema verlangt, wobei es gleichgültig ist, ob diese kleinen Unregelmäßigkeiten etwas Natürliches oder Kunstprodukte sind. Sind es Kunstprodukte, dann kann der Zwang, der die Kügelchen etwa genau in der gleichen Ebene fesselt, kein sehr großer sein.

Der helle Kernraum ist in den Stadien der Fig. 25—28, 30, 31 ganz in der gleichen Weise von einem ganz feinen Netzwerke erfüllt, dessen Knotenpunkte bei guter Beleuchtung als etwas verdickte Pünktchen und Stäbchen von höchst geringer Lichtbrechung gesehen werden. In den älteren Stadien, z. B. Fig. 27, macht sich in der äquatorialen Region eine geringe Trübung geltend, welche in Fig. 28 und 30 mit einer deutlichen Einbuchtung des Kernraumes vom Rande her in der Verlängerung der Mittelplatte (Fig. 28 2 und 30 2) den Anschein erweckt, als fände dort ein Einströmen von geringen Mengen von Plasma aus der Umgebung statt.

Einen Übergang von diesen Stadien zu den demnächst zu beschreibenden bildet vielleicht Fig. 29. Die hier abgebildete Theilungsfigur stammt aus einem Ei, welches nach der Befruchtung noch längere Zeit im Uterus des Thieres verweilte und dort die Entwicklung begann. Es mochten wohl 45 Minuten vergangen sein, ehe ich ein im Freien während der Ablage eingefangenes Weibchen zu Hause abtöden konnte. — Ich bilde das Stadium besonders aus dem Grunde hier ab, weil es außer den beiden aus einander gewichenen Gruppen von Chromatinkörnern in der Mitte die chromatische Äquatorialplatte erkennen lässt, welche letztere nicht mehr aus einzelnen Kugeln besteht, sondern aus einer

Schicht feinsten Körnchen. Nur ganz links scheint noch ein einzelnes Kügelchen bestehen geblieben zu sein. Ein Zerfall einer Kugel der Mittelzone ist ja auch in Fig. 28 (2) ganz rechts zu bemerken.

Im Übrigen weicht die Figur nicht erheblich von den bisher geschilderten und den nachfolgenden ab. Besonders deutlich tritt hervor, dass die Chromatinkörner in den beiden Gruppen sehr dicht gedrängt liegen, viel dichter als es bisher irgendwo erschienen ist. Der helle Hof im Bereich der ganzen Figur ist so sicher wie sonst nicht zu bemerken, nur die beiden Chromatingruppen sind von einem deutlichen Heiligenscheine umgeben. Sonst ist außer der äquatorialen Platte, einem in der Tiefe erscheinenden Streifen, sowie außer dem einsamen seitlichen Kügelchen und einer Art von Längsstreifung nichts zu erwähnen.

Es ist sicher, dass vorliegendes Ei nicht mit dem zur Konservierung benutzten heißen Wasser in Berührung gekommen ist, da es sich ja noch im Leibe des Schmetterlings befand. Man könnte deswegen meinen, dass hier die natürlichen Verhältnisse gewahrt seien, während die anderen Figuren nur als Kunstprodukte betrachtet werden müssten. Nun, ich beanspruche gar nichts Anderes als Kunstprodukte zu beschreiben, wie denn überhaupt meiner Meinung nach der lebende Inhalt organischer Zellen nicht anders als in künstlicher Umgestaltung konserviert werden kann. Ob aber die dichte oder die lockere Lagerung der Chromatinkörner mehr den natürlichen Lagebeziehungen entspricht, dürfte nicht ganz leicht zu entscheiden sein. Sollte wirklich die getrennte Stellung der Chromatinkörnchen in einer Quellung der Zwischensubstanz ihre Ursache finden, so kann ich derselben nur dankbar sein; denn nur dadurch würde alsdann die Erkenntnis der Beziehungen der Chromatinelemente möglich werden. Außerdem wäre die gegenseitige Lage der Elemente zu einander (vgl. Fig. 27) eine so gleichmäßige geblieben, gleichmäßig auch auf allen Präparaten unter einander (vgl. Fig. 26—28 etc.) (und dieselbe Gleichmäßigkeit wird sich bei sämtlichen späteren Stadien zeigen), dass man also, selbst eine Quellung angenommen, dieser nur den einzigen Vorwurf machen könnte, die achromatischen Elemente zerstört zu haben.

Von einem Centrosoma resp. einer plasmatischen Strahlung habe ich in allen bisher beschriebenen Stadien nichts bemerken können.

3. Veränderungen des Eikernes bis zur Abstoßung des ersten Richtungskörpers und des Thelyid¹.

Trat uns die Kernfigur bisher in annähernd rundlicher Form

¹ Die Erklärung des Ausdruckes erfolgt am Schluss der Arbeit.

entgegen, so hat sich das erheblich geändert in dem mir zunächst vorliegenden Stadium. Die Figur hat sich mehr gestreckt und hat im Gegensatz zu anderen Kerntheilungen eine scharf abgesetzte Hervorwölbung dort erhalten, wo sonst die Einschnürung zu sitzen pflegt (Fig. 32). Wenn ich auch hier wieder nicht die genauen Übergänge vorführen kann, so sehe ich doch die Kluft zwischen Fig. 28 und Fig. 32 nicht für so bedeutend an, dass sie eine einfache Überlegung nicht überbrücken könnte.

Es leuchtet sofort ein, dass die hauptsächliche Veränderung die achromatische Substanz betrifft, welche erheblich an Masse zugenommen hat, indem einerseits die Entfernung zwischen den chromatischen Hälften viel größer geworden ist (Fig. 32) und andererseits sich die beiden anderen Arme des nun durch die Figur gebildeten Kreuzes mit achromatischer Substanz angefüllt haben. Was kann wohl die Ursache dieses plötzlichen Wachstums und der Entstehung der sonderbaren Gestalt gewesen sein? Gegen Fig. 28 und 30 vermissen wir hier die bisher deutlich vorhandene Mittelplatte. In Fig. 28 und 30 (2) aus getrennten Kügelchen bestehend, in Fig. 29 zum größten Theil zu einer einheitlichen feinkörnigen Platte vereinigt, ist in Fig. 32 und den folgenden von derselben in der Regel durchaus nichts mehr zu bemerken. Feine Körnchen, welche gelegentlich am Rande der Figur und auch weiter im Inneren angetroffen werden und von mir auch in Fig. 32 z. B. angedeutet sind, haben meiner Meinung nach mit den Körnchen der Mittelplatte nichts zu schaffen: Sie sehen nach Größe, Gestalt und Färbung den Körnchen ähnlich, welche das umgebende Plasma reichlich erfüllen, und da letzteres durch keinerlei Membran von dem Kernraume abgegrenzt ist, so mögen sie aus dem zur Vermehrung der achromatischen Substanz verbrauchten Plasma übriggeblieben sein.

Schon eher mit der ursprünglichen Mittelplatte in Verbindung zu setzen sind größere Kügelchen, welche gelegentlich in dem Mittelraume, und zwar in der Region der Hauptachse und mit besonderer Vorliebe mehr der äußeren Chromatinplatte genähert ins Auge fallen, Kügelchen, wie ich deren eins nur in der Einzahl vorhandenes und durch besondere Größe auffallendes in der etwas älteren Fig. 34 eingezeichnet habe, während in Fig. 33 ein Beispiel mit einer besonders großen Zahl derselben vorgeführt wird. Solche Kügelchen stellen etwas Besonderes dar. Denn wenn derartige Gebilde von gleicher Homogenität, Färbung und Größe vereinzelt auch sonst in dem Randplasma vorkommen, so ist es doch auffallend, dass sie sich gelegentlich zu drei bis sechs Stück in der mittleren Region versammeln sollten. Sie mögen daher immerhin von der ursprünglichen Mittelplatte hergeleitet werden

können. Jedoch habe ich 14 Kügelchen, wie sie aus der Theilungsfigur erwartet werden müssten, niemals zählen können, und muss daher deren Auflösung annehmen. Zieht man vor, von einer feinen Vertheilung zu sprechen, so wird sich auch hiergegen wenig einwenden lassen. Hervorheben möchte ich jedoch, dass diese feine Vertheilung resp. Auflösung Hand in Hand geht mit dem Zuwachs der achromatischen Substanz. Was liegt näher, als beide Erscheinungen mit einander in Verbindung zu bringen?

Man könnte sagen, durch irgend eine unbekannte Ursache seien die beiden chromatischen Seitenplatten der Fig. 27 in einen abstoßenden Gegensatz zu der Mittelplatte gerathen, und diese gegenseitige Abstoßung bewirke nicht nur die Entfernung der Seitenplatten von einander, sondern auch die Komprimirung der ursprünglich spindelförmig gestalteten Mittelplattenelemente zur Kugelform, wie sie in Fig. 28 und 30 vorliegt. Die fortgesetzte Abstoßung habe ferner die Seitenplatten immer weiter getrennt, gleichzeitig aber auch bewirkt, dass die unter dem Kontakt der sich auflösenden Mittelplatte neu auftretende achromatische Substanz in ihrem Bestreben, sich den Seitenplatten fern zu halten, gezwungen sei, in der Richtung des Äquators auszuweichen, so weit die eigene Kohäsion und der Widerstand der begrenzenden Eitheile es gestatte. So sei das eigenthümliche Kreuz der Theilungsfigur entstanden. Dass gelegentlich Kügelchen der Mittelplatte, wie Krystalle in einer gesättigten Lösung, übrig bleiben können, verursacht keine erheblichen Schwierigkeiten.

Die Chromatinkugeln haben sich bisher nicht wesentlich verändert. In dem Stadium der Fig. 28 und 30 aus einer hellen Grundmasse bestehend, durch welche feine chromatische Kügelchen oder chromatische Netzwerke gleichmäßig ausgebreitet sind, ist in dem Stadium der Fig. 32 mit der inneren Platte keine bemerkbare Veränderung vorgegangen, während die Elemente der äußeren Platte eine gewisse Neigung, sich wieder zu einem kleineren Volumen zu kontrahiren, frühzeitiger erkennen lassen. Einige Präparate zeigen, dass auch die innere Platte später eine solche Kontraktion ihrer Theilstücke erleidet. Diese erscheinen dann bei einer gewissen Lage mehr stäbchenförmig und sind nicht mehr so regelmäßig angeordnet wie bisher (Fig. 32 oben).

Sehr bald ändert sich der Zustand wieder, und es tritt Dasjenige ein, was in Fig. 34 abgebildet ist. Im Inneren der Chromatinkörperchen hat sich wiederum mehr von der farblosen Grundmasse angehäuft und eine Aufblähung bewirkt. Aber auch so noch haben die Körper eine stäbchenförmige Gestalt, wie Fig. 34 a erkennen lässt. Links ist ein solches Stäbchen in seitlicher Ansicht, rechts von vorn gesehen

abgebildet. Die chromatische Substanz ist mit knötchenförmigen Verdickungen an der Peripherie der kleinen Walze angehäuft, außerdem aber bemerkte ich noch eine chromatische Achse in derselben, welche bei Ansicht von vorn natürlich nur als Punkt gesehen wird. Regelmäßig haben die Körperchen in dieser Ausbildung sich wiederum in einer Äquatorialebene aufgestellt, parallel zu der ursprünglichen. Damit ist äußerlich die Bereitschaft zu einer abermaligen Theilung angedeutet.

Bereits in dem Stadium der Fig. 32 ist in den die Chromatinkörner enthaltenden Armen des Kreuzes die Neigung zu erkennen, sich von dem Mittelstücke abzutrennen, indem die plasmatische Umgebung beiderseits an der Ursprungsstelle der Arme vom Mittelstück gewissermaßen einzuströmen beginnt. In dem Stadium der Fig. 34 ist die Abtrennung bereits ausgeführt, wenn auch hier und gelegentlich auf noch späteren Stadien (Fig. 36) eine etwas hellere Zone von dem ursprünglichen Zusammenhange Zeugnis ablegt.

Erst jetzt, wenn die beiderseitigen Chromatinmassen mit einer Portion der achromatischen Substanz sich abgetrennt haben, kann man von der vollendeten Bildung des ersten Richtungkörpers sprechen. Die nach außen gewandte nun abgeschnürte Portion stellt das erste Richtungskörperchen vor. Zwar deutet vielleicht eine sich über dem zukünftigen Richtungskörper in Fig. 32 einstellende Vertiefung wie eine alte Reminiscenz darauf hin, dass eigentlich ein Ausstoßen erforderlich sei; aber es kommt nicht dazu, und der Kern bleibt eine Strecke von der Peripherie entfernt im Plasma liegen.

Man ist gewohnt, bei der Kerntheilung die gesammte Masse des Mutterkernes in die Tochterkerne übergehen zu sehen, und auch bei der Bildung der Richtungskörper ist mir keine Angabe bekannt, dass ein bestimmter Theil aus der Spindelfigur für die Theilungsprodukte verloren gehe. Um so mehr muss es daher Verwunderung erregen, dass hier unzweifelhaft ein beträchtliches Stück der Spindel beseitigt wird. Es repräsentirt dieses Stück den Mitteltheil und die äquatorialen Arme des achromatischen Kreuzes. Ich erinnere aber daran, dass es nicht eigentliche Arme sind, dass wir es in ihnen vielmehr nur mit Schnitten durch eine flach gedrückte Scheibe zu thun haben.

Wie die beiden neugebildeten Kerne aus einander rücken, bleibt also in der Mitte zwischen ihnen die Scheibe achromatischer Substanz unbenutzt liegen (Fig. 34). Bildet die in sie eingezeichnete Kugel (Fig. 34) wirklich ein Stück der Verbindungsfasern, so würde daraus noch deutlicher werden, dass in der That die Substanz der Verbindungsfasern mit der achromatischen Scheibe entfernt ist. Jedenfalls lehrt der Augenschein, dass die achro-

atische Scheibe diejenige Region darstellt, welche in Fig. 28 und 30 von der Mittelplatte (2) eingenommen wurde. Der Befund ist unzweifelhaft. Wir werden von nun an bei allen nächsten Präparaten die beseitigte achromatische Scheibe als eine Insel im Randplasma wiederfinden. Außer dem gewöhnlichen chromatischen ersten Richtungskörper ist noch ein achromatischer abgeworfen.

4. Bildung des zweiten Richtungskörpers.

Wir haben die beiden durch Theilung entstandenen Kerne auf dem Stadium verlassen, dass die aufgeblähten Chromatinstäbchen sich wieder zu einer äquatorialen Platte zusammengefügt hatten. In welcher Weise die Spaltung der Chromatinstäbchen bei der nun rasch erfolgenden Theilung der beiden Tochterkerne besorgt wird, vermag ich nicht anzugeben, da ich von dem entscheidenden Stadium leider keine Präparate besitze. Jedoch dürften die Verhältnisse der soeben erst vollendeten Halbierung der Chromatinsubstanz noch einige Rückschlüsse auf den Vorgang der Theilung gestatten.

Die Theilung könnte in der Weise erfolgen, dass die Hälfte der Chromatinkörnchen ohne Weiteres nach der einen Seite, die andere Hälfte nach der entgegengesetzten in die Kernvacuole rückten. In dem Falle würde eine ganz unzweifelhafte Reduktionstheilung im Sinne WEISMANN'S vorliegen. Eine andere Möglichkeit ist die, dass die Chromatinstäbchen in zwei Hälften gespalten werden, so dass bei diesem Theilungsprocess jederseits die anfängliche Anzahl von Chromatinelementen angetroffen werden müssen, bei jenem anderen nur die Hälfte.

Wenn ich auch das Anfangsstadium der Theilung nicht bekommen habe, so glaube ich dennoch denjenigen Theilungsmodus annehmen zu sollen, welcher die Konstanz der Zahl sichert. Betrachtet man die ersten, also für vorliegenden Fall mütterlichen Figuren in Fig. 28, 30, 32, 34, so ersieht man daraus ohne Weiteres, dass die jederseits vorhandenen 14 Chromatinelemente derartig gruppirt sind, dass bei Seitenansicht und mittlerer Einstellung stets vier bis fünf Elemente deutlich gesehen werden. Ganz das Gleiche ist der Fall mit den Tochterkernen Fig. 35, 36. Außerdem sind die einzelnen Chromatinkörnchen in den Tochterkernen merklich kleiner als in den Mutterkernen, was bei einer einfachen Reduktionstheilung nicht anzunehmen wäre. Hinzu kommt, dass ich zwar nur selten eine Flächenansicht der noch mit den einzelnen Körnchen ausgerüsteten Tochterkerne gesehen habe und bei der meist vorhandenen dichten Lagerung derselben und ihrer Kleinheit über das Zahlenverhältnis auch mit den stärksten Vergrößerungen nicht ins Reine kommen konnte, aber dennoch in dem in Fig. 38 gezeichneten Falle eine ziemlich

sichere Angabe machen kann. Es stellt Fig. 38 den ♀ Pronucleus, nach Abgabe des zweiten Richtungskörperchen dar; es sind weit mehr als sieben der kleinen bläschenförmigen Chromatinelemente vorhanden, welche Zahl bei einfacher Reduktionstheilung erwartet werden müsste; ich habe deren etwa 14 gezählt.

Es dürfte demnach wohl das Einfachste sein, auch hier eine Theilung der einzelnen Chromatinelemente anzunehmen. Wird vorausgesetzt, dass dieselben in dem Mutterkerne sämtlich die kurz stäbchenförmige Gestalt haben, wie sie in Fig. 34 *a* gezeichnet ist, so folgt aus der Betrachtung von Fig. 34, dass die Stäbchen alle parallel zu der demnächstigen Theilungsebene stehen und dass also alle Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass eine Längstheilung der Elemente stattfindet. Wir würden demnach auch öfter in den Tochterkernen schmale und dabei verhältnismäßig lange Stäbchen zu sehen erwarten müssen. Ich habe aber Derartiges nie bemerkt, woraus folgen würde, dass die Mutterelemente nur selten wirklich stäbchenförmig sind, sondern meist mehr kugelig (Fig. 34, 37) und ferner, dass auch bei gestreckten Theilhälften diese zur Kugelform sich abzurunden streben.

Wenn die z. B. in Fig. 34 abgebildeten Chromatinelemente sich theilen und dabei aus einander rücken, so erhellt, dass die Theilstücke Anfangs eine verhältnismäßig weitläufige Lagerung haben werden. Dieselbe ist in dem sich theilenden Richtungskörperchen der Fig. 35 noch erhalten. Sind die Hälften weiter aus einander gerückt (Fig. 36) so haben sich auch die Chromatinkügelchen dichter zusammengeschlossen.

Es ist mir aufgefallen, dass bei der Theilung der inneren Chromatinhälfte die einzelnen Chromatinkügelchen sich frühzeitiger zusammenzuschließen scheinen als die der äußeren, des ersten Richtungskörpers, ein Verhältnis, welches auch in Fig. 35 hervortritt. Man könnte die abweichenden Druckverhältnisse nach der Eimitte zu dafür verantwortlich machen wollen oder auch sagen, die der Oberfläche näher liegenden Abschnitte seien eher quellenden Einflüssen ausgesetzt. Wie dem nun auch sei, sobald die einzelnen neugebildeten Kerne sich weiter von einander entfernt haben und somit mehr selbständig geworden sind (Fig. 36), ist kaum ein Unterschied zwischen äußeren und inneren Kernen wahrzunehmen, sei es, dass die Druck- oder Quellungsursachen ihre Kraft verloren haben, oder sei es, dass die gegenseitige Anziehungskraft der Chromatinkügelchen eine größere geworden ist.

Wie geht aber die Theilung der Tochterkerne vor sich? In Fig. 35 sind im ersten Richtungskörperchen zwischen den aus einander gerückten Chromatinkügelchen und besonders in der Nähe derselben zarte

Andeutungen des von ihnen zurückgelegten Weges vorhanden. Auch in der Äquatorialebene ist eine allerdings nur so zarte Andeutung einer Kernplatte zu bemerken, dass es schwer zu sagen ist, durch welche Struktur eigentlich der Eindruck der Kernplatte hervorgerufen wird. Bei dem inneren Kerne sind diese Verhältnisse vielleicht noch etwas undeutlicher. Jedenfalls fällt Eines ohne Weiteres auf, dass die Abtrennung des ersten Richtungskörperchens unter ganz anderen Erscheinungen vor sich ging, unter Abwerfung eines ursprünglich ganz evident chromatischen Kerntheiles, der Mittelplatte (Fig. 27), welche ich später mit der starken ringförmigen Vorwölbung von achromatischer Substanz in Verbindung gebracht habe (Fig. 32). Eine derartige Vorwölbung der hier sonst ganz ähnlich gebauten achromatischen Substanz und im Gefolge davon ein Substanzverlust tritt bei dieser Theilung nicht ein.

Die Theilung des ersten Richtungskörpers und die Abtrennung des zweiten vollzieht sich ganz in der gleichen Weise. Alle die vier jungen Kerne entstehen, indem die sämtlich parallel gestellten chromatischen Äquatorialplatten, umgeben von einem kugeligen oder ovalen Hofe von achromatischer Substanz, geradlinig aus einander rücken und durch dazwischen einströmendes Eiplasma getrennt werden. Es mag sein, dass die oben erwähnte nur schattenhaft angedeutete Kernplatte dem eindringenden Plasma den Weg bahnt.

In Fig. 36 sind die einzelnen Kernterritorien bereits deutlich von einander abgegrenzt. Wir haben also in dem am meisten nach innen gewandten Kerne den weiblichen Pronucleus vor uns, in dem darauf folgenden das zweite Richtungskörperchen. Weiter nach außen und durch das sich quer vorlagernde Thelyid davon getrennt, liegen hinter einander die beiden aus der Theilung des ersten Richtungskörpers entstandenen Kerne.

