

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten.

III¹. Speciöles und Allgemeines.

Von

H. Henking (Göttingen).

Mit Tafel I—XII und 12 Holzschnitten.

In vorliegender Abhandlung theile ich den Rest meiner Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten mit. Es wird sich zeigen, dass trotz mancherlei Abweichungen im Einzelnen das Gesamtbild ein sehr gleichmäßiges ist. Die erhaltenen Resultate lassen sich sehr wohl mit den bei anderen Thiergruppen erhaltenen in Einklang bringen, und gewisse von mir früher ausgesprochene Einwürfe finden eine, wie ich hoffe, zufriedenstellende Lösung.

Zu besonderem Danke verpflichtet bin ich Herrn Geheimrath EHLERS, welcher mich nicht nur mit Material, sondern auch mit Litteratur in liebenswürdigster Weise unterstützt hat. Herr Prof. A. FOREL in Zürich hatte die große Freundlichkeit, meine Bestimmung des *Lasius niger* L. zu revidiren und zu bestätigen. Herrn Professor PAUL MAYER in Neapel verdanke ich den Hinweis auf *Pyrrhocoris*, über welches Thier derselbe früher eine Monographie geschrieben hat.

Auch die Herren cand. rer. nat. TROBITIUS und cand. med. HENNEBERG sind mir durch Zuwendung von Material gefällig gewesen, wofür ich ihnen öffentlich meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

Was die im Nachfolgenden angewandten Bezeichnungen anbetrifft, so bemerke ich nur das Folgende: die Ausdrücke »Richtungskörperchen« und »Richtungskern« sind promiscue gebraucht, je nachdem die eine

¹ Theil I: Diese Zeitschr. Bd. XLIX, 3. Heft. 1890. p. 503 ff.

Theil II: Diese Zeitschr. Bd. LI, 4. Heft. 1894. p. 685 ff.

oder andere Bezeichnung im gegebenen Falle bequemer war. »Richtungsmasse« dagegen setzt eine Verschmelzung mehrerer Richtungskerne voraus.

Aus der ersten Richtungsspindel entsteht nach außen zu der erste Richtungskern. Die ihm gleichwerthige innere Kernsubstanz hat bisher keinen Namen erhalten. Da nun eine Beschreibung derselben oft umständlich ist, so habe ich häufiger diese Kernsubstanz mit dem Namen Spaltkern bezeichnet; jedoch geschah es nur, wenn die inneren Tochterchromosomen sich mit einer Kernvacuole umgeben hatten. Der Ausdruck Spaltkern soll die Eigenthümlichkeit desselben hervorheben, sofort wieder in eine Theilung überzugehen.

Über die von mir angewandten Methoden habe ich bereits an einem anderen Orte (33) ausführlicher Mittheilung gemacht.

I. Hemiptera.

3. Die ersten Entwicklungsvorgänge im Ei von *Pyrrhocoris apterus* L. Nebst biologischen Notizen und Züchtungsversuchen.

Mit Tafel I—III und 2 Holzschnitten.

1. Das Ovarium.

An dem Geschlechtsapparat der jungen Larve von *Pyrrhocoris*, welche etwa die halbe Länge des erwachsenen Thieres erreicht hat, lassen sich drei Theile leicht von einander unterscheiden: 1) der Endfaden, 2) das Keimfach, 3) der Ausführungsgang.

Das Keimfach als der mittlere Theil ist durch besonders angeordnete Zellen von den beiden anderen Stücken geschieden. Gestreckte Zellen ziehen nämlich in der Grenzregion querüber von einer Wand zur anderen. Es kommt zwischen Keimfach und Ausführungsgang, ähnlich wie es KORSCHOLT (49) (Taf. XVIII, Fig. 29) von *Carabus auratus* darstellt, zur Ausbildung einer bikonvexen Platte, indem die äußeren und inneren Zellen der Platte einen etwas gebogenen Verlauf nehmen. Nach dem Endfaden zu aber sitzt dem Keimfache eine pilzförmige Keule mit ihrem verschmälerten Fuße auf.

Darauf, dass der Geschlechtsapparat noch von bindegewebigen Hüllen überzogen ist, gehe ich nicht weiter ein.

Die Zellen des Keimfaches zeigen auf diesem jugendlichen Stadium noch keine Unterschiede. Ihre Leiber, sowie auch die Kerne sind hell, wenn mit Pikrinessigsäure konservirt, und die Kerne enthalten zerstreut die körnigen Chromatinmassen. — In der Anordnung der Kerne fällt

auf, dass dieselben in der Mitte des Keimfaches einen schmalen Raum freilassen, welcher von einer fädigen, von unten nach oben und seitlich sich erstreckenden Substanz erfüllt ist.