Eine Kerntheilung hat naturgemäß eine Ortsveränderung zur Voraussetzung. Es weichen beide Tochterkerne zunächst von der Äquatorialebene des Mutterkernes gleichmäßig zurück. Es fragt sich, wann wird die angefangene Bewegung ihr Ende erreichen? Die Theilstücke des ersten Richtungskörpers legen keinen großen Weg zurück. Besonders der innere der beiden Kerne scheint nur so weit von der mütterlichen Äquatorialebene fortzurücken, als er zu seiner Individualisirung nöthig hat. Sein Weg würde ihn auf das Thelyid losführen (Fig. 34, 35), aber er erreicht es nicht und macht eine Strecke davor Halt. Der äußere der beiden Kerne rückt ebenfalls zunächst nicht weit vor und bleibt eine Strecke von der Peripherie liegen.

Das zweite Richtungskörperchen vollzieht scheinbar eine geringe

Pendelbewegung. Zunächst auf dem Marsche nach der achromatischen Scheibe begriffen (Fig. 35), findet man es später (Fig. 36, 39) in entgegengesetzter Richtung vorgerückt. Vorgreifend will ich mittheilen, dass es alsbald aber wieder zu der ersten Bewegung zurückkehrt und, dem Rande zustrebend, sich zu den übrigen Richtungskörpern gesellt.

Stets die gleiche Richtung behält der ♀ Pronucleus bei und begibt sich geraden Weges tiefer in das Eiinnere hinein. Was erleidet er aber hierbei für Veränderungen? Haben wir bisher eine völlige Übereinstimmung in der Entstehung und Ausbildung der vier Kerne feststellen können, so gilt das nicht minder für die nun eintretenden Veränderungen.

In dem Stadium der Fig. 36 sind die Chromatinkörnchen noch äquatorial angeordnet, in andern Präparaten erscheinen die Äquatorialplatten alsdann wie gelockert und verbreitert und wenn mir auch hier wieder der allmähliche Übergang zu Fig. 39 fehlt, so glaube ich doch die Entstehung der hier in den Kernen befindlichen chromatischen Netzwerke aus dem Bau des Netzwerkes selber zu lesen.

Betrachtet man z. B. den ♀ Pronucleus (Fig. 39), so lassen sich in dem im Allgemeinen recht gleichmäßigen chromatischen Netzwerke hier und da nicht nur stärker gefärbte Punkte und Linien, sondern auch kreisförmige Bezirke erkennen. In solchen kreisförmig erscheinenden Bezirken glaube ich die ursprünglichen Chromatinkügelchen erblicken zu sollen, welche nach außen hin zackig geworden sind, dann Ausläufer aussandten. Durch deren Verflechtung kam das chromatische Netzwerk zu Stande. — Die übrigen drei Kerne zeigen den gleichen Bau, nur sind die Theilstücke des ersten Richtungskörpers weniger deutlich, der äußere besonders schwer zu erkennen.

Eines fällt an den Kernen noch auf, nämlich dass der helle Hof, welcher früher die chromatische Äquatorialplatte umgab (Fig. 34—36 etc.), hier völlig geschwunden ist. Die Kerne sind kugelig, dabei ziemlich genau von derselben Größe wie ihre Jugendstadien (Fig. 36), so dass wir die Veränderung wohl dahin erklären können, dass die Substanz der hellen Höfe hier einfach in das Innere der Chromatinkügelchen und zwischen deren Ausläufer aufgenommen sei.

Von den hellen nicht schärfer abgegrenzten Höfen ist allein das Thelyid zwischen erstem und zweiten Richtungskörper übrig geblieben. Es liegt völlig frei, ohne irgend eine Verbindung mit den Kernen. Auffällig ist es, dass die Scheibe nicht genau senkrecht steht, sondern mit der linken unteren Hälfte stärker nach dem Rande zu gebogen ist (Fig. 34, 35, 36, 39). Hierdurch mag es wohl kommen, dass sie auf der nach

außen gewandten Seite ziemlich stark eingebuchtet ist. Von irgend welchen größeren Kugelchen habe ich jetzt nie mehr etwas darin bemerken können.

5. Über reife Spermatozoen im Hoden.

Durch die Untersuchungen von LA VALETTE (13), PLATNER (11, 12) u. A. ist festgestellt, dass durch Aufknäuelung und weitere Veränderung der Verbindungsfasern bei den letzten Theilungen der Hodenzellen der sog. Nebenkern entsteht, ein Gebilde, welches mit in die reifen Samenfäden übergeht. Auch bei Insekten (*Blatta germanica*) geht nach LA VALETTE aus dem Nebenkern das Zwischenstück zwischen Kopf und Faden hervor und die Zeichnungen BÜRSCHLI's (4) lassen direkt ersehen, dass der auf den Kernabschnitt folgende Theil des Insekten-spermatozoon größtentheils vom Nebenkern seine Entstehung nimmt (Taf. XL, XLI).

Wenn mir auch bei den Spermatozoen der Weißlinge die Ausbildung eines distinkten Zwischenstückes nicht bemerklich geworden ist, so kann ich doch dem Sinne nach die obigen Angaben für vorliegendes Objekt bestätigen. Auch hier habe ich bei Konservirung mit FLEMING'scher Flüssigkeit die Verbindungsfäden in den sich theilenden Spermatocyten in der bekannten Weise vorliegend gesehen, habe Stadien erhalten, wo nach vollendeter Theilung eine Art von Aufknäuelung erfolgte und späterhin ein Übergang zu einem mehr kompakten Körper. In den reifenden Spermatozoen, wie ich ein solches in Fig. 54 abgebildet habe, bemerkt man den Nebenkern *nb* als ein etwas in die Länge gestrecktes und von einer von Fäden durchzogenen Vacuole umgebenes dunkles Körperchen. Er liegt dicht hinter dem kugeligen Kerne *n*, ist durchzogen von dem Achsenfaden, welcher sich einerseits bis zu einer an der Basis der Zelle liegenden Vacuole *v*, andererseits bis in die dünne Endverlängerung der Samenzelle erstreckt. Außerdem sind in derselben noch andere Körperchen zu bemerken, welche wohl dem PLATNER'schen (11) kleinen Mitosoma (*m*), sowie dem Centrosoma etc. entsprechen mögen. Wenn bei der weiteren Ausbildung des Samenfadens die einzelnen Theile sich mehr in die Länge strecken, werden die Verhältnisse zwar immer undeutlicher, aber man kann sich doch der Auffassung nicht verschließen, dass der Anfangstheil vom Kerne, die nächste Strecke von den Abkömmlingen der Verbindungsfasern, speciell dem Nebenkern von BÜRSCHLI und LA VALETTE eingenommen werden.

Da ich die Eier des Schmetterlings durch Hitze konservirt hatte, war es geboten, in gleicher Weise auch die Spermatozoen und deren

Bildungszellen abzutödten, wenn ein Verständnis für die Veränderungen der Samenfäden im Ei gewonnen worden sollte.

So bietet Fig. 55 ein Stadium, welches dem in Fig. 54 abgebildeten etwa entspricht, da es nur wenig jünger ist. Der Schmetterling ist durch $\frac{1}{4}$ Minute währendes Eintauchen in kochendes Wasser abgetötet. Zur Kontrolle habe ich andere Thiere durch ein 4 Minute andauerndes Verweilen in Wasser von $70-72^{\circ}$ C. sterben lassen, ohne bemerkbare Abweichungen in den hier zu besprechenden Verhältnissen.

Man sieht in Fig. 55 den runden Kern *n* mit den randständigen, intensiv gefärbten Chromatinkügelchen, neben und hinter demselben einen hellen Fleck, den Nebenkern *nb*. Während dieser also durch Reduktion der Osmiumsäure in Fig. 54 dunkel hervortrat, nimmt in Fig. 55 der Nebenkern keinen färbenden Stoff auf und tritt dadurch in Gegensatz zu dem umgebenden gefärbten Plasma. Ob das kleine Mitosoma PLATNER'S hier mit dem Nebenkern verschmolzen ist, vermag ich nicht zu sagen; ich habe weder von ihm noch von einem Centrosoma oder sonstigen hervortretenden Kügelchen hier etwas sehen können. Der Nebenkern erschien gelegentlich mit ausgezackter Peripherie, ähnlich wie bei der Konservierung mit FLEMMING'Scher Flüssigkeit, und lag in dem Falle im Inneren einer Vacuole derartig, dass die Zacken den Außenrand berührten. Im Inneren war der Nebenkern fein punktirt resp. zart netzförmig gebaut.

Außer dem Nebenkern war noch der Achsenfaden als schwer sichtbarer Streifen mit gleichem Verlauf wie in Fig. 54 zu erkennen. Eine Vacuole an der Basis (Fig. 54 *v*) habe ich hier nicht gesehen, wohl aber bemerkt, dass mehrfach das Ende der Samenzelle feine Vacuolen enthielt.

Die Konservierung durch Hitze ist besonders dazu geeignet, einen Einblick in den weiteren Ausbau vorzüglich des chromatischen Theiles der Samenzelle zu gestatten. Zwar habe ich hier die einzelnen Etappen nicht in lückenloser Reihe verfolgt, jedoch tritt das Eine unschwer zu Gesichte, dass der Kern in den jüngeren Stadien aus einer hellen Blase besteht, an deren Peripherie die wenig zahlreichen Chromatinkörnchen mit besonderer Vorliebe angeheftet sind. So ist es auch noch, wenn die Samenzelle sich bereits zu beträchtlicher Länge gestreckt hat. Dann aber tritt offenbar eine reichliche Entwicklung von Chromatinsubstanz ein, wodurch das bis dahin helle Kernbläschen ganz angefüllt wird. Ein späteres Stadium habe ich in Fig. 53 abgebildet. Der ganz mit Chromatin angefüllte Kern ist an die Spitze des Samenfadens gerückt. Vor ihm bemerkt man nur noch ein helles Kügelchen, vielleicht das

Centrosoma und ein kurzes Verbindungsstück, welches ihn noch an der Wand des Samenkanälchens festhält. Der auf jüngeren Stadien annähernd kugelige Kern hat sich hier bereits gestreckt und vielfach eine cirkumflexartige Gestalt angenommen. Von diesem Stadium findet man alle Übergänge bis zu jenem, welches in Fig. 56 abgebildet ist. Wie die Streckung des ganzen Samenfadens mehr und mehr zunimmt, so geschieht ein Gleiches mit dem Kern. Meist sind die so nadelförmig gewordenen Kerne ziemlich gerade, oft aber auch der Länge nach zart wellenförmig gebogen. Stärker gestreckte Kerne als in Fig. 56 abgebildet sind, habe ich in den von mir geschnittenen Hoden nicht gefunden; doch mag die Dehnung immerhin später noch zunehmen.

Die Samenfäden sind bündelweise¹ vereinigt und dort, wo sie mit ihren Köpfen konvergiren, liegt eine große Zelle. Unter einander sind die Fäden durch eine Zwischensubstanz verklebt, welche so fest haftet, dass es an konservirten Hoden kaum je gelingt, sie von einander zu trennen. Macerirt man Schnitte des gefärbten Hoden mit Drittel-Alkohol und versucht durch Klopfen des Deckglases die Elemente zu trennen, so brechen die Bündel zwar leicht der Quere nach durch, dagegen wird nur selten ein Stück der Länge nach abgetrennt.

Die auf den Kerntheil folgenden Abschnitte des Samenfadens sind in dem Bündel wegen der geringen Färbungsdifferenz schwer von einander zu unterscheiden, jedoch glaube ich in gewissen Längsstreifen auf Stadien der Fig. 53 die Achsenfäden zu erkennen und in hellen Partien zu Seiten desselben die gestreckten Nebenkern. Noch undeutlicher ist das in den älteren Stadien der Fig. 56, hier fällt jedoch auf, dass sich ein besonderer Halstheil (*h*) klar abhebt, welcher jedoch dem Kopfe zugerechnet werden zu müssen scheint.

Eine erwünschte Ergänzung zu diesen von konservirten Samenfäden herrührenden Bildern geben die älteren Untersuchungen BÜRSCHLI'S (4) über die Spermatogenese bei Insekten an frischem Material. Vergleicht man die Abbildungen von BÜRSCHLI mit meinen Fig. 53, 55, 56, so tritt die große Übereinstimmung zwischen beiden hervor, jedoch ist es an den Abbildungen BÜRSCHLI'S noch augenfälliger, dass thatsächlich der auf den Kern folgende Abschnitt des Samenfadens vom Nebenkern eingenommen wird (Taf. XL, XLI).

Im Vas deferens trifft man die erwähnten Bündel von Samenfäden ebenfalls noch an und ist es sehr möglich, dass wir in ihnen echte Spermatophoren zu erblicken haben, welche solchergestalt in die weiblichen Geschlechtstheile befördert werden. Hier habe ich die Samen-

¹ Ein gleiches Verhalten giebt BÜRSCHLI (4) für *Hydrophilus piceus* und *Clythra octomaculata* an (p. 529).

fäden im Receptaculum seminis isolirt angetroffen, sie befinden sich in dem frisch präparirten Receptaculum in einer wogenden Bewegung. Ein rasch getrockneter und mit EHRlich's Hämatoxylin gefärbter Samenfadens eben daher ist von mir in gleicher Vergrößerung wie die übrigen Figuren der Taf. XXVI in Fig. 70 abgebildet. Nur das kernhaltige Ende ist mit der Camera lucida gezeichnet, das Übrige nach Abmessung mittels eines Fadens in willkürliche Schlingen gelegt.

Man erkennt an der stärkeren Färbung unschwer das vom Kerntheil (Fig 70 *n*) eingenommene Vorderende. In der Länge desselben kommen kleine Schwankungen vor. An günstigen Exemplaren ist zu bemerken, dass der Kern nicht der einzige Bestandtheil des Vorderendes ist, sondern dass derselbe als dünner stark gefärbter Faden von einer weniger intensiv gefärbten zarten Hülle umgeben ist, welche letztere wohl vom Protoplasma herrührt. Das Ende des Kerntheiles gegen den Faden hin ist meist unschwer aus der Färbungsdifferenz zu erkennen, in Fig. 70 ist die Grenze auch noch durch eine schärfere Biegung angedeutet.

Wie Fig. 70 zeigt, ist zwischen Kerntheil und Faden des Spermatozoon in Bezug auf Längsausdehnung ein ganz beträchtlicher Unterschied. Man sieht, dass gegen das Stadium der Fig. 56 weniger der Kern als der Faden eine Veränderung erlitten hat. Die Erstreckung des Nebenkernes ist an den mir vorliegenden reifen Samenfäden nicht zu sehen und aus Mangel an Material habe ich hierüber keine eingehenderen Untersuchungen anstellen können. Ich glaube aber, dass die bisherigen und die nachfolgenden Angaben auch ohne diesen Nachweis deutlich sein werden.

Der reife Samenfadens aus dem Receptaculum seminis ist von einer erstaunlichen Länge. Ich habe zwei derselben, welche mir vollständig zu sein schienen, bei der immer von mir angewandten Vergrößerung gezeichnet und ihre Länge mit einem Fadens bestimmt. Ich habe für den einen eine Erstreckung von nicht weniger als 90 cm festgestellt, für den anderen $82\frac{1}{2}$ cm. Das würde also eine wirkliche Länge von 1,216, resp. 1,115 mm für dieselben ergeben. Dabei sind die Fäden außerordentlich dünn; ich habe mich bemüht, in der Fig. 70 auch diese Dimensionen möglichst genau wiederzugeben.

6. Spermatozoen im Ei.

In der Mitte des oberen Polfeldes des Eikegels, wie immer an jenem Ende des Eies, welches bei der Ablage den Körper des Insektes zuletzt verlässt, befindet sich die Mikropyle (*m*) als eine einfache Durchbrechung der derben Eihülle an einer etwas eingesenkten und verdünnten Stelle

derselben (Fig. 3, 38, 57). Glatt zieht unter ihr das peripherische Eiplasma hin an sämtlichen, reifen wie unreifen, Ovarialeiern, so weit mir dieselben zu Gesicht gekommen sind. Anders an den frisch abgelegten Eiern. Übereinstimmend liegt bei ihnen ein heller, gegen das Plasma scharf abgesetzter, ziemlich großer, ovaler Raum unter der Mikropyle (Fig. 52, 71 *ef*). Ich erkenne in demselben eine gleiche Einrichtung, wie ich (8) sie im Ei der Schmeißfliege als *Empfängnisfleck* beschrieben habe. Dass genannter Fleck in der That eine Beziehung zu der Mikropyle haben muss, erhellt daraus, dass er nicht allein niemals eine andere Lagerung zu der Mikropyle einnimmt, sondern auch immer symmetrisch zu ihr steht. Selbst wenn Schrumpfungen das Volum des Eikörpers vermindert haben, verändert er nur selten seine Lage (Fig. 57). Er macht zuerst den Eindruck, als wenn er gar nichts enthielte; bei genauem Zusehen ist aber besonders in der Nähe der Basis eine ganz feine wolkeartige Trübung von schwacher Färbung zu erkennen, sowie an dem Oolemm unterhalb der Mikropyle geringfügige Sekretmassen von starker Lichtbrechung und unregelmäßig kugel- und fadenförmiger Gestalt (Fig. 52, 57, 71 *s*). Vielleicht haben dieselben zur Anlockung der Spermatozoen gedient, sind aber durch die Konservierung naturgemäß stark verändert.

Im Ei der Fliege hatte ich den *Empfängnisfleck* als jenen Ort betrachtet, an welchem die Spermatozoen in das Ei einzudringen pflegen. Auch hier möchte ich die gleiche Annahme machen. Zwar habe ich nicht, wie bei jenem anderen Objekt, direkt das Hineinragen der Samenfäden in den Raum des *Empfängnisflecks* beobachtet, aber die Lage der Samenfäden, z. B. in Fig. 52, lässt mich eigentlich nicht daran zweifeln, dass sie den *Empfängnisfleck* passiert haben müssen. Sollte Jemand jedoch die Annahme vorziehen, die Spermatozoen hätten sich am unteren Rande des Mikropylentrichters (Fig. 52, 57 *m*) mit kautschukartiger Elasticität umgebogen, seien dann zwischen Chorion und Oolemm hineingeglitten und hätten sich schließlich nach seitlichem Eindringen wieder derartig um den *Empfängnisfleck* gruppiert, dass sie nun den Anschein erweckten, als seien sie direkt durch den *Empfängnisfleck* gedrungen, so kann ich diese Annahme nicht widerlegen.

Was in Fig. 52 dargestellt ist, ist durchaus kein einmaliges Vorkommen. Allerdings sind die Fäden ganz ungemein schwer zu sehen, und erst ein vorzügliches WINKEL'Sches Ölsystem 1/20 hat mich zur Klarheit kommen lassen. Sie sind recht lang und dünn, nur selten auf einem Schnitt der ganzen Länge nach zu sehen, sondern meist nur stückweise, weil sie durch mehrere Schnitte sich erstrecken. Außerdem färben sie sich nicht immer deutlich stärker als die Umgebung. Bei An-

wendung von EHRLICH'S Hämatoxylin und auch von Bismarckbraun habe ich sie verhältnismäßig recht deutlich bekommen.

In Fig. 52 habe ich sämtliche von mir in dem betreffenden Ei beobachtete Fäden eingezeichnet. Sie sind jedoch in der Zeichnung zu deutlich und zu dick ausgefallen. Es ist Fig. 52 ein kombiniertes Bild, wie es sich mir nach langem Studium der betreffenden Schnitte des Präparates ergeben hat. Zur Erklärung bemerke ich noch, dass die vor dem Empfängnisfleck (*ef*) liegenden und heller gezeichneten Stücke der Samenfäden 1, 2, 4, 6 durchaus nicht als im Inneren des Fleckes befindlich gedacht werden müssen, sondern als außerhalb desselben. Sie sind aus Schnitten eingezeichnet, welche bereits jenseits der Ausdehnung des Empfängnisfleckes liegen. Direkt an die Grenze desselben reicht mit dem einen Ende nur der Faden 7.

Mehrfache Fäden habe ich in allen 6 in Frage kommenden jungen Eiern mehr oder weniger deutlich gesehen, außerdem in verschiedenen weiter entwickelten (Fig. 57), so dass an der Regelmäßigkeit des Vorkommens nicht gezweifelt werden kann. Betrachtet man die in gleichem Maßstabe gezeichneten Figuren 52 und 70, so kann man wohl zu der Vermuthung kommen, das Fadengewirr in Fig. 52 sei durch das Eindringen eines einzigen der langen Spermatozoen (Fig. 70) entstanden, indem dieses in der Umgebung des Empfängnisfleckes sich hin und her geschlängelt und dabei eventuell Stücke des Schwanzes verloren habe. Eine solche Erklärung hat etwas sehr Bestechendes und ich würde ihr auch sofort zustimmen, wenn nicht gewisse Unterschiede in der Färbbarkeit der Fäden vorhanden wären, Unterschiede, welche sehr wohl den Gedanken an mehrere Samenfadenköpfe aufkommen lassen können. Wie sich in weiteren Abhandlungen zeigen wird, ist aber das Eindringen mehrerer Samenfäden in das Ei eine bei Insekten sehr verbreitete Erscheinung, und da ich in einem Falle bei vorliegendem Objekte zwei männliche Pronuclei aufgefunden habe (Fig. 43), und auch in Fig. 57 *sp*₁ und *sp*₂, unzweifelhaft zwei Samenkerne vorliegen, so möchte ich es von vorn herein durchaus nicht als unmöglich ablehnen, dass die Fäden in Fig. 52 auf Rechnung mehrerer Spermatozoen zu setzen sind. Dabei wird natürlich die große Masse der Fäden dennoch von Schwanzstücken herrühren können.

Nimmt man das Eindringen mehrerer Samenfäden hier wenigstens als häufig an, so muss ich noch den Gedanken zurückweisen, als wenn in solchen Fällen ein pathologischer Zustand vorhanden wäre. Die Eier sind nicht etwa die Produkte einer langen Gefangenschaft, sondern sind im Freien abgelegt, von Schmetterlingen, die vorher eben so lustig

über das Kohlfeld geflogen waren, wie alle übrigen. Diese Schmetterlinge haben alsdann vor meinen Augen die Eier abgesetzt und die normale Weiterentwicklung der später konservirten Schwestereier würde die Annahme nicht gerechtfertigt erscheinen lassen, dass gerade diese hier krank gewesen seien.

Mag man nun die in Fig. 52 gezeichneten Fäden für je ein selbständiges Spermatozoon halten oder nur für Schwanzstücke eines einzigen, stets beginnt einer der Fäden alsbald sich vor allen übrigen auszuzeichnen und sich als Kerntheil eines Samenfadens deutlich zu dokumentiren. Er verkürzt sich dabei vielleicht etwas und nimmt an Intensität der Färbung zu. In Fig. 57 habe ich darzustellen versucht, wie sich nun der Kerntheil sp_1 von den anderen Fäden sf unterscheidet. Einen zweiten Kerntheil haben wir wohl bei sp_2 vor uns, hier tritt aber die Fadenform wegen der ungünstigen Lage nicht direkt hervor, sondern nur ein gefärbter Punkt, der sich bei Focusänderung seitlich verschiebt.

7. Veränderungen des einen ausgezeichneten Spermatozoon bis zu seiner Copulation mit dem Eikern.

Wir haben soeben gesehen, dass ein Samenfaden sich bald durch größere Deutlichkeit und stärkere Färbung vor den übrigen auszeichnen beginnt. Ob derselbe bereits von Anfang an hierzu prädestinirt war, vermag ich nicht anzugeben. Polyspermie vorausgesetzt, so ist die Eispitze mit den regellos daliegenden und vielfach gekrümmten Spermatozoen ein schlechter Ort, um feinere Unterschiede an ihnen festzustellen.

Der erwähnte Samenfaden fällt bereits deutlich auf, wenn er nur wenig unter die Grenze der randständigen Plasmazone des Eies eingedrungen ist. In Fig. 3, 57, 58, 63 finden sich die entsprechenden Bilder. Besonders lehrreich ist Fig. 58. Man bemerkt hier, dass an dem Spermatozoon zwei Abschnitte zu unterscheiden sind, ein stärker gefärbter fadenförmiger Kopftheil (c) und dahinter ein viel undeutlicherer Faden (a). Etwa an der Stelle, wo beide in einander übergehen, liegt ferner eine deutliche helle Stelle im Plasma (h) und es scheint, als befände sich in ihr noch ein kleines Körperchen. Das Ganze wird mitten von dem Faden des Spermatozoon durchbohrt. Während letzteres sonst direkt vom Plasma begrenzt wird, findet sich also etwa an der Grenze von Kopf und Faden ein Häufchen anders aussehender Substanz, und dieses Häufchen ist noch dadurch ausgezeichnet, dass in der Plasma-Umgebung eine schwache Strahlung selbiges zum Mittelpunkte nimmt. Auch in Fig. 57 ist bei h das gleiche helle Fleckchen am Ende des Kopftheiles des Spermatozoon (sp) zu sehen. Den Faden habe ich hier nicht deutlich

gesehen, da derselbe bei der Richtung des Spermatozoon nicht mit auf demselben Schnitte liegen kann und ohne Verbindung mit dem deutlich gefärbten Kopftheil nur sehr schwer zu erkennen ist.

Der helle Hof (*h*) am Ende vom Faden, welchen ich das Arrhenoid¹ nennen möchte, ist Anfangs recht klein (Fig. 57), wie er ja ursprünglich ganz fehlte (Fig. 52). Dann nimmt er an Größe zu (Fig. 63). Es zeigt Fig. 63, dass er nicht einseitig am Samenfadens auftritt, sondern allseitig.

Hatte das Spermatozoon Anfangs noch seine gestreckte Gestalt (Fig. 57, 58), so ändert sich das, während es weiter in die Tiefe dringt. Wenn ich von einem Eindringen spreche, so muss ich dazu bemerken, dass dasselbe von der gewöhnlichen Bewegungsart des Spermatozoon sehr verschieden ist. Für gewöhnlich geht es, durch eine unbekannte Kraft zu schlängelnden Bewegungen befähigt, mit dem Kopfe voran. Dagegen gleicht es jetzt einem todten Wesen, die eben beschriebene Bewegungsweise hat völlig aufgehört. Die Führerrolle ist vom Kopfe des Spermatozoon auf das Arrhenoid, jenen hellen Fleck an der Grenze von Kopf und Faden, übergegangen, welchen wir erst vor Kurzem haben auftreten sehen. Wodurch die Fortbewegung dieses hellen Körperchens veranlasst wird und worin sie besteht, vermag ich nicht anzugeben. Es ist nur das Eine unverkennbar, dass in der bekannten Plasmawolke, welche die Bahn des Samenfadens anzuzeigen pflegt, von der Substanz des Samenfadens stets das helle Körperchen den tiefsten Punkt inne hat (Fig. 4—6).

Die übrige Substanz des Samenfadens wird gewissermaßen nur mitgeschleift. Es findet das besonders dadurch eine sehr gute Illustration, dass das Spermatozoon an der Stelle, wo der helle Fleck sich befindet, bei dem tieferen Eindringen ins Ei eine Knickung erfährt, wie ein Halm sich knickt, der von dem Buge eines Kahnens mitgeführt wird. Es stellen Fig. 59, 60 und 61 derartig gebrochene Spermatozoen dar. Eine Ausnahme hiervon habe ich nie bemerkt. Die Knickung ist nun aber durchaus nicht gleich für das chromatische und das achromatische Ende des Samenfadens, sondern stets so, dass der etwas gekrümmte Kopf in der Richtung der Plasmawolke sich erstreckt (Fig. 5, 6), während der Faden hierzu geneigt steht.

Während der männliche Stoff die für seine Weiterbildung nöthige Stelle im Ei aufsucht, vergrößert sich das Arrhenoid immer mehr, bis zu einem Maximum. Die Hauptmasse liegt in dem Winkel, welcher von dem chromatischen und achromatischen Theile des Samenfadens ge-

¹ Die Erklärung des Ausdruckes erfolgt weiter unten.

bildet wird, eine nicht geringe Menge wohl auch außerhalb des Fadens und vor ihm, während jenseits des Kopfes nur selten ein schwacher Hauch auf eine Zugehörigkeit zu der hellen Substanz hindeutet. Diese geht ganz allmählich und ohne Grenze in das umgebende Plasma über.

An der Stelle, wo das Arrhenoid zuerst auftrat, an der Grenze von Kopf und Faden, macht sich auch hier noch ein kleiner Fleck besonders bemerklich. In Fig. 60 liegt eine in gleicher Weise durch absolute Farblosigkeit und deutliche Umgrenzung ausgezeichnete Stelle anscheinend doppelseitig an dem Faden des Spermatozoon. Auch in Fig. 58 war ja bereits im Inneren des hellen Hofes *h* und zu beiden Seiten des Samenfadens ein kleines, undeutlich abgegrenztes Körperchen wahrzunehmen, wie auch in der Umgebung des Querschnittbildes eines Spermatozoon (*sp*) in Fig. 63 eine kleine, besonders helle Zone ringsum wohl nicht allein auf Lichtreflexe zurückgeführt werden dürfte.

Bei der Allgemeinheit dieses kleinen besonders ausgezeichneten Punktes scheint mir kein Zweifel daran zu sein, dass wir in ihm eine aus dem Spermatozoon sich entwickelnde Substanz zu suchen haben, welche durch Austritt in das umgebende Eiplasma den hellen Hof um sich erzeugt (Fig. 59, 60, 61, 63 *h*). Ob der Fleck (*f*) seiner Entstehung nach zu dem Kopfe oder zu dem Faden des Spermatozoon zu rechnen sei, das scheint mir durch die Fig. 59, 61 und besonders 60 entschieden zu werden.

Während das Arrhenoid (*h*) seine größte Ausdehnung erreicht, beginnt der kernhaltige Theil des Samenfadens allmählich eine andere Gestalt anzunehmen. Die Einleitung zur Veränderung lag ja schon darin, dass bereits auf dem Stadium der Fig. 58 ein besonders gutes Färbungsvermögen, wohl verbunden mit einer Verdickung und Verkürzung des Kerntheiles sich eingestellt hatte. War damals wirklich schon die Neigung zu einer Verkürzung vorhanden, so kann man nur hinzufügen, dass diese Neigung sich mehr und mehr ausbildet und verwirklicht. Das zeigt sich in Fig. 59; hier ist das Basalstück des Kopfes *c* ganz erheblich breiter geworden, während das Endstück noch als lange Geißel uns entgentritt. Ein etwas weiter vorgertücktes Stadium bietet vielleicht Fig. 60, wo die Geißel für sich in ein größeres, weniger gefärbtes Stück übergegangen zu sein scheint, noch durch einen Streifen des weniger veränderten Kopffadens mit dem angeschwollenen Basalstück verbunden. Dieses Präparat ist jedoch nicht so gut, wie die anderen, so dass ich auf dieses Stadium kein großes Gewicht lege.

Wie im Einzelnen der Vorgang sich auch abspielen mag, wir ersehen jedenfalls aus Fig. 61, dass schließlich alle chromatische Substanz in dem Basalstück des Kopfes unter entsprechender Verbreiterung dieses

Stückes zusammengeströmt ist. Ein kleines Rudiment des Endfadens sitzt auch hier dem chromatischen Körper noch auf. Auch dieses wird noch eingezogen, wie Fig. 62 erkennen lässt, wo wir den veränderten Samenfaden in seinem chromatischen Theile in Rückenansicht abgebildet finden, während die vorher betrachteten Figuren Seitenansichten darstellten.

Aber die Verkürzung des chromatischen Theiles geht noch weiter wie Fig. 65, 66, 67, 64 darstellt. Im Allgemeinen können wir wohl sagen, dass derselbe unter fortgesetzter Verbreiterung der Basis schließlich die Gestalt eines Dreieckes mit abgestumpften Ecken annimmt (bei Seitenansicht). Vielfach sitzt die Spitze dem Dreieck etwas schief auf.

Auch der feinere Bau des Kopfes ist in der Zwischenzeit ein etwas anderer geworden. So lange derselbe fadenförmig war, erschien er als gleichmäßig gefärbte Linie. Bei der basalen Verbreiterung ließen sich dann zuerst Unterschiede in der Färbung durch die Gesamtmasse erkennen, welche derart zunahm, dass die gefärbte Gestalt der Fig. 64 aus einer großen Menge feiner gefärbter Kügelchen zu bestehen schien. Durch Fig. 62, deren große Vacuolen wohl kaum im Leben vorhanden waren, gelangen wir zu Fig. 65, 66, 67, 64, welche übereinstimmend zeigen, dass jetzt der Kopf von einem recht gleichmäßigen feinen chromatischen Netzwerke gebildet wird; zwischen den Maschen befindet sich eine farblose Substanz und umgrenzt ist das Ganze von einer etwas dickeren chromatischen Hülle. Zuweilen bemerkt man, dass von der Basis des Kegels zwei feine Fortsätze dem Arrhenoid zugekehrt sind (Fig. 64, 67).

Kann man zweifelhaft darüber sein, ob man eine Volumvergrößerung des Samenfadenkopfes auf dem bisher beschriebenen Entwicklungswege annehmen solle, so muss man eine solche für das folgende Stadium ohne Weiteres zugestehen. Fig. 68 lehrt, dass aus dem Kegel der Fig. 65, 66 etc. ein gleichmäßiges Ellipsoid von erheblich größerem Inhalt geworden ist. Es hat dabei den Anschein, als wenn sich besonders die farblose Zwischensubstanz vermehrt hätte, während aber auch das chromatische Netzwerk recht deutlich zu erkennen ist. Jetzt hat der Kern des Samenfadens sich so weit entwickelt, dass er die Präliminarien der Copulation mit dem Eikern vornehmen kann.

Was ist inzwischen aus dem achromatischen Theile geworden? Wir hatten an demselben zuletzt drei Stücke unterscheiden müssen, 1) den Faden *a*, 2) den kleinen Doppelfleck *f* an den Seiten seines Vorderendes, und 3) den hellen Hof *h*, welcher letzterer besonders in dem Winkel zwischen Faden und Kopf sich ausdehnte. 2 und 3 zusammen bilden das Arrhenoid. Der helle Hof nimmt den größten Raum ein

zu der Zeit, wenn der Kopf des Spermatozoon aus der Fadenform in die Stäbchenform überzugehen beginnt, wie sie in Fig. 64 und 62 abgebildet ist. Darüber hinaus tritt wieder eine Verminderung ihres Umfanges ein, wohl zu Gunsten einer Vergrößerung der beiderseitigen hellen Flecke *f*, welche in Fig. 65 und 66 sehr viel stattlicher geworden sind, während der bisher so deutliche helle Hof auf einen schwachen Schein in der Gegend zwischen hellem Fleck und Kopf des Spermatozoon reducirt ist.

Wie zu der Zeit, als der helle Fleck (*f*) noch ganz klein war, so zieht auch hier der Faden (*a*) noch mitten durch ihn hindurch (Fig. 65, 66). In Fig. 65 geht vom Kopfe noch ein kleiner Fortsatz aus, welcher sich mit dem Faden nach dessen Austritt aus dem hellen Flecke zu vereinigen scheint. In Fig. 66 dagegen, und hiermit übereinstimmend in anderen gleichalterigen Präparaten, ist der Zusammenhang des Fadens mit dem Kopfe gelöst, indem das Verbindungsstück zwischen hellem Fleck und Kopf verschwunden ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es zum Theil wenigstens noch in den Kopf eingezogen ist, als zu ihm gehörig. Der Rest des Fadens ist dagegen immer noch vorhanden. Er durchzieht noch den hellen Fleck (*f*) und erstreckt sich darüber hinaus noch deutlich wahrnehmbar in das umgebende Plasma (Fig. 66 *a*).

Eier, welche etwa 15 Minuten älter sind als die eben beschriebenen, lassen sowohl den hellen Fleck (*f*) als auch den Faden (*a*) durchweg vermissen. Der zu einem Kegel konzentrierte Spermakern liegt noch mehr seitlich in der Plasmaansammlung als bisher (Fig. 67). Die Mitte derselben wird von einem hellen Hofe eingenommen, in welchem ebenfalls weiter keine Struktur als ein feines Netzwerk zu erkennen ist. Dieses geht ohne scharfe Abgrenzung in das Plasma ringsum über. Während der helle Hof *h* also vorher eine Rückbildung zu Gunsten des Fleckes (*f*, Fig. 65, 66) erfahren hatte, müssen wir weiterhin wohl annehmen, dass der helle Fleck (*f*) und mit ihm der Faden (*a*) ihre Existenz aufgeben und nun in die Substanz des hellen Hofes (*h*, Fig. 67) übergehen.

Wenn wir alsdann sehen, wie im nächsten Stadium der Spermakern (Fig. 68) sein Volum erheblich vergrößert hat, während er die seitliche Stellung verließ und nunmehr zum Theil den Platz einnimmt, welchen das Arrhenoid (*h*) bis dahin behauptet hatte, so liegt der Gedanke nahe, dass der Kern sein Volum eben auf Kosten dieser hellen Substanz vergrößert habe. Es hat nämlich die helle Substanz gleichzeitig eine entschiedene Abnahme erfahren, wie auch wohl aus dem Anblick der Fig. 68 hervorgeht. Im nächstfolgenden Stadium, wenn bereits der männliche und weibliche Kern zusammengetreten sind, und

bei den sich daran anschließenden Vorgängen, vermag ich von dem bisher so voluminösen Arrhenoid überhaupt nichts mehr mit Sicherheit aufzufinden. Betrachtet man jedoch die abermalige Volumenzunahme, welche der männliche Kern erfahren hat (Fig. 40, 45), so scheint es mir nicht unwahrscheinlich zu sein, dass er zur Erreichung dieses Volumens ziemlich alle helle Substanz aufgebraucht hat, welche ihm ja bei seiner schließlichen Lage am nächsten zur Hand war.

8. Verschmelzung der Geschlechtskerne und Theilung der ersten Embryonalkerne.

Wir hatten erfahren, dass die beiden Geschlechtskerne, wenn sie im Begriff stehen, sich an einander zu legen, von einem ziemlich deutlichen Netzwerke gebildet sind. Die Maschenräume des Netzwerkes sind von einer hellen Substanz ausgefüllt. In dieser Gestalt treten die Geschlechtskerne zusammen (Fig. 40). Betrachtet man die Stellung, in welcher dieselben zu einander und zu den Richtungskernen liegen (Fig. 40), so kommt man zu der Auffassung, dass der obere der weibliche, der untere der männliche Kern sein müsse. Leider besitze ich von diesem Stadium nur das eine, in Bezug auf die Abgrenzung der Kerne nicht einmal sehr deutliche Präparat. Halten wir aber das Präparat für normal, und es liegt eigentlich kein Gegengrund vor, so fällt auf, dass der männliche Kern den weiblichen erheblich an Größe übertrifft. Letzterer hat etwa die Größe beibehalten, welche er vor dem Zusammentritt zeigte (Fig. 39), ersterer hat sich noch erheblich gegen das vorige Stadium vergrößert (Fig. 68). Beide Kerne stimmen in dem Bau des Netzwerkes überein, sowie auch darin, dass sich an einigen Stellen dickere punktförmige Ansammlungen der chromatischen Substanz einfinden (Fig. 40).

Weiterhin ändert sich das Bild nicht unerheblich. Zunächst fällt eine beträchtliche Größenzunahme des weiblichen Vorkernes auf, welche mit der inneren Ausbildung der Geschlechtskerne immer erheblicher wird. In Fig. 47 habe ich drei Stadien des Größenverhältnisses derselben abgebildet. Die Linien geben den größten Umriss der betreffenden Kerne an. Bei *a* sind jene beiden Kerne gewählt, welche auch der Fig. 42 zu Grunde liegen, bei *b* jene der Fig. 41, während *c* von einem Präparate herrührt, welches dem in Fig. 45 abgebildeten entspricht. In gleichem Sinne mit der eben genannten Reihenfolge der Figuren nimmt auch die Ausbildung der Kerne zu.

Die beiden Geschlechtskerne entwickeln sich genau in demselben Schritte. Das Stadium der Fig. 40 macht zunächst dem in Fig. 42 abgebildeten Platz. Das gleichmäßige Netzwerk ist verschwunden, statt

dessen bemerken wir ein weitmaschiges Netz von dünnen Chromatinfäden, und außerdem im Gegensatz zu der hellen Grundmasse eine grobe Körnelung, welche letztere wohl auch nur einen optischen Ausdruck für ein zartes Netzwerk bildet. In Fig. 44 ist das chromatische Netz wohl noch etwas weitmaschiger geworden, besonders in dem weiblichen Vorkerne. Dennoch ragen die Knotenpunkte durch stärkere Anhäufung des Farbstoffes deutlich über die Verbindungsfäden hervor.

Vergleichen wir hiermit die Fig. 44, so fällt sofort auf, dass eine nicht unbeträchtliche Vermehrung der chromatischen Substanz eingetreten ist. Diese ist jedoch nicht gleichmäßig vertheilt, sondern auf bestimmte Strecken beschränkt, welche durch dünnere Verbindungsfäden mit einander zusammenhängen. Noch weiter ist die Sonderung der chromatinreichen und chromatinarmen Fadenabschnitte in dem Stadium der Fig. 45 gediehen, wo die ersteren als ziemlich dicke gebogene Stäbchen deutlich erkannt werden, während die Verbindungsfäden nur noch hier und da als zarte Linien angedeutet sind.

Bis dahin waren die beiden Geschlechtskerne mit einer Art von Membran umgeben, welche besonders deutlich daran zu erkennen war, dass die Kerne an ihren Berührungsstellen sich gegen einander abplatteten (Fig. 45, 44). An solchen Eiern, welche mit Boraxkarmin gefärbt und deren Schnitte mit Pikrinsäure behandelt waren, trat die Membran durch geringes allseitiges Zurückweichen des Kerninhaltes auch so bereits ringsum deutlich hervor (Fig. 42). Haben die Kerne das in Fig. 45 abgebildete Stadium erreicht, so steht die Auflösung der Membranen nahe bevor; denn nun vereinigen sich die beiden Kerne derart, dass eine offenbare Verminderung sowohl des ungefärbten Kerninneren als auch der Chromatinsubstanz eintritt. Ich bin meiner Sache nicht ganz sicher, ob bereits in Fig. 46 die Verschmelzung der beiden Kerne stattgefunden hat. Der Kernraum der Fig. 46 ist durch drei Schnitte zu verfolgen und kann ich keine Grenze finden, wo der zweite Kern beginnen möchte. Jedenfalls ist ganz deutlich eine Verringerung an Chromatin. Dasselbe ist in den Stäbchen besonders in je zwei Punkten zusammengefloßen, während die zarten Endausläufer einen kleinen hellen Raum zu umgreifen scheinen (Fig. 46). Ein anderes Präparat, wo die beiden Kerne noch zu unterscheiden sind, lehrt bereits, dass die Chromatinsubstanz wieder zu der Gestalt kurzer Stäbchen zurückzukehren beginnt, und in Fig. 48 ist das ja so weit vollendet, dass wir durchweg die kurze Stäbchenform ausgebildet finden. Durch die Anhäufung in zwei Partien mögen sie wohl noch kund thun, dass sie einerseits vom männlichen, andererseits vom weiblichen Kerne herzu-leiten sind; hieran wird der Umstand nichts ändern, dass einige der

Körnchen noch oder bereits von einem der großen Haufen getrennt sind (Fig. 48).

Ist die Fig. 48 möglicherweise eine Ansicht vom Pol der sich bildenden Spindelfigur, so ist Fig. 50 eine reine Seitenansicht. Die Chromatinkörner stehen genau im Äquator der Spindel, lassen aber immer noch deutlich zwei getrennte Gruppen unterscheiden, und wir gehen gewiss nicht fehl, wenn wir jeder der beiden Gruppen entweder männlichen oder weiblichen Charakter zuschreiben. Bei veränderter Focuseinstellung tauchen natürlich andere Reihen von Chromatinkörnchen hervor; aber die Trennung in zwei Gruppen ist immer zu erkennen. — Wie wir bereits bei der Bildung der Richtungskörperchen gefunden hatten, so bestehen auch hier die Chromatinstäbchen aus einem hellen Centrum und einer gefärbten Peripherie, letztere aus kleinsten chromatischen Kügelchen zusammengesetzt.

Weiterhin verwischt sich die Abgrenzung der beiden Gruppen von Chromatinkörnchen, und wenn wir sehen, wie in Fig. 51 die Chromatinkörnchen oder -stäbchen in der bekannten Weise nach der Flucht des Äquators gespalten sind, so dass wir nun zwei soeben von einander getrennte Chromatinplatten vor uns haben, so können wir nur noch aus der relativen Lage der chromatischen Substanz einen unsicheren Rückschluss auf ihre Herkunft vom männlichen oder weiblichen Kerne machen.

Werfen wir noch einmal einen flüchtigen Rückblick auf die bisher von den Geschlechtskernen durchlaufenen Veränderungen, so tritt ganz unverkennbar ein gewisses Fluktuieren in der Kernsubstanz, besonders der chromatischen, hervor. Ziemlich undeutlich ist das Chromatin in dem ♀ Pronucleus, ehe der junge Kern zur Abrundung kommt und das chromatische Netz erhält (Fig. 38). In gleicher Weise ist es in jenem Stadium, in welchem der fadenförmige Kern des eingedrungenen Spermatozoon beginnt zu einem Stäbchen zusammenzuschrumpfen (Fig. 61), oft nicht ganz leicht, eine deutliche Färbung zu erhalten, so dass wohl geringe chemische Veränderungen bei dem Vorgange eintreten mögen. Weiterhin lehrt der Augenschein, dass die bereits ausgebildeten und zur Copulation bereiten Geschlechtskerne (Fig. 39 und 68) sehr viel weniger Chromatin enthalten, als in dem Stadium der Fig. 44, 45, wo sie, vielleicht in Folge der gegenseitigen Berührung, die Fähigkeit hervortreten ließen, eine reichlichere Menge jenes Stoffes zu erzeugen. Und ist ihnen das gelungen, so scheint es, als sei eine vergebliche Arbeit geleistet; denn die bis dahin so stattlichen Stäbchen büßen ein Beträchtliches an Größe und Intensität der Färbung ein, wenn sie zur Bildung der Spindel sich zusammenfügen.

Dennoch ist die Spindel (Fig. 50) von einer Deutlichkeit, dass sie auch mit schwächeren Vergrößerungen an der stark gefärbten Äquatorialscheibe sofort erkannt wird, und auch nach der Theilung derselben lassen die Tochterplatten an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig (Fig. 54). Anders ist es in den jungen Tochterkernen vor ihrer vollen Ausbildung, da bemerkt man nur noch mit Mühe an einigen dunkleren Stellen die Anwesenheit von Chromatin (Fig. 49). Sind die Tochterkerne aber ganz ausgebildet, so ist auch der letzte Rest von Chromatin völlig verschwunden. Damit haben wir den Höhepunkt im Fluktuiren des Chromatins erhalten.

Die Tochterkerne (Fig. 72) sind scharf gegen die Umgebung abgegrenzt, erscheinen vielleicht ein wenig heller als diese, wobei es natürlich schwer ist, anzugeben, wie viel von ihrer Farbe auf Rechnung des darüber oder des darunter liegenden Plasmas zu setzen sei. Sie sind angefüllt mit einem feinen gleichmäßigen Netzwerke, so dass sie oft wie ganz fein gekörnt aussehen. Nur selten bemerkt man mit stärksten Vergrößerungen hier und da einmal eine feine dunklere Linie, vielleicht einen Rest der Chromatinsubstanz. Die Kerne verhalten sich bei verschiedenen Färbungen ganz gleich; der Befund bleibt stets derselbe.

Es fragt sich, was aus dem Chromatin geworden sein mag? Nimmt man an, es habe sich nur fein vertheilt, so wäre zu untersuchen, wohin es sich vertheilt haben könne. Der Kern besteht also aus einem feinen achromatischen Netzwerke und aus einer hellen Substanz in den Maschen desselben. Es könnte sich das Chromatin also in die Maschen oder in das Netzwerk, oder in beides verbreitet haben. Hätte es sich in dem Netzwerke zerstreut, so dürften wir ein ähnliches Bild erwarten, wie es die Geschlechtskerne vor der Copulation darboten (Fig. 39 u. 68), wo thatsächlich ein Ausströmen der Chromatinsubstanz stattgefunden hatte. Ein solches Bild haben wir hier nicht. Da aber die in jeden Tochterkern übergegangene Menge an Chromatin etwa der eines der beiden Geschlechtskerne vor der Copulation gleich ist, so müssen wir bei Annahme obiger These noch die Hypothese machen, dass das Chromatin als solches sich auf zweierlei Weise in dem achromatischen Netzwerke vertheilen könne. Wäre es aber in die farblose Zwischensubstanz eingedrungen, so dürften wir doch gewiss erwarten, dass eine stärkere Färbung derselben eingetreten sei. Dies würde ich aber kaum zu behaupten wagen, wenn es natürlich auch nicht ganz abgestritten werden kann. Auch die Membran ist so zart, dass an ihr das Chromatin nicht verschwunden sein kann. Ich habe die Überzeugung, dass aus dem Chromatin beim Übergang in die Tochterkerne etwas Anderes geworden ist.

Es entspricht demnach dies Stadium ganz unverkennbar dem von mir bei *Musca* konstatierten Verhalten der Tochterkerne, welche dort in gleicher Weise aus der Theilung als farblose Gebilde von tropfenförmiger Gestalt hervorgegangen waren. Ich hatte in Folge dessen bei *Musca* von »freier Kernbildung« gesprochen. Der Ausdruck dürfte hier nicht angebracht sein, da die hellen Tochterkerne ganz scharf gegen die Umgebung abgesetzt sind, eingehüllt von einer Membran. Hier gehen die Hälften des Mutterkernes zwar verändert, aber direkt in die Tochterkerne über.

Erschienen die Tochterkerne zu einer gewissen Zeit fast völlig homogen, so tritt ein gröberes Netzwerk auf, wenn sie etwas älter geworden sind. In diesem Netzwerke bemerkt man zuerst einige gefärbte Pünktchen, dann längere gefärbte Strecken. Schließlich erhalten wir, ganz wie ich es bei *Musca* beschrieben habe (8), wiederum eine deutliche äquatoriale Platte von Chromatin. Die Platte besteht, wie immer, aus hellen Körperchen, welche an der Peripherie die intensiv gefärbten Kügelchen aufgeheftet tragen (vgl. Fig. 75). Der achromatische Kernraum besteht aus dem gleichen groben Netzwerke, welches vorher ganz allein vorhanden war.

Bei den weiteren Theilungen der jüngsten Embryonalkerne verschwindet das Chromatin abermals wieder. Im Einzelnen habe ich die Vorgänge nicht verfolgt, jedoch wohl gesehen, dass die jungen Kerne nur aus einem etwas gröberem Netzwerke zu einer gewissen Zeit bestehen. Auch hierin bemerkt man an anderen Kernen feine gefärbte Körnchen. Diese Körnchen scheinen bei reichlicherem Auftreten die Neigung zu haben, sich radiär zu einem hervorragenden Pünktchen der Kernperipherie anzuordnen (Fig. 74). Weiterhin fügen sie sich dann zu der bekannten äquatorialen Theilungsplatte zusammen, welche auch hier wieder das bekannte Aussehen darbietet (Fig. 75).

Bei der Theilung der etwas älteren Embryonalkerne, aus Eiern, welche fünf Stunden nach der Ablage getödtet wurden, ist es wiederum recht augenfällig, dass die ganz jungen Tochterkerne eine erheblich dunklere Färbung als die Umgebung haben (Fig. 73), während in den älter gewordenen Kernen abermals eine so beträchtliche Reduktion des Anfangs deutlichen Chromatinnetzes eintritt, dass sie fast homogen erscheinen und so viel an Farbe einbüßen, bis sie in dem Plasma nur mit Mühe bemerkt werden können. Auch hier ist immer noch das gleiche Fluktuiren der chromatischen Substanz festzustellen.

9. Beschaffenheit und Bewegungen des Eiplasmas.

Wie wohl immer in den jungen Eiern der Insekten, ist auch hier das Plasma am mächtigsten an der Peripherie angehäuft und bildet das Keimhautblastem WEISMANN'S. Von der Peripherie erstrecken sich unregelmäßige Fortsätze zwischen die central angehäuften Dottermassen (Fig. 15, 16 etc.), dieselben als deutlich wahrnehmbares Netzwerk durchziehend. Der Dotter besteht aus nicht sehr großen Kugeln.

Was den feineren Bau des Plasmas anbetrifft, so erscheint dasselbe bei der von mir angewandten Konservierungsmethode als ein Schaum¹, welcher zwar in den feinen Fortsätzen und größeren Ansammlungen zwischen den Dottermassen sehr dicht und fein punktiert, im Ganzen wie homogen aussieht, dagegen in den lockeren Randpartien deutlich einen Unterschied zwischen Maschengeflecht und Zwischensubstanz erkennen lässt. Besonders groß sind die Maschen an jener Stelle des Randplasmas, wo sich die Richtungskörper bilden (Fig. 34—36 etc.), oder wo diese sich später lagern (Fig. 80, 12). Hier erscheint das Plasma wie durch kleine, gleichmäßig große Vacuolen besonders ausgezeichnet.

Da das Oolemm durch die Konservierungsmittel fast immer von dem Plasma getrennt ist, so bemerkt man leicht, dass die äußere Grenze des Plasmas, besonders am vorderen Pole, nur selten glatt ist, sondern gewöhnlich von feinen Fortsätzen überragt wird (Fig. 35, 36, 39, 2 etc.), als ob dort die äußeren Maschen nach außen aufgebrochen wären. Von geringfügigen offenbar extrahierten feinkörnigen Massen, welche dem Ei außen aufzusitzen pflegen, muss man natürlich absehen. Besonders lang und regelmäßig sind die zarten wenig gefärbten Fortsätze über jener vacuolisirten Stelle des Randplasmas, welche durch ihre Beziehung zu den Richtungskörpern ausgezeichnet ist (Fig. 11, 12, 80). Wir werden eine gleiche Stelle später noch bei anderen Insekten wiederfinden.

Als regelmäßige Bestandtheile der plasmatischen Randzone wären noch kleine kugelige, in der Größe wenig schwankende Körperchen zu nennen, welche recht zahlreich sind und durch EHRlich's Hämatoxylin oder Bismarckbraun intensiv gefärbt werden (Fig. 34, 36 etc.). Auch im Inneren des Eies kommen solche Körperchen häufig vor (Fig. 65, 67 etc.).

Dass zur Zeit der Eiablage sich ein großer Empfängnisfleck bemerklich macht (Fig. 52), habe ich bereits oben besprochen. Er mag seinen beträchtlichen Umfang vielleicht dadurch erreichen, dass der im Körper des Thieres auf das Ei ausgeübte Druck bei der Ablage plötzlich wegfällt. Weiterhin wird der ganze Raum wiederum durch das Randplasma

¹ Vgl. die Mittheilungen von BÜTSCHLI (5).

ausgefüllt, welches zunächst in einer mittleren Erhebung gegen die Mikropyle vorgewachsen war (Fig. 3, 57).

Wenn sich die Richtungskörper bilden, findet dort eine Vermehrung des Randplasmas statt, wie ja überhaupt Veränderungen der Kernsubstanz stets eine Mitwirkung von Plasma erkennen lassen. Bewegungen von Plasma allein kommen vor, Bewegungen der Kerne ohne Plasma sind meines Wissens noch nie beobachtet.

Der weibliche Pronucleus wandert in das Ei, umgeben von einem größeren oder kleineren Plasmahofe (Fig. 9). Eine Plasmastraße kann den Weg anzeigen, den er genommen hat (Fig. 10), während auch später noch ein Zapfen des Randplasmas auf die Richtung hinweist, in welcher der Kern in der Tiefe des Eies verschwunden ist (Fig. 11, 12). Irgend eine Erregung verursacht der weibliche Pronucleus im Inneren des Eies durchaus nicht.

Dass das Eindringen des männlichen Elementes für das Ei ein Ereignis bedeutet, erhellt daraus, dass es bei seinem Eintritt zwischen die Dottermassen mit einem viel auffälligeren Plasmahofe umgeben ist, als der weibliche Vorkern. Wenn das Arrhenoid alsdann am Spermatozoon erscheint, wird eine strahlige Anordnung der Körnchen im umgebenden Plasma bemerklich (Fig. 2, 57, 58). Eine lange Wolke von Plasma folgt dem Spermatozoon, wenn es in die Tiefe des Eies sich bezieht und deutet den Ort an, von wannen es gekommen ist (Fig. 5). Die Wolke fließt später wieder ab, aber noch lange zeigt ein hervorragender Fortsatz des Plasmahofes, als Rudiment der Wolke, die Wegrichtung des Samenfadens an (Fig. 6, 7, 43, 67, 60).

Charakteristisch für den Plasmahof des Spermatozoon ist die Strahlenfigur, welche frühzeitig an ihm auftritt. Sogleich nach dem Eintritt in die Dotterzone kann man feine Fortsätze wahrnehmen, welche radiär zu dem in Erscheinung tretenden Arrhenoid vom Plasmahofe ausgehen. Man kann von Anfang an (Fig. 2, 3) nicht zweifelhaft darüber sein, welche Substanz das richtende Princip enthält. Denn wenn späterhin der Kern des Samenfadens zu dem Conus zusammenschrumpft (Fig. 7, 8), wenn schließlich das Arrhenoid den direkten Zusammenhang mit dem Spermakern verliert (Fig. 66, 67), dann wird es völlig klar, dass die Strahlung nur auf den hellen Fleck abzielt, dass dieser stets den richtenden Mittelpunkt bildet, während dem Spermakern nur die Bedeutung eines Appendix zukommt. Er ist zwar ebenfalls rings von Plasma umgeben, gleicht jedoch darin völlig dem weiblichen Vorkern, dass er durchaus keine Strahlung in demselben erzeugt. Die Strahlung wird von einem dritten Gebilde, dem Arrhenoid, hervorgerufen.

War die männliche Sonnenfigur Anfangs durch dünne und kurze Strahlen gebildet, so beginnen dieselben länger und dicker zu werden, etwa zu der Zeit, wenn der Faden des Spermatozoon verschwunden ist (Fig. 67). Schon vorher konnte man die Strahlen oft bis zum Randplasma verfolgen, ein Verhalten, welches späterhin noch viel deutlicher hervortritt (Fig. 9, 40).

Ein direkter Einfluss der weiblichen Kerntheile auf das Spermatozoon tritt nicht hervor, und doch ist ein solcher unzweifelhaft vorhanden. Bereits im unbefruchteten Ovarialei ist die erste Richtungsspindel ausgebildet (Fig. 4). Ihre Lage und Längserstreckung ist in allen Eiern ziemlich die gleiche. Schon frühzeitig wird durch die Spindelachse die Linie normirt, in welcher Richtungskörper und weiblicher Pronucleus hinter einander liegen werden. Nun stellt sich auch der männliche Pronucleus genau in die Verlängerung dieser Linie.

Es hat den Anschein, als wenn der Samenfaden ein wenig über die Achsenlinie der Richtungsspindel hinauselte (Fig. 5, 6). Dann übt er seinerseits unzweifelhaft einen solchen Einfluss auf die Richtungsspindeln, dass deren Achse sich genau auf ihn einstellt, wie in späteren Stadien deutlich zu sehen ist (Fig. 8, 9). Dass die Kerne wirklich in einer Linie stehen, wird durch die Frontansicht bewiesen (Fig. 7).

Die definitive Lage des männlichen Elementes im Ei ist demnach durch zwei Linien ziemlich genau bestimmt: durch die Längsachse des Eies und die Achsenlinie der Richtungskörper. Dem Schnittpunkte dieser beiden Linien wird der Spermakern durch die Wirkung des Arrhenoids zugeführt.

An der durch die beiden Linien bestimmten Stelle bleibt der Spermakern liegen, und dorthin wird auch der weibliche Pronucleus geführt. Es ist nicht zu sagen, ob derselbe etwa durch die vom Arrhenoid ausstrahlenden Fortsätze wie durch Pseudopodien dem Spermakern zugeführt wird, jedenfalls aber kann man wohl annehmen, dass der weibliche Kern durch jene Fortsätze gewissermaßen eine Witterung von der Anwesenheit des männlichen Genossen erhält. Von einem Plasmahofe umgeben, wandert er auf letzteren zu; wenn aber das Bild in Fig. 40 resp. 40 nicht täuscht, so tritt er vor der Zusammenlagerung ganz aus seiner plasmatischen Umgebung heraus und begiebt sich ohne dieselbe in den männlichen Hof.

Da der männliche Kern zuerst an der Stelle der Vereinigung eintritt und da der weibliche Pronucleus ebenfalls von oben herbeieilt, so kommt ersterer bei der Berührung nach unten, letzterer seitlich über ihn zu liegen. Erhebliche Schwankungen in der einmal angenommenen Stellung treten weiterhin nicht ein, so dass bis zur Verschmelzung

beide Kerne unschwer ihrer Entstehung nach erkannt werden können.

Während in der vom Arrhenoid ausgehenden Strahlung mir keinerlei Gesetzmäßigkeit aufgefallen ist, habe ich nach dem Zusammentritt der beiden Geschlechtskerne oft den Eindruck erhalten, als wenn nun die Strahlung sich bilateral anordne. Bei solchen Fragen habe ich es vor Allem bedauert, ein absolut undurchsichtiges Material vor mir zu haben, während einigermaßen durchsichtige Eier, bei Betrachtung in toto, hierüber sofort sichere Auskunft gegeben haben würden. So kann ich nur sagen, dass ich um manche Copulationskerne ringsum eine gleichmäßige nicht sehr starke Strahlung feststellen konnte (Fig. 42, 45, 46, 41, 42), also vielleicht eine Polansicht, während andere zu zwei Seiten der beiden Kerne eine größere Plasmaansammlung und hiervon ausgehende starke Strahlung unschwer erkennen ließen (Fig. 40, 44, 44). Letzteres würde demnach eine Seitenansicht vorstellen können.

Kann ich also nach meinen Präparaten eine bilateral angeordnete Strahlung für gewisse Stadien der Zusammenlagerung der beiden Geschlechtskerne nur als wahrscheinlich hinstellen, so ist ein zweifaches Strahlenbündel unverkennbar dann vorhanden, wenn das Chromatin derselben sich zur Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel vereinigt hat (Fig. 50). Aber es geht die Strahlung der getrennten Geschlechtskerne durchaus nicht direkt in jene der Furchungskerne über, wenn ich wenigstens den drei ein Zwischenstadium repräsentirenden Präparaten vertrauen darf. Hier bemerke ich, wie die Plasmaausläufer zuerst schwächer werden (Fig. 46), weiterhin fast ganz verschwinden (Fig. 48). Sind sie dann in mehr oder weniger großer Ausbildung an der Furchungsspindel wieder vorhanden (Fig. 43, 50), so liegt die Auffassung nahe, sie als Neubildungen zu betrachten.

Ich möchte hier zum Verständnis des Folgenden daran erinnern, dass die achromatischen Kerntheile bei der von mir angewandten Methode nicht scharf hervortreten. Das gilt besonders von den Polkörperchen. Dennoch habe ich dieselben als ziemlich große helle Flecke mit verwaschener Begrenzung gegen die plasmatische stärker gefärbte Umgebung, z. B. in dem der Fig. 50 zu Grunde liegenden Präparate deutlich erkannt. Sie nehmen die Spindelpole ein, wie auch sonst bei Zelltheilungen. Ob diese Polkörperchen von Centrosomen herühren, welche etwa die Geschlechtskerne begleitet haben, vermag ich nicht mitzuthellen. Ich habe nur in dem zu Fig. 44 gehörenden Präparate neben den Geschlechtskernen einen hellen Schein beobachtet, welcher mit den genannten Gebilden in Zusammenhang stehen könnte, sonst niemals. Auch die Strahlung steht nicht immer so, dass sie mit

einem bei meiner Methode unsichtbaren und zu den Geschlechtskernen gehörenden Centrosoma in Verbindung gebracht werden könnte. So geht z. B. in Fig. 44 die beiderseitige Strahlung nur von dem (oberen) weiblichen Kerne aus. Ich betrachte es als eine bedeutende Lücke, dass die von mir benutzte Methode keine sichere Auskunft darüber gestattet, ob die Polkörperchen von selbst entstehen oder ob sie etwa von Überbleibseln des Arrhenoids oder noch anderen von den Geschlechtskernen mitgeführten Stoffen herrühren.

Haben sich die beiden ersten Furchungskerne gebildet, so wandern sie mitsamt ihrem Strahlenbüschel aus einander, hängen noch eine Zeit lang durch eine Plasmabrücke zusammen, dann löst sich diese und die Kerne wandern nach abwärts im Ei und schicken sich bald zu einer neuen Theilung an. Es kommt mir sehr wahrscheinlich vor, dass zu diesem Zwecke ein vor dem Kerne liegendes Centrosoma sich zuerst theilt. Ob ein von mir zuweilen bemerktes, dem Kerne aufsitzendes Knöpfchen hierbei von Bedeutung ist, kann ich nicht sicher angeben (Fig. 74). Die Theilung findet in der Regel in der Richtung der Weglinie des Kernes statt, so dass die beiden Tochterkerne senkrecht dazu aus einander weichen. Auch hier sind die Polkörperchen oft sehr deutlich vorhanden (Fig. 75).

Eine sehr auffällige Erscheinung ist es, dass von der Vorderseite der abwärts ziehenden Kerne ein Büschel feiner Plasmastrahlen ausgeht, während ein Schwanz von Plasma den zurückgelegten Weg erkennen lässt. Es gleichen demnach die Kerne gewissermaßen Raketen, welche auf ihrer Bahn plötzlich erstarrt sind (Fig. 15). Ob dieses Bild nicht auch ein Verständnis für die Funktion der Kerne und ihrer Centrosomen eröffnet, will ich hier nicht weiter untersuchen.

Wie es aus der Bewegung der Kerne nothwendig folgt, so sind die feinen plasmatischen Strahlen gewöhnlich nach rückwärts gekrümmt (Fig. 15 rechts). Hinter dem Kerne wird in dem Plasmahofe meist eine gestreckte weniger gefärbte Stelle bemerklich.

In Fig 16 ist ein instruktiver Längsschnitt eines schon wesentlich weiter entwickelten Eies, welches etwa 5 Stunden alt ist, zur Darstellung gebracht. Man erkennt, dass die Bewegung der Kerne in dem angegebenen Sinne fort dauert. Weiterhin erhellt aber, dass eigentlich nur die centralen Kerne eine ausgiebige Ortsveränderung vornehmen, wie deren lange Plasmawolken anzeigen, während die äußeren sich in einer bestimmten Entfernung von der Peripherie aufzustellen beginnen. Es erhält hierdurch die sich bildende Zellsäule eine große Regelmäßigkeit. Die plasmatischen Anhäufungen im Inneren und am Rande der Zellsäule (Fig. 15, 16) sind Abschnitte von Kernbahnen.

Ich will hier noch anfügen, dass ich in mehreren Fällen im unteren Ende des Eies isolirt im Dotter eine größere plasmatische Ansammlung (Fig. 16 *pl*) mit einem unregelmäßigen helleren Centrum aufgefunden habe. Da ich keine späteren Entwicklungsstadien besitze, so kann ich nicht sagen, ob ihr eine besondere Bedeutung beizumessen ist.

10. Stellung der ersten Furchungsspindel.

Da die Richtungskörperchen ihren Namen von der Lagebeziehung zu der ersten Theilungsebene des Eies haben, so ist es von Interesse zu erfahren, ob sie unter den bei vorliegenden Eiern so erheblich abweichenden Verhältnissen die normale Stellung einnehmen. Ich kann das im Allgemeinen bejahen. Leider besitze ich von den betreffenden Stadien keine Querschnitte, welche eine genaue Winkelmessung der gegenseitigen Stellung erlauben würden; aber auch aus den Längsschnitten kann ich ersehen, dass die Verbindungslinie zwischen Richtungskernen und Längsachse des Eies mit der Verbindungslinie der Polkörperchen an der ersten Richtungsspindel resp. der beiden ersten Embryonalkerne einen Winkel bildet, welcher sich einem Rechten annähert. Als Beispiel diene Fig. 14. Man denke sich das die Richtungskörper enthaltende Stück *a* etwas über die Ebene des Zeichenpapiers emporgehoben, dagegen das umzogene Stück *b* mit seiner linken Seite unter die Zeichenfläche herabgedrückt, während *c* die gleiche Lage beibehält, so werden wir die der Wirklichkeit entsprechende Stellung der Kerne veranschaulicht haben.

Dass die Theilung für gewöhnlich senkrecht gegen die Ebene der Richtungskörper erfolgt, ist eigentlich selbstverständlich. Wir haben oben erfahren, dass die Geschlechtskerne neben einander liegen in der Verlängerung der Achse der Richtungsspindeln (Fig. 8—12) und zwar derart, dass der männliche Pronucleus die tiefste Stelle inne hat. Da wir ferner gesehen haben, dass in dieser Lage zu einander keine erhebliche Änderung eintritt, und da ferner eine Halbierung der männlichen und weiblichen Kernsubstanz zur Bildung der Tochterkerne stattfinden muss und stattfindet, so kann ja die Trennung der beiden Tochterkerne normalerweise gar nicht anders als senkrecht gegen die Ebene der Richtungskörper geschehen.

Nun kommen aber thatsächlich doch Abweichungen vor und Fig. 13 bildet einen solchen Fall. Hier liegt die Achse der ersten Furchungsspindel in einem sehr spitzen Winkel gegen die Richtungskörper, was schon daraus folgt, dass wir die seitlich gelagerten Richtungskörper auf demselben Schnitt mit der Seitenansicht der ersten Furchungsspindel treffen. Letztere steht ein wenig mehr (aus der Zeichen-

ebene) geneigt, als es sich in der kleinen Figur ausdrücken lässt. — Solche Abweichungen können füglich auf Lageveränderungen der beiden Geschlechtskerne oder auch der Richtungskörper zurückgeführt werden.

Ich sagte vorhin, es sei selbstverständlich, dass die erste Furchungsspindel senkrecht gegen die von den Richtungskörpern und Geschlechtskernen gebildete Linie gerichtet sei (Fig. 9). Nun ist aber gegen diese Linie, z. B. in Fig. 9, eine Senkrechte möglich 1) in der Ebene der Zeichnung und 2) senkrecht gegen die Zeichenebene (im Extrem). Da ist es nun wunderbar, dass immer die letztere gewählt zu werden scheint; durch welche Kraft, darüber könnte ich nur vage Vermuthungen äußern. Jedenfalls ist sicher, dass durch die Wahl der letzteren Richtung, wo also die Spindelachse der ersten Furchungsspindel parallel mit der Bodenfläche des Eies (Fig. 17) steht, das gestreckte Ei in zwei gleichmäßige Territorien für die ersten beiden Embryonalkerne und deren Abkömmlinge zerlegt wird.

11. Weitere Ausgestaltung der Richtungskörper.

Wir hatten die Richtungskörperchen auf jenem Stadium verlassen, an welchem sie sich in dem randständigen Plasma zusammengelagert hatten (p. 520). Da das erste Richtungskörperchen doppelt so viel Chromatin besitzt als das zweite, so ist jedes seiner beiden Theilprodukte demnach dem zweiten Richtungskörperchen gleichwerthig. Hiermit stimmt der Befund völlig überein: wenn die drei Kerne zusammengetreten sind, haben sie eine so große Ähnlichkeit, dass es unmöglich ist, aus ihrem feineren Bau den einen derselben als zweiten Richtungskern zu erkennen.

Bereits weiter oben hatte ich darauf hingewiesen, dass Richtungs- und Geschlechtskerne durchaus die gleichen Veränderungen in völlig gleichem Tempo durchmachen (Fig. 8, 9). Auch weiterhin ist noch eine Correlation zwischen der Ausbildung der so weit getrennten Kerne stark hervortretend wenn auch gewisse Verschiedenheiten sich allmählich einzustellen beginnen.

Die Geschlechtskerne erfuhren bald nach ihrem Zusammentritt eine nicht unbedeutende Aufblähung. Ganz das Gleiche erleiden die Richtungskerne, wenn sie sich im Randplasma versammelt haben, nur scheint es bei ihnen früher einzutreten als bei jenen. Die bei denselben Vergrößerungen gezeichneten Figuren 10—14 geben bei Vergleich mit Fig. 9 von der Stärke der Aufblähung Kunde, sowie ein Vergleich von Fig. 39 mit Fig. 80. Wie die Fig. 10—14 ferner zeigen, ist die Aufblähung überall fast gleich stark und wächst auch später nicht mehr.

Was den feineren Bau der aufgeblähten Kerne anbetrifft, so kann man an ihnen dieselben drei Substanzen unterscheiden wie an den Geschlechtskernen, nämlich 1) feine schwach grau erscheinende Pünktchen oder Körnchen, welche vielfach in gebogenen Reihen liegen, zwischen ihnen 2) eine ganz helle Substanz, durch deren Vorhandensein sie überhaupt erst sichtbar werden, und außerdem 3) feine gebogene Chromatinfäden, welche punktförmige Anschwellungen tragen können und vielfach Anfangs noch einen rundlichen Bezirk umgrenzen. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir sie durch Aufblähung der 44 im Stadium der Fig. 36 und 37 noch konzentriert vorhandenen Chromatinkügelchen entstanden denken. Wir haben demnach ein Bild, welches dem der Geschlechtskerne in Fig. 41 sehr ähnlich ist. Wie bei diesen, wird eine Membran deutlich sichtbar an Schnitten, welche mit Boraxkarmin gefärbt und mit Pikrinsäure nachbehandelt waren. Wodurch es kommt, dass die Richtungskörper auf diesem Stadium sich oft durch ihre ganze Masse gleichmäßig färben, genau so, wie ihre plasmatische Umgebung (Fig. 41, 42), so dass sie gelegentlich nur schwer aufgefunden werden können, vermag ich nicht anzugeben.

Weiterhin hatten wir in den Geschlechtskernen schärfer getrennte Schleifen mit größerem Chromatingehalt auftreten sehen (Fig. 44, 45) und dasselbe müssen wir an den Richtungskernen feststellen. In letzteren sind die Schleifen jedoch deutlich länger. Die achromatische Substanz besteht übereinstimmend aus einem feinen grau erscheinenden Netz- oder Maschenwerk und zwischen den Maschen sieht man den farblosen Kernsaft. An der Gleichzeitigkeit der Kernveränderungen kann füglich nicht gezweifelt werden, wenn ich darauf hinweise, dass z. B. die Geschlechtskerne der Fig. 45 und die Richtungskerne in Fig. 80 demselben Eie angehören. Fig. 80 ist ein Durchschnitt durch die Richtungskerne; dieselben erscheinen ungleich groß, weil sie in verschiedener Lage geschnitten sind.

Wie die Geschlechtskerne alsdann zum Zwecke der Vereinigung aus den Chromatinschleifen wiederum einzelne Kügelchen formiren, welche sich in eine Ebene stellen, um bei der Bildung der beiden ersten Embryonalkerne symmetrisch getheilt werden zu können (Fig. 48, 50), so versäumen auch hier die Richtungskerne nicht, gleichen Schritt in ihrer gleichgerichteten Entwicklung zu halten. Sie sind demgemäß geeignet, eine Ergänzung für das Verständnis der Wandlungen der Geschlechtskerne zu bilden.

Es ist an den Richtungskernen gut zu beobachten, wie das Chromatin der Schleifen an bestimmten Stellen zu Kügelchen zusammenläuft,

welche Anfangs noch in einer Reihe liegen, bald aber nach der Vierzahl gebildete Gruppen formiren (Fig. 78). Sind diese Anfangs noch zerstreut, so stellen sie sich später, gerade wie in den Geschlechtskernen, in eine Ebene (Fig. 77). Hierbei sind die Gruppen offenbar noch in eine größere Zahl zerfallen und die in Fig. 78 ziemlich großen Chromatinkörnchen haben sich in noch feinere zertheilt. Der dritte zu Fig. 77 gehörende Richtungskern liegt auf einem anderen Schnitte.

Auch hier leuchtet die gleichsinnige Entwicklung der Geschlechts- und Richtungskerne wohl sofort ein, wenn ich sage, dass Fig. 48 und 77 dem gleichen Ei entstammen.

Haben die Richtungskerne bisher dieselben Veränderungen durchgemacht, wie die sich zur Copulation anschickenden Geschlechtskerne, so bleibt nur noch übrig, dass sie auch kopuliren wie die Geschlechtskerne. Das geschieht in der That. Aber sie bleiben nun in der Entwicklung hinter jenen zurück, wie Fig. 43, 44, 45 sofort erkennen lassen.

Der Unterschied gegen die Copulation der Geschlechtskerne besteht darin, dass bei der Verschmelzung der drei Richtungskerne sich die Chromatinkügelchen nicht in eine neue gemeinsame Äquatorialebene stellen und nicht zu einer Theilung führen. Oft kann man in dem nun gemeinsamen Kernraum noch die drei Gruppen der Chromatinmassen erkennen (Fig. 45), dann aber setzen sie sich mehr in Verbindung (Fig. 79). Vielfach bemerkt man Verschiedenheiten, zuweilen drängt sich das Chromatin dicht zusammen, zuweilen vertheilt es sich staubartig, aber immer noch als solches gut zu erkennen.

Dass auch in älteren Eiern die Richtungskernmasse durchaus nicht als etwas Todtes aufgefasst werden darf, lehrt Fig. 76, welche Figur demselben Ei entstammt, wie Fig. 46. Hier hat sich das Chromatin in dem beträchtlich vergrößerten Raume zu gleichmäßigen feinen Schleifen vereinigt, welche durchaus den Eindruck machen, als wenn noch irgend eine Weiterentwicklung eintreten wollte. Aus Mangel an späteren Stadien kann ich weiter nichts aussagen. Die Richtungskernmasse eines anderen gleichalterigen Eies hat noch die anfängliche Größe, und die dichtgedrängte Chromatinsubstanz besteht z. Th. aus Kügelchen wie Fig. 79, z. Th. aus staubartigen Zügen.

Wie ich (8) dazu gekommen bin, die drei entsprechenden Richtungskerne im Ei von *Musca vomitoria* fälschlich für Eikern und zwei Spermakerne zu halten, zumal zeitlich nichts im Wege stand, die Randspindel an deren Copulation anzuschließen, dürfte nach den obigen Mittheilungen erklärlich werden.

12. Das Schicksal überzähliger Samenfäden im Ei.

Weiter oben hatte ich es als ein wahrscheinlich sehr häufiges Vorkommnis bezeichnet, dass mehrere Samenfäden in das Ei eindringen. Dann dürften aber die überzähligen sich nur selten einmal zwischen die Dottermassen begeben. Sie werden im randständigen Plasma einfach aufgelöst, ohne irgend welche gestaltliche Veränderungen durchzumachen.

Ganz dasselbe erleiden die in der Nähe des Empfängnisfleckes liegen gebliebenen Stücke der Schwänze (Fig. 57). Aber man findet auch in späteren Entwicklungsstadien des Eies gelegentlich noch vereinzelte Fadenstücke an dem anfänglichen Platze. Fig. 69 enthält ein solches Fadenstück aus einem etwa $\frac{3}{4}$ Stunden nach der Ablage konservierten Eie, ich habe solche aber auch noch in 100 Minuten alten Eiern aufgefunden.

Es ist möglich, dass auch in den älteren Eiern noch solche Fadenstücke oder Theile überzähliger Spermatozoen vorhanden sind. Da von ihnen bis zu dem von mir beobachteten ältesten Entwicklungsstadium (Fig. 16) keinerlei fortschreitende Veränderungen veranlasst werden, so habe ich mir die Mühe erspart, weiterhin nach ihnen zu suchen; denn es ist ziemlich mühsam, sie in dem fast eben so stark gefärbten Eiplasma aufzufinden.

Nur in einem Falle glaube ich die Annahme machen zu müssen, dass ein überzähliges Spermatozoon in den Dotter eingedrungen sei und sich dort zu einem zweiten männlichen Pronucleus umgestaltet habe. Fig. 43 bezieht sich hierauf. Die bei *a* zusammenliegenden beiden Kerne stellen unzweifelhaft die beiden zur Copulation bestimmten Geschlechtskerne dar, der eben so gebildete nur etwas mehr ovale Kern *b* liegt auf einem anderen Schnitte, aber ebenfalls in der Eispitze, und ist nach meiner Meinung ein zweiter männlicher Vorkern. Da die Richtungskörper ebenfalls an der richtigen Stelle vorhanden sind, so kann dieser Kern nicht wohl vom weiblichen Theile herrühren. Genaueres kann ich über die Lagebeziehung der einzelnen Kerne nicht angeben, da dieses Ei bei der Konservierung sehr stark deformirt ist.

Was aus einem solchen zweiten männlichen Vorkern wird, kann ich nicht angeben.

13. Über die Zeitverhältnisse bei den geschilderten Entwicklungsvorgängen.

Im Voraus bemerke ich, dass mir für die vorliegende Untersuchung die Eier von drei Weibchen zur Verfügung gestanden haben, welche

von mir selbst am 26. und 30. August 1888 in meiner Heimat Jerxheim in Braunschweig eingefangen wurden. Ich bezeichne im Folgenden die drei Thiere mit *A*, *B* und *C*. Es können hieran die zu dem gleichen Weibchen gehörenden Stadien erkannt werden. Wie ich glaube, wird die Beurtheilung der mitzutheilenden Zeitverhältnisse dadurch erleichtert.

Das jüngste von mir dargestellte Stadium (Fig. 52), in welchem die Spermatozoen noch anscheinend unverändert den Empfangnisfleck umgeben, entstammt einem Ei, welches etwa 10 Minuten nach der Ablage konservirt ist. Der weibliche Kern befindet sich auf dem Stadium der Fig. 25—27, d. h. die Chromatinelemente rücken zur Bildung des ersten Richtungskörpers aus einander, stehen aber noch durch die chromatischen Verbindungsfäden in Zusammenhang (*C*).

Sind die Eier etwa 15 Minuten alt, so tritt an dem noch fadenförmigen Spermatozoon das Arrhenoid auf (Fig. 57, 58, 2). Das Spermatozoon ist ein wenig in die Region des Dotters eingedrungen. In wenigen Minuten vergrößert sich der helle Hof schon beträchtlich (Fig. 63, 3), der etwas tiefer eingedrungene Samenfaden ist noch gestreckt. Zu derselben Zeit haben sich die Chromatinhälften im weiblichen Kern getrennt und die Verbindungsfäden zu den Kugeln der Mittelplatte sich abgerundet (*A*).

Hieran schließt sich das in Fig. 4 abgebildete Präparat an, einem Ei entstammend, welches von dem bei der Ablage unterbrochenen Weibchen im Uterus zurückbehalten wurde und dort die Entwicklung begann. Das Thier ist etwa 20—25 Minuten nach der Unterbrechung abgetödtet und demgemäß liegt der Samenfaden bereits recht tief im Ei, ist aber noch fadenförmig. Die beiden weiblichen Kernhälften haben sich schon recht weit von einander entfernt (*B*).

Beginnt der Kern des Spermatozoon aus der Form eines Fadens in die eines Stäbchens überzugehen, wie es in Fig. 59 und 61 abgebildet ist, so ist das Bedeutungsvolle eingetreten, dass die Mittelplatte des Eikernes sich aufgelöst und dem charakteristischen Theilungskreuz (Fig. 32, 33) die Entstehung gegeben hat (Fig. 5). Als Zeit finde ich in meinen Notizen für die den Fig. 5, 32, 33 zu Grunde liegenden Eier »etwa $\frac{3}{4}$ Stunden« angegeben (*A*).

Naturgemäß sind bei der Entwicklung nicht nur individuelle Schwankungen vorhanden, sondern auch solche, welche auf die Mutter zurückgeführt werden müssen, Schwankungen, welche in Bezug auf die Zeit z. B. davon abhängig sein können, ob das weibliche Thier früh oder spät begattet wurde, ob die Eier kurze oder lange Zeit nach der Reife abgelegt sind, Verhältnisse, welche von der Witterung, von un-

günstiger Vertheilung der Nahrungspflanzen, von Verfolgungen und anderen Störungen in Bezug auf die Eiablage veranlasst sein können. Hierdurch werden, wie mir scheint, geringe Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier verschiedener Mütter genügend erklärt.

Während also Fig. 5 einem »etwa $\frac{3}{4}$ Stunden« alten Ei der Mutter *A* entstammt und zwei andere gleichzeitig mit konservirte Eier dasselbe Stadium darbieten, rührt das in Fig. 6 abgebildete Stadium aus einem von der Mutter *C* abgelegten Ei her. Nach meinen Notizen ist dasselbe mitsammt zwei anderen gleich weit entwickelten Eiern 25 bis 27 Minuten nach der Ablage konservirt. In Bezug auf die Spermatozoen (Fig. 60 stammt daher) sind diese Eier vielleicht auf der gleichen Entwicklungsstufe wie die vorhin betrachteten, dagegen haben die weiblichen Kerntheile in so fern einen Vorsprung vor ihnen, als es bereits zu einer deutlichen Sonderung des ersten Richtungskörpers gekommen ist (*C*).

Die Umbildung des Spermatozookopfes aus der Stäbchenform der Fig. 61 zu jener der Fig. 62 und weiterhin zu der Kegelform der Fig. 65, 66, und schließlich Fig. 67 und 64 nimmt eine verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch. Es lässt sich das schon daraus ermessen, dass während dieser Ausbildung des männlichen Elementes die weiblichen Kerntheile die Abschnürung des zweiten Richtungskörpers vollenden.

Die 45—48 Minuten nach der Ablage konservirten Eier des Weibchen *C* zeigen in ihrem achromatischen Theile die in Fig. 65, 66 dargestellten Verhältnisse. Die gleichzeitige Ausbildung der weiblichen Kerntheile zeigt Fig. 34 (*C*).

Drei Eier des Weibchen *B*, welche »etwa 1 Stunde« nach der Ablage konservirt sind, befinden sich ziemlich auf dem gleichen Standpunkte, wie die so eben genannten (*B*).

Hieraus einen Schluss auf Unregelmäßigkeiten machen zu wollen, würde nicht statthaft sein, denn eines der nach meinen Notizen 65 Minuten nach der Ablage getödteten Eier des Weibchen *C* ist noch auf dem gleichen Entwicklungsstadium wie die vorigen, während die übrigen 6 zugleich mit diesem konservirten Eier die angehende resp. bereits vollendete Abschnürung des zweiten Richtungskörpers enthalten. Fig. 35 und 36 giebt die Ausbildung der Kernverhältnisse von zwei hierher gehörigen Eiern wieder. Von den männlichen Bestandtheilen wäre hervorzuheben, dass der Chromatinkegel zu dieser Zeit ganz an die Seite gerückt ist (Fig. 67, 64) und von den achromatischen Theilen ist nur der helle Hof übrig geblieben (*C*).

Die nun eintretenden Veränderungen bis zur Aneinanderlagerung

der beiden aufgeblähten Geschlechtskerne beanspruchen offenbar nur sehr wenig Zeit. So besitze ich von der Ausgestaltung des chromatischen Kernnetzes in den Richtungskörpern und den Geschlechtskernen nur das eine in Fig. 9 und ferner in Fig. 39 und 68 abgebildete Präparat. Das Ei gehört zu der Gruppe, welche 45—48 Minuten nach der Ablage abgetötet sind, wäre demnach also jünger, dabei weiter entwickelt als die so eben betrachteten (C).

Hier muss ich wieder zur Erklärung etwas einschalten. Die Eier werden nicht in einem Guss gelegt, sondern Stück für Stück mit kleinen Zeitintervallen. Nun geht das Thier zwar ziemlich regelmäßig vor, indem es die Eier in Reihen neben einander stellt, aber zuweilen springt es doch einmal von der bisher innegehaltenen Richtung ab. Da das Thier aber aus seinen Eiern, wenn ungestört, nur einen einzigen Haufen bildet, so kommen die nun folgenden Eier neben solche zu stehen, welche einige bis mehrere Minuten älter sind als sie. Werden solche ungleichalterige Eier zusammen konservirt, so ist es klar, dass sprungweise Unterschiede in der inneren Ausbildung vorhanden sein müssen. Bieten dagegen gleichzeitig abgetötete Eier nur ganz geringfügige Unterschiede, wie es z. B. mit den Fig. 25—27 der Fall ist, so können wir daraus schließen, dass dieses ungefähr in einer Reihenfolge nach außen gelangte Eier sind, und ferner, dass das betreffende Entwicklungsstadium bereits im Tempo der Ablage genügend Zeit findet, sich weiter auszugestalten. Enthalten dagegen mehrere Eier ohne erkennbare Differenzen dasselbe Stadium, so wissen wir damit, dass zur Bewältigung der darauffolgenden inneren Verschiebungen eine längere Zeitdauer erforderlich ist.

Aus den in Fig. 9, 39, 68 abgebildeten Kerntheilen ersehen wir, dass die Ausbildung des Kernnetzes in allen gleichzeitig erfolgt und zwar sehr bald nach der Abschnürung des zweiten Richtungskörperchens. Rasch erfolgt der Zusammentritt der beiden Geschlechtskerne (C).

Das jüngste Stadium der folgenden 100 Minuten nach der Ablage abgetöteten Eier giebt Fig. 40 wieder. Die Geschlechtskerne enthalten noch das feine Netzwerk. Das zweite Richtungskörperchen hat sich schon zu den beiden anderen begeben. Die übrigen vier Eier sind genau so weit entwickelt wie die sofort zu erwähnenden (C).

Oben hatten wir gesehen, dass gewisse 25—27 Minuten alte Eier des Weibchen C in mancher Beziehung schon weiter entwickelt waren als andere erst etwa $\frac{3}{4}$ Stunden alte Eier des Weibchen A. Nun habe ich von diesem selben Weibchen ebenfalls etwa 100 Minuten nach der Ablage getötete Eier vor mir und finde, dass sie sich genau auf der gleichen Entwicklungsstufe befinden, wie die eben

erwähnten des Weibchen *C*. Vier Eier von *C* und elf Eier von *A* stimmen genau überein, zeigen alle fünfzehn die in Fig. 41 und 42 abgebildeten Verhältnisse. War also einmal im Anfang der Entwicklung aus einem der oben angeführten Gründe eine zeitliche Verschiedenheit vorhanden, so hat sich dieselbe bis zu dem eben besprochenen Zeitpunkte wieder ausgeglichen. — Weiter erkennen wir aber aus der großen Übereinstimmung von 15 Eiern, dass das in ihnen enthaltene Stadium eine sehr lange Zeit beansprucht. Ganz ohne Unterschiede sind aber auch sie nicht, wie durch die Fig. 42 und 45 bewiesen wird (*A*).

Sind die Eier etwa 120 Minuten alt geworden, so finden wir in zweien die beiden Geschlechtskerne mit einander verschmolzen (Fig. 48), in zwei anderen sind sie ebenfalls bereits verschmolzen oder wenigstens dicht davor (Fig. 46); ein Ei enthält die so eben aus einander weichenden Hälften der chromatischen Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel (Fig. 51), ein letztes zwei Tochterkerne, welche sich bereits wieder zu einer Theilung anschicken (*A*).

Die letztgenannten zwei Eier sind wieder etwas vorausgeilt; denn von sechs Eiern, welche etwa 135 Minuten nach der Ablage getötet wurden, haben zwei die erste Theilungsspindel mit den genau angeordneten Chromatinmassen ausgebildet (Fig. 50), während die vier anderen übereinstimmend die so eben vollendete erste Theilung mit den beiden ersten achromatischen Kernen aufweisen (Fig. 44). — Die Richtungskörper sind noch von einander getrennt (*B*).

Sechs Eier von einem Alter von etwa 150 Minuten befinden sich sämtlich auf einem nur wenig weiter vorgertückten Stadium, als die zuletzt genannten. Die Verhältnisse der Embryonkerne des unter ihnen am wenigsten weit entwickelten Eies sind in Fig. 72 abgebildet. Bei den übrigen sind die Plasmahöfe, in welchen die farblosen Kerne liegen, erheblich verlängert und erstrecken sich weiter nach hinten in das Ei, die Bahn des Kernes anzeigend (*A*).

Sind 180 Minuten seit der Ablage vergangen, so kann man bereits mehrere Kerne zählen. Jetzt etwa tritt die Verschmelzung der drei Richtungskörperchen zu einer einheitlichen Masse ein. Ich habe von diesem Stadium nur zwei Eier geschnitten, eines zeigt die Richtungskörper noch getrennt, das andere verschmolzen (*A*).

Vier Stunden alte Eier zeigen das in Fig. 15 dargestellte Bild. Der Embryonkerne sind erheblich mehr geworden und liegen sie noch in der oberen Hälfte des Eies. Raketentartig dringen sie nach unten (*A*).

Die letzten von mir konservierten Eier sind etwa 5 Stunden alt. Die Embryonkerne sind noch auf die obere Hälfte des Eies beschränkt,

sind dort in regelmäßiger Weise angeordnet (Fig. 46). Ringsum trennt sie ein ansehnlich breiter Dotterstreif von dem Randplasma. — Die Richtungskörpermasse ist gelegentlich ziemlich ansehnlich, die Chromatinsubstanz darin in feiner Fadenform vertheilt (Fig. 76) (A).

14. Besonderheiten der Befruchtung und darauf bezügliche Nomenklatur.

Wie immer bei befruchtungsbedürftigen Eiern, so wird auch hier Dreiviertel des weiblichen Chromatins durch die Bildung der Richtungskörper beseitigt. Aber nicht nur das, sondern es wird auch noch die aus den chromatischen Verbindungsfasern¹ hervorgehende, später achromatisch gewordene Mittelplatte der ersten Richtungsspindel abgeworfen. Da diese Mittelplatte einen Theil des ursprünglichen Eikernes enthält und auch dieselbe Stellung zum Ei einnimmt wie die übrigen abgestoßenen Theilstücke des Eikernes, so steht meiner Meinung nach nichts im Wege, sie als »achromatisches Richtungskörperchen« zu bezeichnen.

Damit jedoch ihr Unterschied von den chromatischen Richtungskörpern schärfer hervortritt, verdient sie wohl einen besonderen Namen, und um sie in deutlichen Gegensatz gegen einen gewissen von der Samenzelle ausgehenden Theil zu bringen, schlage ich für die achromatische Scheibe den Ausdruck *Thelyid*² vor.

Das Auftreten der Verbindungsfasern bei der ersten Theilung des Eikernes erinnert an die bedeutende Ausbildung der verbindenden Fasern bei den samenbildenden Zellen. Ob dieselben auch hier ursprünglich chromatisch sind, ist noch unbekannt³. Jedenfalls werden auch sie nicht in den Kern einbezogen, sondern erzeugen ein selbständiges Gebilde, den Nebenkern. Aus ihm geht das sich direkt an den Kerntheil anschließende Stück des Samenfadens hervor.

Wie das *Thelyid* bei der von mir benutzten Methode als heller Fleck im gefärbten Plasma erscheint (Fig. 5—10), und wie auch der Nebenkern als helle Stelle von der Farbe der plasmatischen Umgebung

¹ Ich möchte nicht verfehlen, darauf aufmerksam zu machen, dass ein scharfer Unterschied zwischen Spindelfasern und Verbindungsfasern gemacht werden muss. Erstere gehen vom Pol der Zelle zu den Chromatinschleifen, letztere befinden sich nur in der mittleren Region der Zelle und verbinden die aus einander weichenden Chromatinplatten. Es handelt sich hier nur um die letzteren.

² Ich bin Herrn Prof. EHLERS für seinen Rath bei der Auswahl der Namen zu Dank verpflichtet.

³ Wie FLEMMING (7) nachgewiesen hat, ist das Mittelstück der Samenfäden von *Salamandra maculosa* Anfangs deutlich chromatisch, färbt sich gerade wie das Kernchromatin, so dass er es von der geformten Innensubstanz des Kernes ableiten möchte.

in jungen Samenzellen absticht (Fig. 55 *nb*), so kommt auch dort, wo in reifen Spermatozoen der Nebenkern zu suchen ist, nach dem Eindringen des Samenfadens in das Ei eine helle Substanz zur Entwicklung (Fig. 2—8). Da diese helle Substanz offenbar auf den Einfluss des männlichen Stoffes zurückzuführen ist, so schlage ich dafür den Ausdruck Arrhenoid vor.

Das Arrhenoid veranlasst die Strahlung im Ei, scheint den Transport des männlichen Chromatins zu leiten. Da die weibliche Kernsubstanz von keinerlei Sonnenfigur begleitet wird, wohl aber die ersten Embryonalzellen reichliche Strahlenbüschel aussenden, so liegt die Vermuthung nahe, auch diese Fähigkeit der Embryonalzellen sei mit dem Arrhenoid in Verbindung zu bringen.

Da ferner der weibliche Pronucleus wohl noch Chromatin, aber keine der mit den Verbindungsfasern abgeworfene Substanz enthält, so ist es wahrscheinlich, dass für die Entwicklung des Eies das Arrhenoid wesentlicher ist als das männliche Chromatin.

Einer späteren Abhandlung vorgreifend¹, will ich hier gleich mittheilen, dass auch bei *Agelastica alni* (einem Käfer) im Princip die gleichen Verhältnisse vorhanden sind, wie sie hier dargestellt wurden.

15. Kritische Bemerkungen.

Es wird aufgefallen sein, welche große Ähnlichkeit zwischen der hier gegebenen Darstellung der ersten Entwicklungsvorgänge bei *Pieris brassicae* und der von BLOCHMANN (2) und mir (8, 9) geschilderten Entwicklung bei *Musca vomitoria* vorhanden ist. Da jedoch bei letzterem recht ungünstigen Objekte noch verschiedene Punkte der Aufklärung bedürfen, welche nach Heranziehung eines größeren Materials leichter sein wird, so verschiebe ich eine Besprechung hierüber auf später.

Inzwischen sehe ich mich jedoch veranlasst, auf eine Arbeit einzugehen, welche das behandelte Gebiet gestreift hat.

ALFRED VOELTZKOW in Würzburg hat über »Entwicklung im Ei von *Musca vomitoria*« geschrieben (14). Wenn ich demselben auch keinen großen Vorwurf daraus machen will, dass er meine späteren Angaben über *Musca* (9) nicht kennt, auch ferner nicht über die Naivetät, mit welcher er vorn erklärt, auf die ersten Entwicklungsvorgänge »nicht näher eingegangen« zu sein, »da wir die guten Untersuchungen BLOCHMANN'S besitzen« (!), während er weiterhin seine unbedeutenden eigenen Erfahrungen zu Urtheilen von großer Schroffheit benutzt, — so berichtet

¹ Ich habe hierüber inzwischen eine vorläufige Mittheilung gegeben; in Betreff des Titels v. p. 555 Anm. 2.

er aus meiner Arbeit doch so seltsame Dinge, dass ich der Angelegenheit etwas näher treten muss.

Einen Hauptvorwurf richtet er gegen meine Konservierungsmethode, während die seinige nur eine Variation der von mir benutzten ist. Er nahm »heißes Wasser von 70 Grad« (p. 2); ich selbst tödtete die abgelegten Eier »durch Übergießen mit heißem Wasser« (8, p. 290). Hieraus macht VOELTZKOW: »HENKING giebt selbst (!) an, . . . dass er dieselben einige Zeit in kochendes Wasser geworfen habe« (p. 3).

Da meine Angabe also scheinbar nicht von Jedermann ohne Weiteres zu verstehen ist, will ich ganz genau mittheilen, wie ich verfahren bin. Ich legte die zu konservirenden Eier in etwas kaltes Wasser in ein Urschälchen, erhitzte dann in einem Probirröhrchen Wasser, bis Blasen aufstiegen, und goss dieses in das Urschälchen. Wie Messungen mir gezeigt haben, hat das im Urschälchen befindliche Wasser eine Anfangstemperatur von 77—85° C.¹, also kann von »förmlichen Kochen« eben so wenig resp. eben so sehr die Rede sein wie bei der Variante von VOELTZKOW.

Vielleicht meint VOELTZKOW aber meine Angabe, dass ich beim Ablegen befindliche Fliegen durch Eintauchen in kochendes Wasser abgetödtet habe (p. 290). Das geschah, um ein möglichst rasches Tödten der Eier zu erreichen. Wie hoch die Temperatur jedes Mal im Inneren der Fliege gestiegen ist, kann ich natürlich nicht wissen. Ich hielt die mit einer gewöhnlichen Pincette ergriffenen Fliegen nur so lange in das Wasser, bis nach meiner Schätzung ein Coaguliren der Eier erfolgt sein konnte. Es lag gar kein Grund vor, dass ich die Procedur möglichst verlängert hätte.

Weiter berichtet VOELTZKOW (p. 4): »HENKING lässt in seiner Arbeit die Furchungskerne durch freie Kernbildung entstehen, z. B. . . . aus den Richtungskörperchen etc.« Wo in aller Welt soll ich denn das gesagt haben? Ich muss diese Angabe als völlig aus der Luft gegriffen bezeichnen.

Wenn es mir auch nach den bisher geleisteten Verdrehungen nur lieb sein kann, dass VOELTZKOW nun erklärt, er werde auf meine Arbeit nicht weiter zurückkommen (p. 4), so kann man doch daraus, dass meine ausführlichen Angaben über die ersten Dotterzellen völlig über-

¹ Ob diese Temperatur für die beabsichtigte sofortige Gerinnung zu hoch ist, lässt sich natürlich nur schwer feststellen. Interessant ist aber die Mittheilung von CORIN und BERARD (6), dass die im Hühnereiweiß vorhandenen zwei Globuline zwar bei 57,5° und 67° bereits gerinnen, während die drei Albumine erst bei 67°, 72° und 82° fest werden. Dies ist der Fall in schwach angesäuerten Lösungen, während in Wirklichkeit sich ein Alkali entwickelt, qui vient élever plus ou moins le degré où se fera la coagulation de l'albumine (p. 3).

gangen werden, während WEISMANN und BLOCHMANN Berücksichtigung finden, deutlich ersehen, nach welcher Methode VOELTZKOW vorgegangen ist. Nur der von mir der Einfachheit wegen gebrauchte und in dem Zusammenhange ganz unzweideutige Ausdruck »Dotterzellen« wird erwähnt und als »durchaus nicht angebracht« bezeichnet, »da man in der Insektenembryologie, wie bekannt, etwas ganz Anderes darunter versteht«. VOELTZKOW meint damit aber nicht etwa die Zellen der ovarialen Nahrungskammern, welche von vielen Autoren als »Dotterzellen« bezeichnet sind (vgl. LUDWIG [10] p. 131, BALFOUR [1] p. 44), sondern will den Ausdruck für die nach Bildung des Blastoderms im Dotter vorhandenen Zellen reservirt wissen, mit welchem Rechte, bleibe hier unerörtert. Jene ersten Zellen dagegen nennt er, zwar nicht kurz aber erbaulich, »die Furchungszellen oder Plasmahöfe, also die Furchungskerne, aus denen sich das Blastoderm bildet« (p. 4).

Die einzige positive Angabe betrifft das Eindringen der Spermatozoen. Im Gegensatze zu mir bestätigt VOELTZKOW (p. 3) die Mittheilung BLOCHMANN'S, wonach die Samenfäden seitlich von der Spitze in das Ei dringen sollen und liefert zum Beweise dessen zwei Abbildungen (Fig. 2, 3), auf welchen allerdings ein Plasmawisch sich etwas seitlich von der Spitze zwischen die Dottermassen erstreckt. — Hiergegen möchte ich nun bemerken, dass das Ei doch nicht erst an der Grenze des Dotters beginnt und wenn auch der Samenfaden gelegentlich neben der Spitze zwischen die Dottermassen wandert, so kann er darum doch an der Spitze des Eies in die dicke randständige Plasmaschicht eingedrungen sein und in dieser beliebig weit fortgleiten. Den von mir beschriebenen »Empfängnisfleck«, der ja auch bei *Pieris brassicae* vorhanden ist, kennt VOELTZKOW nicht, es haben demnach seine Angaben gar keine Beweiskraft.

Will VOELTZKOW aber zu irgend einem Urtheile in vorliegender Angelegenheit sich berechtigt zeigen, so fordere ich ihn auf, des Näheren den noch unbekanntem Vorgang der Copulation von männlichem und weiblichem Pronucleus bei *Musca vomitoria* schriftlich und bildlich zu schildern, wobei die Abbildungen gar nicht einmal besser zu sein brauchen als die vier Figuren, welche er zur Erläuterung der ersten Entwicklungsvorgänge hat drucken lassen.

Hier möchte ich auch noch auf die letzten auf mich bezüglichen Auslassungen BLOCHMANN'S (3) Bezug nehmen. Eine Erwiderung darauf unterlasse ich, da ich durch Fortsetzung persönlicher Anfeindungen weder der Wissenschaft noch sonst irgend Jemand einen Dienst zu erweisen glaube.

Göttingen, den 4. Oktober 1889.

Nachschrift.

Während des Druckes der vorliegenden Abhandlung erschien der Schluss der umfangreichen und schönen Untersuchungen von E. MAUPAS, *Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés* (Arch. zool. expér. von LACAZE-DUTHIERS. Ser. II. Taf. VII. 1889. No. 1—3). Wenn ich auf die Besprechung dieser Arbeit schon jetzt eingehe, so geschieht das weniger aus dem Grunde, weil ich dieselbe wegen der darin festgestellten Übereinstimmung der Befruchtung von Metazoen und Protozoen für sehr wichtig halte, sondern mehr im Hinblick darauf, dass bei der großen Ähnlichkeit der Beobachtungen von MAUPAS und mir an ganz verschiedenartigen Objekten, einige der von MAUPAS mitgetheilten That-sachen in Hinblick auf die von mir gewonnenen Resultate vielleicht eine größere Bedeutung erhalten als ihnen von MAUPAS beigelegt wurde.

Das betrifft vor Allem jenes sonderbare Gebilde, welches, von MAUPAS als »tube connectif« bezeichnet, bei der Theilung des Mikronucleus und seiner Abkömmlinge in so allgemeiner Verbreitung auftritt. Betrachten wir hier nur jenen »tube connectif«, welcher sich bei der Trennung der beiden Geschlechtskerne bildet, so erinnert derselbe durch seine in der Mitte meist aufgebauchte Gestalt¹ schon äußerlich lebhaft an jenes Gebilde, welches ich bei *Pieris* (Fig. 5, 32, 33) und bei *Agelastica alni* L.² als *Thelyid* bezeichnet habe. Auch darin liegt eine Homologie, dass MAUPAS seinen »tube connectif« den Zusammenhang mit den Tochterkernen verlieren und weiterhin vom Plasma resorbirt werden lässt.

Der »tube connectif« hat nach MAUPAS »un rôle directeur« derartig, dass der männliche Kern durch ihn an diejenige Stelle der Peripherie des Infusors befördert wird, an welcher sein Übertritt in das neue Thier erfolgen soll.

Nun theilt MAUPAS von dem männlichen Pronucleus von *Euploetes patella* mit, dass er bei seiner Wanderung in das neue Thier von einer Plasmamasse begleitet wird. Aber das nicht allein, sondern diese Plasmamasse wandert voran und zieht den männlichen Kern mit sich, wie unser Arrhenoid den Kopf des Samenfadens hinter sich herschleifte. Auf Pl. XX, Fig. 19, 19a, 19b, 20a sind diese Verhältnisse gezeichnet. Gleichzeitig fällt in den genannten Figuren auf, dass der

¹ l. c. Pl. X, Fig. 27; Pl. XIV, Fig. 44 d; Pl. XV, Fig. 52.

² H. HENKING, Über die Befruchtung der Eier von *Agelastica alni* L. Nachrichten von der k. Ges. der Wissensch. Göttingen. 25. December 1889.

zugehörige weibliche Pronucleus von einem solchen Plasmahofe völlig frei ist.

Näheres über die Herkunft dieser Plasmamasse theilt MAUPAS leider nicht mit, und möchte ich daher die Vermuthung äußern, dass dieselbe von dem »tube connectif« herzuleiten ist. Damit würde sich eine prächtige Übereinstimmung mit den von mir bei Insekten gefundenen Verhältnissen ergeben. — Gegen MAUPAS¹ möchte ich bemerken, dass von gewöhnlichem Plasma zum Weitertransportiren des männlichen Pronucleus bis hin zum weiblichen doch genügender Vorrath vorhanden ist, so dass das Mitführen einer Portion desselben schwer zu verstehen wäre.

Wie verhalten sich aber die zahlreichen anderen Infusorienformen, welche MAUPAS beobachtet hat? Hier hat derselbe niemals von einer solchen Plasmamasse gesprochen. Wenn wir jedoch erfahren, dass der männliche Vorkern von *Paramaecium caudatum* in einem Falle an seinem hinteren Ende ein Stück des »tube connectif« behalten hatte (p. 197, Fig. 29) und dass ganz regelmäßig bei den männlichen Vorkernen das Hinterende beim Übertritt in das neue Thier vorangeht (Pl. X, Fig. 31, 32, 33) und zuerst mit dem weiblichen Vorkern in Berührung tritt, so liegt doch die Vermuthung sehr nahe, dass auch hier am Hinterende irgend Etwas vorhanden sein müsse, was die Bewegung des männlichen Kernes veranlasse und regele, ein Etwas, welches wohl mit dem tube connectif in Beziehung stehen könnte. Auch bei den Insekten ist, wie wir noch erfahren werden, das Arrhenoid und Thelyid nicht immer in der reichen Entfaltung vorhanden, wie ich es bei *Pieris brassicae* und *Agelastica alni* beobachtet habe.

Ich bin mir dessen zwar wohl bewusst, wie gefährlich es ist ohne eigene Untersuchungen über ein fremdes Gebiet ein Urtheil abgeben zu wollen. Da mir jedoch die Übereinstimmung eine so große zu sein scheint und die Hypothese, wenn sie sich bewahrheitet, ein so helles Licht auf viele bisher unerklärte Vorgänge wirft, so will ich meine Auffassung hier mittheilen.

Der »tube connectif« der Geschlechtskerne bei den Infusorien scheint gleichzeitig dem Arrhenoid und Thelyid in den Eiern der Insekten zu entsprechen. Er löst sich völlig von dem weiblichen Pronucleus (als Thelyid), ertheilt jedoch dem männlichen Pronucleus (als Arrhenoid)

¹ l. c. p. 344. Pour moi, cette masse plasmique accessoire n'a et ne peut avoir (? ! H.) d'autre signification que son rôle de véhicule pour le pronucleus. J'insiste tout particulièrement sur cette manière d'envisager la chose, afin qu'on n'aille pas la considérer comme un élément nécessaire et important de la fécondation.

die Fähigkeit der Ortsbewegung, was sich darin äußert, dass dessen Hinterende, gelegentlich von einer besonderen Plasmamasse umgeben, vorgeht.

Noch möchte ich hier auf die Bedeutung des Chromatins zu sprechen kommen.

Ich stimme mit MAUPAS völlig darin überein, dass nach unseren bisherigen Kenntnissen alle übrigen Bestandtheile des Kernes schwankender sind als das Chromatin¹. Wenn er jedoch die permanente Persönlichkeit des Kernes durch das Chromatin gebildet sein lässt², so kann ich ihm darin nicht beipflichten. Denn ich glaube MAUPAS dahin richtig zu verstehen, dass er dabei etwas Körperliches und Unveränderliches im Sinne hat. Was macht man aber mit einer Persönlichkeit, welche zu ihrer Aufrechterhaltung einer Hypothese bedarf! Denn MAUPAS muss zwar eingestehen, dass er in den neuen Kernen zu einer gewissen Zeit kein Chromatin bemerken kann (worin ich nach meinen Erfahrungen an Insekten völlig übereinstimme); wenn er dann aber sagt, dass in dem größer gewordenen Kerne die Chromatinelemente dennoch »*toujours présentes et intactes*« (p. 456) bleiben, so ist das eben eine Annahme, welche gar nicht mehr für wie gegen sich hat³. Auch scheint mir das keine ganz konsequente Schlussfolgerung zu sein; denn mit der auf das Chromatin angewandten Beweisführung hätte er auch allen übrigen Theilen des Kernes eine »*continuité ininterrompue*« zuertheilen können, anstatt für sie fortwährende Metamorphosen anzunehmen; denn auch sie sind nachher wieder vorhanden, nachdem sie in der Zwischenzeit nicht zu bemerken waren. Jedenfalls würde die Persönlichkeit des Kernes durch diese Annahme nur gewinnen, ohne dass der Vorstellung sehr viel mehr zugemuthet würde.

Ist denn aber die mit der Beobachtung sehr gut übereinstimmende Annahme, dass auch das Chromatin Metamorphosen erleiden könne, wirklich etwas so Gewagtes? Sehen wir nicht im Körper der Infusorien ganz erhebliche Umwälzungen des Chromatingehaltes vor sich gehen?

Dass der alte Makronucleus und Theilprodukte des Mikronucleus

¹ MAUPAS, l. c. p. 479. Les autres parties soumises à des métamorphoses continues et à un mouvement de destruction et de rénovation répétées, ne jouent que des rôles accessoires. NB. Die gesperrten Stellen hier und in den folgenden Anmerkungen sind im Original nicht gesperrt. H.

² Dasselbst. La chromatine à elle seule représente donc la personnalité permanente des noyaux.

³ Dasselbst p. 443. En cet état, les noyaux ne se colorent plus du tout par les teintures micro-chimiques. Il semble que la petite quantité de chromatine du début ait disparu. Je crois plutôt qu'elle est toujours présente . . . répandue à l'état diffus dans ce hyaloplasme.

verschwinden, war schon länger bekannt. MAUPAS bestätigt es völlig. Nach ihm geht folgendes Chromatin durch Resorption zu Grunde, d. h. also, erleidet eine Metamorphose: 1) der Makronucleus, 2) die Richtungskörper, 3) mehrfach verschwinden von den Theilungsprodukten des durch die Copulation der beiden Geschlechtskerne gebildeten neuen Kernes alle bis auf einen oder zwei.

Da es bei den Theilprodukten des Mikronucleus nach MAUPAS vom Zufall abhängt, welches zur Weiterentwicklung gelangt¹, und auch die Abkömmlinge aus der Copulation der Geschlechtskerne hinsichtlich ihres Chromatins keinen Unterschied aufgewiesen haben, so geht also bei der Resorption solcher Kerne in dem einen Falle ganz dasselbe Chromatin zu Grunde, welches in den überlebenden Kernen erhalten bleibt. Wenn wir dann aber erfahren, dass auch in diesen überlebenden Kernen das Chromatin mit unseren jetzigen Mitteln sich zeitweilig nicht nachweisen lässt, so liegt doch auch hier die Vermuthung sehr nahe, dass es das gleiche Schicksal erlitten habe, wie jenes der Geschwisterkerne. Nur dass hier durch die zeitweilige Persistenz der achromatischen Kerntheile die Möglichkeit für eine Neubildung von Chromatin gegeben ist.

Thatsächlich hat MAUPAS uns Fälle kennen gelehrt, wo Infusorien völlig kernlos werden, womit also erwiesen ist, dass dem Chromatin an sich und keiner Modifikation desselben absolute Unvergänglichkeit in einer lebenden Zelle innewohnt. Das ist der Fall bei solchen Formen, welche sich in seniler Degeneration befinden (p. 448). Nach meiner Meinung gehen dieselben eben daran zu Grunde, dass sie unfähig geworden sind, das verschwundene Chromatin nun wieder neu zu bilden. Ähnlich ist es bei der Conjugation zwischen etwas senilen nahen Verwandten². Hier hat MAUPAS ja bei der einen Gruppe selbst angegeben, dass das Infusor zu Grunde geht, weil der neue Nucleus unfähig zu sein scheint, Chromatin zu bilden³.

Jedenfalls scheint mir aus allen den mitgetheilten Thatsachen so viel hervorzugehen, dass das Chromatin eben so gut ein wandelbarer Stoff ist wie die übrigen Kerntheile; denn er kann vergehen und entstehen wie diese. Unzweifelhaft aber ist wohl, dass wir in ihm den

¹ MAUPAS, l. c. p. 493. Je suis persuadé que cette différence n'est due qu'au hasard.

² MAUPAS, l. c. p. 329. Conjugaisons entre proches parentes affectées de dégénérescence senile (*Stylonichia pustulata*).

³ MAUPAS, l. c. p. 334. Ces anomalies portent exclusivement sur le développement du nouveau nucleus, qui paraît impuissant à s'organiser et surtout à produire de la chromatine.

Vererbungsstoff zu erblicken haben, wie durch die schönen Versuche von BOVERI (Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Sitzg. d. Ges. f. Morphol. und Phys. zu München. 16. Juli 1889) dargethan ist. Dass aber nach meiner Meinung für die Befruchtung eine andere Substanz eine größere Bedeutung beanspruchen dürfte, habe ich weiter oben aus einander gesetzt (vgl. oben p. 552).

Zum Schluss möchte ich noch betonen, dass ich die Auffassung von MAUPAS hinsichtlich des permanenten Vorhandenseins des Chromatins nicht als geradezu unrichtig bezeichnen will, dass aber nach meinen eigenen Erfahrungen (HENKING, 8, p. 319 ff. u. hier p. 535) die thatsächliche Umwandlung des Chromatins zu einer gewissen Zeit eine größere Wahrscheinlichkeit für sich haben möchte. Damit würde man sich allerdings der HAECKEL'schen Annahme eines Monerenstadiums im Entwicklungszyklus der Thiere bedeutend annähern. Wenn aber MAUPAS hiervon als von einer »fausse idée, dont l'illogisme est cependant assez évident« (p. 456) spricht, so scheint mir dieses schroffe Urtheil durch die Untersuchungsergebnisse des Verfassers nicht genügend begründet zu sein.

Göttingen, den 20. Januar 1890.

Litteraturverzeichnis.

1. F. M. BALFOUR, Handbuch der vergl. Embryologie. Übers. von VETTER. Bd. I. Jena 1880.
2. F. BLOCHMANN, Über die Richtungskörper bei Insekteneiern. Morphol. Jahrb. Bd. XII. 1886.
3. F. BLOCHMANN, Über die Zahl der Richtungskörper bei befruchteten und unbefruchteten Bieneneiern. Morphol. Jahrb. Bd. XV. 1. Heft. 1889.
4. O. BÜTSCHLI, Nähere Mittheilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XXI. 1874. p. 526.
5. O. BÜTSCHLI, Über die Struktur des Protoplasmas. Verh. d. naturw.-med. Ver. Heidelberg. N. F. Bd. IV. 3. Heft. 1889.
6. G. CORIN et E. BERARD, Contribution à l'étude des matières albuminoïdes du blanc d'oeuf. Arch. d. biologie. T. IX. 1889.
7. W. FLEMING, Weitere Beobachtungen über die Entwicklung der Spermatozoen bei Salamandra maculosa. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXI. 1888.
8. H. HENKING, Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. 3. Heft. 1888.
9. H. HENKING, Über die Bildung von Richtungskörpern in den Eiern der Insekten und deren Schicksal. Nachr. d. k. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. 1888.

10. H. LUDWIG, Über die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874.
 11. G. PLATNER, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Theilung. V. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXII. 2. Heft. 1889.
 12. G. PLATNER, Die Karyokinese bei den Lepidopteren als Grundlage für eine Theorie der Zelltheilung. Intern. Monatschr. für Anat. u. Histol. B. III. 1886.
 13. v. LA VALETTE ST. GEORGE, Spermatologische Beiträge. II. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXVII. 1886.
 14. A. VOELTZKOW, Entwicklung im Ei von Musca vomitoria. Arb. a. d. zool.-zoot. Institute Würzburg. Bd. IX. 4. Heft. 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIV.

Die Fig. 4—15 sind mit WINKEL's neuester Camera lucida, unter Benutzung von WINKEL's Objectiv Nr. 5 und Ocular 4 in den Umrissen gezeichnet und unter Zuhilfenahme stärkerer Vergrößerungen genauer ausgeführt. Vergr. 248.

Fig. 16 gezeichnet mit Obj. 3, Oc. 4. Vergr. 70.

Fig. 17 gezeichnet mit Obj. 2, Oc. 4. Vergr. 45.

Fig. 4. Reifes Ei aus dem Ovarium.

Fig. 2. Ei, etwa 15 Minuten alt. Figur aus zwei Schnitten kombinirt, Stück *a* liegt von *b* fünf Schnitte entfernt. *us*, überzählige Spermafäden, aus einem dritten Schnitte hier eingetragen; *ef*, Empfängnisfleck.

Fig. 3. Ei, etwa 15 Minuten alt. Figur aus drei Schnitten kombinirt. *m*, Mikropyle; *ef*, Empfängnisfleck.

Fig. 4. Ei aus dem Uterus. Stück *a* aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt, Stück *b* einige Schnitte davon entfernt; *c*, Eischale mit Mikropyle aus einem anderen Schnitte hier eingetragen. Schale noch ohne Überzug.

Fig. 5. Ei, etwa $\frac{3}{4}$ Stunde alt. Figur aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt.

Fig. 6. Ei, etwa 25—27 Minuten alt (von einem anderen Thiere als Fig. 5 herkommend). Stück *a* aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt, Stück *b* einige Schnitte davon entfernt.

Fig. 7. Ei, etwa 65 Minuten alt. Stück *a* und *b* je aus einigen Nachbarschnitten zusammengestellt, unter sich einige Schnitte entfernt.

Fig. 8. Ei, etwa 65 Minuten alt. Stück *a* aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt, Stück *b* einige Schnitte davon entfernt.

Fig. 9. Ei, etwa 45—48 Minuten alt. Aus sechs Stücken kombinirtes Bild, welche sich auf acht benachbarte Schnitte vertheilen.

Fig. 10. Ei, etwa 100 Minuten alt. Aus vier Stücken kombinirtes Bild, welche sich auf fünf benachbarte Schnitte vertheilen.

Fig. 11. Ei, etwa 100 Minuten alt.

Fig. 12. Ei, etwa 100 Minuten alt. Aus zwei Schnitten kombinirt.

Fig. 13. Ei, etwa $2\frac{1}{4}$ Stunden alt. Aus vier benachbarten Schnitten kombinirt.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. I. 561

Fig. 14. Ei, etwa $2\frac{1}{4}$ Stunden alt. Aus drei Schnitten kombinirt. Stück *a* von Stück *b* neun Schnitte, von Stück *c* vier Schnitte entfernt.

Fig. 15. Ei, etwa vier Stunden alt. Figur aus zwei Schnitten kombinirt, *a* und *b*.

Fig. 16. Schnitt aus einem etwa 5 Stunden alten Ei.

Fig. 17. Figur nach einem mit heißen Wasser getödteten und in Spiritus aufbewahrten Ei gezeichnet.

Tafel XXV.

Fig. 18 Vergr. 248 (vgl. Fig. 1—15).

Fig. 19—54 und eben so Fig. 52—80 (Taf. XXVI) sind sämmtlich mit WINKEL'S neuester Camera lucida, WINKEL'S Ölimmersion $1/14$, Ocular 4, ausgezogenem Tubus gezeichnet und unter Zuhilfenahme von WINKEL'S Ölimmersion $1/20$ und $1/24$ genauer ausgeführt. Vergr. 740.

Fig. 18. Schnitt eines jüngeren Eies aus dem Ovarium.

Fig. 19. Keimbläschen eines reifen Ovarialeies. *s*, zwei von der Fläche gesehene aus je zwei Stäbchen bestehende Chromatinelemente, diese zur Äquatorialplatte angeordnet.

Fig. 20. Keimbläschen eines etwas jüngeren Ovarialeies, als Fig. 19 ist.

Fig. 21. Keimbläschen des nächstälteren Ovarialeies als Fig. 19 in Polansicht. *a*, ein punktförmig erscheinendes Chromatinelement.

Fig. 22. Keimbläschen des nächstälteren Ovarialeies als Fig. 21. *a*, wie in Fig. 21.

Fig. 23. Keimbläschen des nächstjüngeren Ovarialeies als Fig. 19 in Polansicht, dagegen älter als Fig. 20, von diesem durch ein zwischenliegendes Ei getrennt.

Fig. 24. Keimbläschen eines reifen Ovarialeies in Polansicht, wohl älter als alle vorhergehenden.

Fig. 25. Keimbläschen eines etwa 40 Minuten nach der Ablage abgetödteten Eies. Die linke Seite desselben ist verdeckt. *z*, ein Chromatinelement mit einer mittleren Scheidewand.

Fig. 26. Keimbläschen eines etwa 40 Minuten alten Eies.

Fig. 27. Wie Fig. 26. Nur die oberflächlichen Chromatinelemente sind gezeichnet.

Fig. 28. Keimbläschen aus einem etwa 45 Minuten alten Ei. Nur ein kleiner Theil der chromatischen Elemente ist gezeichnet, Kernfigur erstreckt sich durch drei Schnitte. *2*, Mittelplatte; *1* und *3*, chromatische Seitenplatten.

Fig. 29. Erste Richtungsspindel des im Uterus abgetödteten Eies. Aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt. Die helle Umgebung der Kernfigur zu deutlich ausgefallen.

Fig. 30. Keimbläschen aus einem etwa 45 Minuten alten Ei. Kernfigur erstreckt sich durch drei Schnitte, nur einer derselben gezeichnet.

Fig. 31 *a*. Nach innen zum Ei gewandte Hälfte der Chromatinelemente eines etwa auf dem Stadium der Fig. 26 oder 27 befindlichen Keimbläschens in Polansicht. Ei, etwa 40 Minuten alt. *z*, dichtere Gruppe der Chromatinelemente.

Fig. 31 *b*. Äußere Platte der Chromatinelemente. Sonst wie Fig. 31 *a*.

Fig. 32. Erste Richtungsspindel eines etwa $3\frac{1}{4}$ Stunden alten Eies. Inneres Chromatin aus dem benachbarten Schnitte in den hier abgebildeten eingetragen.

Fig. 33. Erste Richtungsspindel eines 25—27 Minuten alten Eies. Aus zwei

Schnitten kombinirt. Helle Kügelchen der thelyiden Erweiterung genau eingezeichnet, das Übrige etwas schematisch gehalten.

Fig. 34. Schnitt aus einem 45—48 Minuten alten Ei. Erstes Richtungskörperchen (oben), und Thelyid abgeworfen.

Fig. 34 a. Zwei Chromatinelemente des unteren Kernes der Fig. 34 von vorn und von der Seite gesehen, freihändig gezeichnet.

Fig. 35. Zweite Richtungsspindel (unten) und Theilungsfigur des ersten Richtungskörperchens oberhalb vom Thelyid. Ei etwa 65 Minuten alt.

Fig. 36. Abschnürung des zweiten Richtungskörpers (unten) und Theilung des ersten Richtungskörpers über dem Thelyid vollendet. Ei etwa 65 Minuten alt.

Fig. 37. Erstes Richtungskörperchen, schräg von oben gesehen, aus einem 45 bis 48 Minuten alten Ei. 14 Chromatinelemente.

Fig. 38. Weiblicher Pronucleus vor der Kernnetzbildung, ungefähr Polansicht, etwa 14 Chromatinelemente vorhanden. Ei etwa 65 Minuten alt.

Fig. 39. Aus drei Schnitten zusammengestellte Figur, zeigt unten den weiblichen Pronucleus, darüber das zweite Richtungskörperchen, dann folgend das Thelyid und darüber die beiden Theilprodukte des ersten Richtungskörperchens. Alle Kerne völlig ausgebildet. Ei 45—48 Minuten alt.

Fig. 40. Männlicher und weiblicher Pronucleus sind zusammengetreten. Ei etwa 100 Minuten alt.

Fig. 41. Ei wie in Fig. 40.

Fig. 42. Ei ebenfalls etwa 100 Minuten alt, von einem anderen Weibchen als Fig. 40, 41.

Fig. 43. Ei wie in Fig. 42. a, männlicher und weiblicher Pronucleus; b, ein überzähliger männlicher Pronucleus in demselben Ei.

Fig. 44. Ei wie Fig. 42.

Fig. 45. Wie vorige.

Fig. 46. Aus einem etwa 2 Stunden alten Ei. Männlicher und weiblicher Pronucleus verschmolzen?

Fig. 47. Männliche und weibliche Pronuclei von verschiedenen Eiern nach ihrem größten Umfang gezeichnet, soll das allmähliche Wachstum des weiblichen Pronucleus zeigen. Die Geschlechtskerne bei a, b und c gehören je demselben Ei an.

Fig. 48. Verschmolzene Geschlechtskerne eines etwa 2 Stunden alten Eies.

Fig. 49. Ganz junger erster Furchungskern eines etwa $2\frac{1}{4}$ Stunden alten Eies.

Fig. 50. Erste Furchungsspindel eines etwa $2\frac{1}{4}$ Stunden alten Eies.

Fig. 51. Theilung der Äquatorialplatte in der ersten Furchungsspindel. Ei etwa 2 Stunden alt.

Tafel XXVI.

Vergrößerung der Fig. 52—80 = 740. Vgl. die Erläuterung der Taf. XXV.

Fig. 52. Aus neun Schnitten kombinirtes Bild der Spitze eines etwa 10 Minuten alten Eies. In die den Empfängnisfleck (ef) enthaltende Stelle ist aus dem nächsten Schnitt die Mikropyle (m), aus den benachbarten die Samenfäden 1—10 eingetragen. Samenfäden im Verhältnis etwas zu dick ausgefallen.

Fig. 53. Schnitt durch ein reifendes Spermatozoenbündel aus dem Hoden. Der Schmetterling war durch ein $\frac{1}{4}$ Minute währendes Eintauchen in kochendes Wasser abgetödtet.

Fig. 54. Ganz junges Spermatozoon aus dem Hoden. Konservierungsmittel:

FLEMMING'sche Flüssigkeit. *n*, Kern; *v*, Vacuole; *nb*, Nebenkern; *m*, Körperchen unbekannter Bedeutung.

Fig. 55. Ganz junges Spermatozoon aus dem Hoden. Konservierungsmittel: kochendes Wasser (vgl. Fig. 53). *n*, Kern; *nb*, Nebenkern.

Fig. 56. Schnitt durch ein reifes Spermatozoenbündel aus dem Hoden. Der Schmetterling war durch ein eine Minute währendes Eintauchen in Wasser von 70° C. abgetödtet. *n*, Kernregion; *h*, Hals.

Fig. 57. Figur aus einer Reihe benachbarter Schnitte kombinirt. *m*, Mikropyle; *s*, vom Boden des Empfängnisfleckes (*ef*) emporgestiegene Plasmasäule; *sp*₁, tiefer eingedrungenes Spermatozoon, schon umgeben vom Arrhenoid (*h*); *sp*₂, ein zweiter Spermatozoenkopf; *sf*, abgerissene Schwanzfäden der eingedrungenen Spermatozoen. Ei etwa 15 Minuten alt.

Fig. 58. Das Spermatozoon aus Fig. 2 stärker vergrößert, besteht aus Kerntheil (*c*) und einem achromatischen Fadenstück (*a*). Das Arrhenoid kommt zur Entwicklung und besteht aus dem hellen Fleck (*f*) und dem hellen Hof (*h*).

Fig. 59. Tiefer in das Ei eingedrungenes Spermatozoon. Buchstaben wie in Fig. 58. Aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt. Ei etwa $\frac{3}{4}$ Stunde alt.

Fig. 60. Wie Fig. 59. Ei 25—27 Minuten alt. Nicht kombinirt.

Fig. 61. Wie Fig. 59. Kopftheil *c* stäbchenförmig. Nicht kombinirt.

Fig. 62. Ansicht des spermatozoiden Kopfstäbchens (*c*) vom Rücken her. Das Arrhenoid (*h*) erstreckt sich noch auf den folgenden Schnitt. Ei etwa eine Stunde alt.

Fig. 63. Querschnitt durch ein Spermatozoon (*sp*), umgeben vom Arrhenoid (*h*). Stärker vergrößertes Stück der Fig. 3.

Fig. 64. Umriss des Plasmahofes eines Spermatozoon im Ei, zeigt die seitliche Stellung des Kopftheiles (*c*). Aus einem etwa 65 Minuten alten Ei.

Fig. 65. Aus einem 45—48 Minuten alten Ei. Buchstaben wie in Fig. 58.

Fig. 66. Wie Fig. 65. Pyramidenförmig gewordener Kopftheil (*c*) des Spermatozoon vom Faden (*a*) und dem Arrhenoid (*f*) getrennt.

Fig. 67. Aus einem etwa 65 Minuten alten Ei. Faden verschwunden, Kopftheil liegt seitlich.

Fig. 68. Aus einem 45—48 Minuten alten Ei. Kopftheil des Spermatozoon aufgebläht. Arrhenoid beginnt zu verschwinden.

Fig. 69. Stück eines Samenfadens im oberen Randplasma eines etwa $\frac{3}{4}$ Stunden alten Eies.

Fig. 70. Samenfaden aus dem Receptaculum seminis des Weibchens. Rasch getrocknet, mit ENRLICH's Hämatoxylin gefärbt. *n*, Kerntheil, das Übrige der Schwanz. Nur der Kerntheil und die darauf folgende Partie mit der Camera lucida gezeichnet, das Übrige ebenfalls gezeichnet, mit einem Faden gemessen und nun in der Figur in willkürliche Schlingen gelegt.

Fig. 71. Querschnitt durch den Empfängnisfleck (*ef*) mit den wohl zur Anlockung des Samens dienenden Sekretmassen (*s*).

Fig. 72. Die beiden ersten Embryonkerne, achromatisch geworden, in ihrem Plasmahof. Ei etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden alt.

Fig. 73. Zwei Tochterkerne in einem etwa 5 Stunden alten Ei.

Fig. 74. In dem achromatischen Embryonkern eines etwa 4 Stunden alten Eies tritt wieder Chromatin auf.

Fig. 75. Theilungsspindel eines Embryonkernes aus einem etwa 3 Stunden alten Ei, mit chromatischer Äquatorialplatte und zwei Polkörperchen. Aus zwei Schnitten kombinirt.

564 H. Henking; Unters. über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. I.

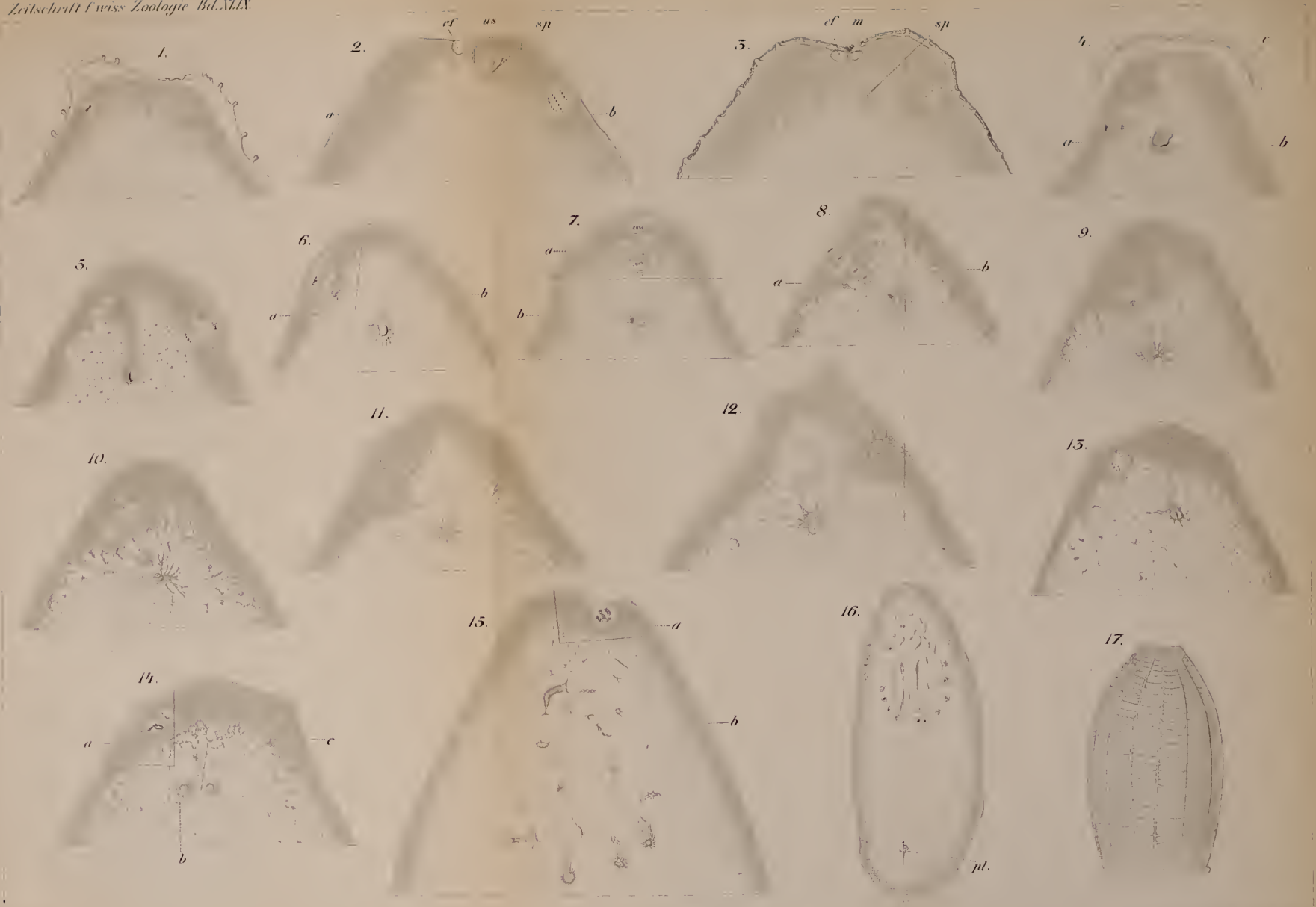
Fig. 76. Das Chromatin in den verschmolzenen Richtungskörpern ist wieder schleifenförmig geworden. Ei etwa 5 Stunden alt.

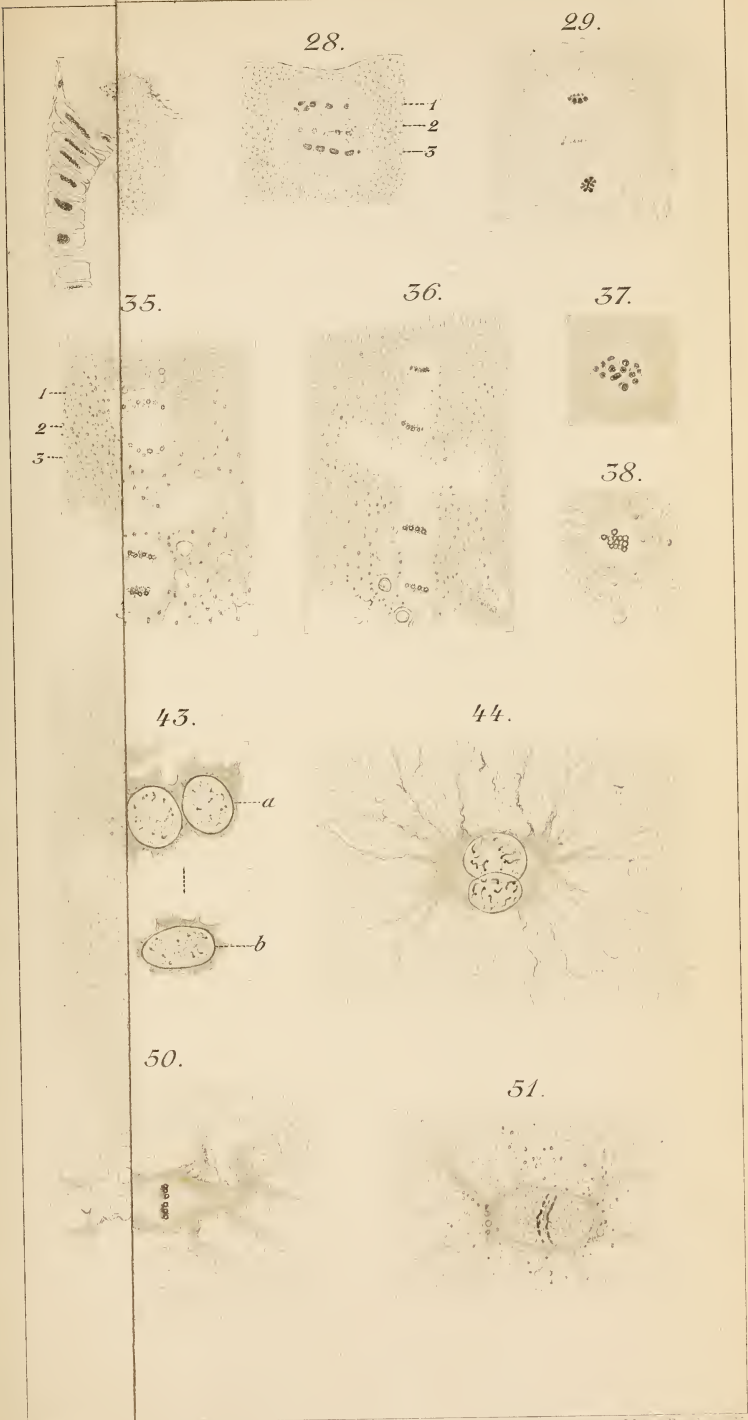
Fig. 77. Richtungskörper kurz vor der Verschmelzung. Ei etwa 2 Stunden alt.

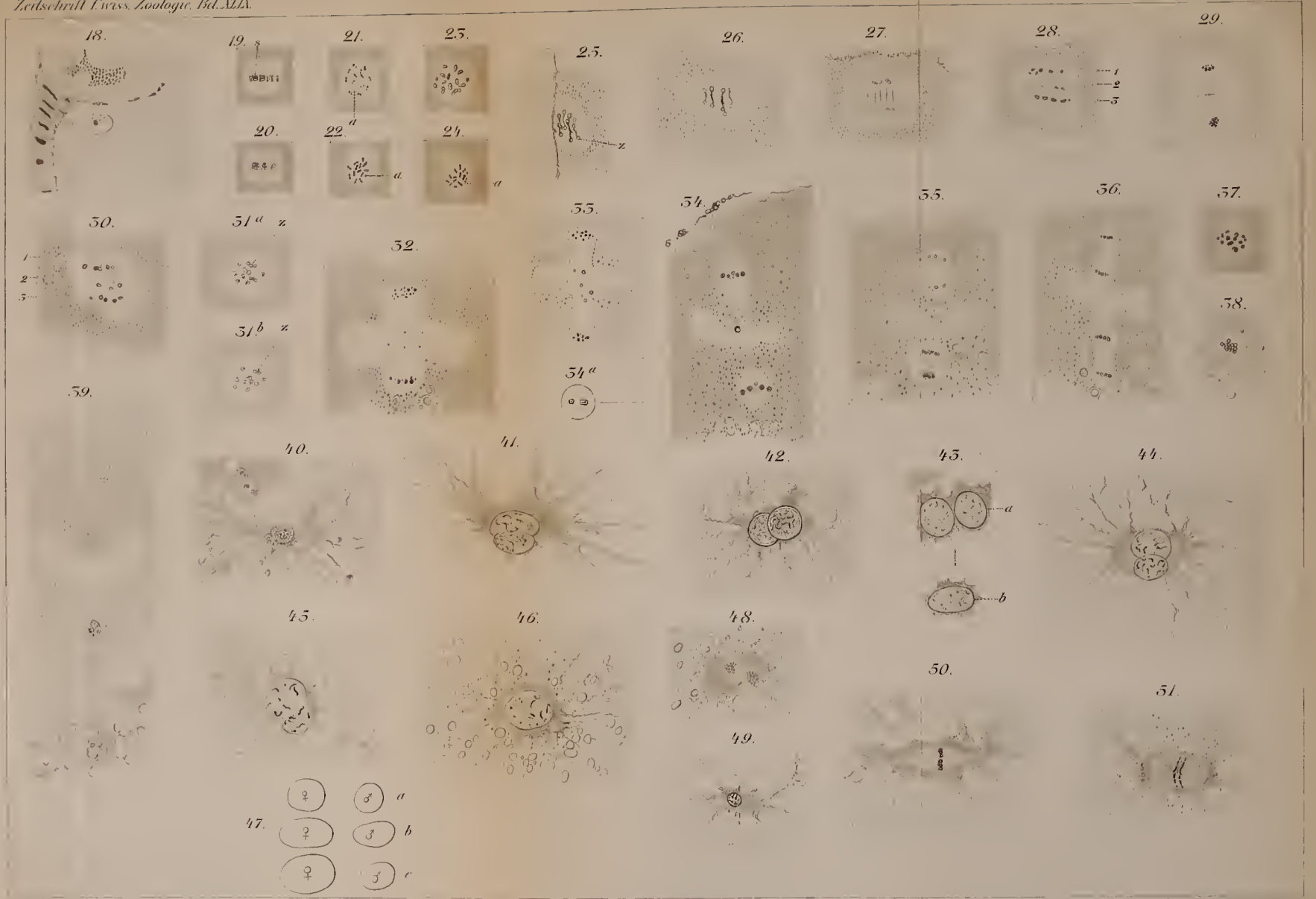
Fig. 78. Chromatin der Richtungskörper in Körnchengruppen übergegangen. Ei etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden alt.

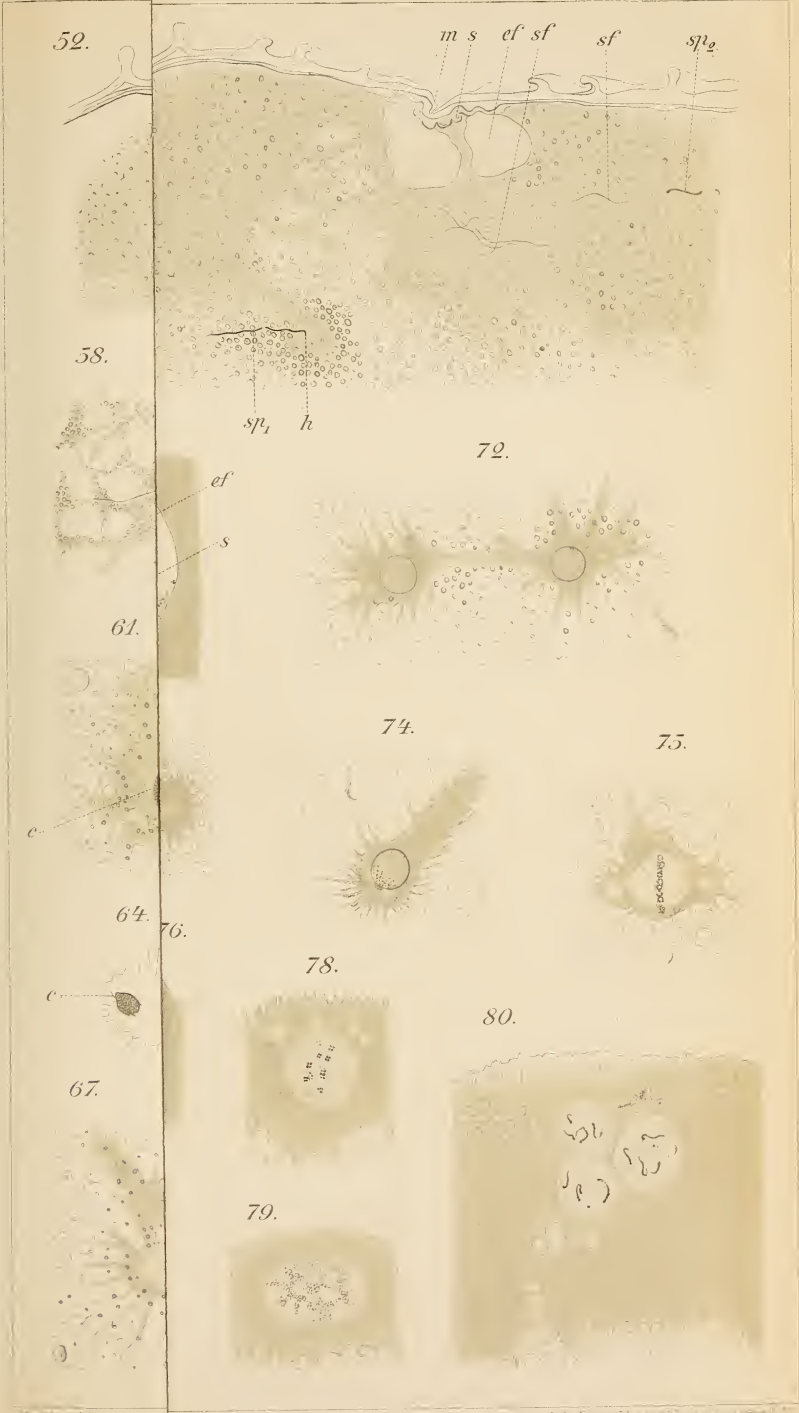
Fig. 79. Das Chromatin der verschmolzenen Richtungskörper beginnt sich zu vermischen. Ei etwa 4 Stunden alt.

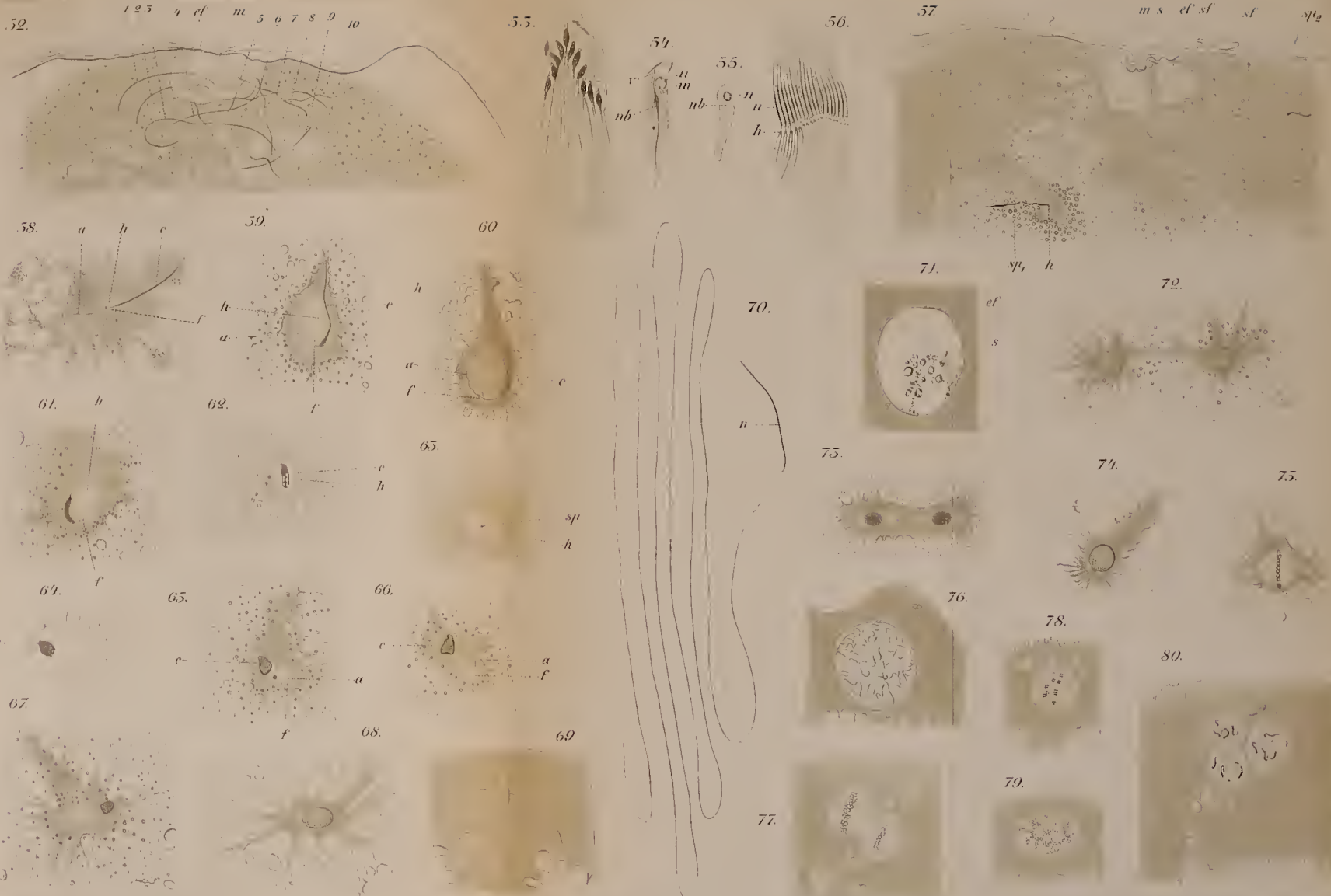
Fig. 80. Richtungskörper aus einem etwa 100 Minuten alten Ei. Chromatin schleifenförmig. Die Richtungskörper erscheinen ungleich groß, weil ungleich durchschnitten. Nur ein Schnitt dargestellt.











ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [49](#)

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

Artikel/Article: [Untersuchungen über die ersten
Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. 503-564](#)