Sehr häufig sieht man Theilungsfiguren der Kerne des Keimfaches in den verschiedensten Stadien. Die Theilungen verlaufen, wie diejenigen der etwas älteren Thiere, welche alsbald geschildert werden sollen. Außerdem finden sich in diesen jugendlichen Ovarien bereits Gebilde, welche den *corps residuels* von VAN BENEDEN ähneln und ja bereits von O. HERTWIG in den Ovarien von *Ascaris megaloccephala* aufgefunden sind. Ich habe ein solches Körperchen aus einer etwas älteren Larve in Fig. 52 abgebildet. Es enthält ein etwas dunkleres Plasma als die normalen Zellen des Keimfaches, ist kugelig und birgt im Inneren eine verhältnismäßig große ziemlich homogene Kugel einer mit Karmin sich lebhaft färbenden Substanz. Seltener kommen in einem solchen Gebilde zwei derartig sich färbende Kugeln vor, wie ich in Fig. 52 a ein solches Gebilde aus dem Keimfach der jüngsten Larve abgebildet habe. Ich bin geneigt, diese Körperchen mit O. HERTWIG für degenerirte Zellen zu halten.

Wie die Larven älter werden, verändert der Geschlechtsapparat etwas sein Aussehen: das Keimfach verdickt sich, während der Endfaden und der Ausführungsgang dünner bleiben. Auch die Längendimensionen nehmen natürlich zu und bald wächst der Geschlechtsapparat von der in dem jüngsten von mir beobachteten Stadium kaum $1\frac{1}{2}$ mm betragenden Länge bis zu etwa $1\frac{1}{2}$ mm heran.

An diesen größeren Ovarien fällt Dreierlei sofort auf: 1) dass an dem Endfaden kein unteres keulenförmiges Stück mehr zu unterscheiden ist, 2) dass die zwischen Ausführungsgang und Keimfach quer vorgelegte Zellenplatte eine ganz beträchtliche Verdickung erfahren hat, und 3) dass im unteren Drittel des Keimfaches die jungen Eizellen bemerkbar werden.

Die Zellenplatte zwischen Keimfach und Ausführungsgang ist also zu einer Zellsäule geworden, indem ihre Zellen sich so zahlreich über einander thürmten, dass die Höhe der Säule deren Breite um mehr als das Doppelte übertrifft. Sie sind immer noch leicht daran zu erkennen, dass ihre Längserstreckung senkrecht zu derjenigen des Ovarialschlauches steht, dass ihre Kerne etwas abgeplattet sind gemäß der Gestalt der Zellen und dass der Zellinhalt sehr hell ist. Gegen das Keimfach hin ist keine scharfe Grenze der Zellsäule gegeben, vielmehr gehen deren Zellen in etwas älteren Ovarien ganz allmählich in solche des Keimfaches über.

Nach dem Ausführungsgange zu bleibt die Grenze viel deutlicher.

Der Ausführungsgang ist zu dieser Zeit noch gegen das Ovarium durch eine Zellschicht abgeschlossen und diese Zellschicht wird durch die nach unten vorgewölbte Zellsäule eingebogen.

Im oberen Ende des Keimfaches sind die Kerne und das umgebende Plasma noch von ähnlicher Beschaffenheit wie in den jüngsten Larven, nämlich Plasma und Kerne hell, letztere mit zerstreuten Chromatinkörnchen im Inneren. Weiter abwärts im Keimfach werden die Kerne größer und die Plasmamassen dunkler. Die Mittelzone des Keimfaches ist auch hier ziemlich frei von Kernen und von einem fädigen Plasma erfüllt, welches sich nach abwärts erstreckt, seitlich von den Kernregionen herkommend. Bei Ovarien, welche mit Pikrinessigsäure konserviert sind, verlaufen die Fadenbündel deutlich gesondert, durch helle Zwischenräume getrennt. Wendet man dagegen FLEMMINGsche Flüssigkeit an, so gerinnt der Inhalt des Keimfaches zu einer gleichförmigen Masse, in welcher zwar die Fadenzüge noch erkennbar sind; aber sie sind schwerer zu verfolgen, weil der Zwischenraum zwischen ihnen durch eine feinkörnige fast eben so stark gefärbte Masse ausgefüllt ist. Lückenräume sind im Keimfach jetzt nicht vorhanden, höchstens können die Kerne solche vortäuschen, welche mit ihrer hellen Grundsubstanz scharf gegen das dunkle Plasma abstechen. Sie sind jedoch durch ihre gleichmäßig runde Gestalt und an den deutlichen Chromatinkörnchen leicht als solche zu erkennen.

Sind auch keine scharfen Zellgrenzen im Keimfach vorhanden, so gruppirt sich das Plasma dennoch in einer gewissen Weise um einzelne Kerne oder Kerngruppen, wie an dem Verlauf der Faserung erkannt wird. Besonders deutlich tritt das an Präparaten hervor, welche mit Pikrinessigsäure konserviert wurden. Da scheint eine Schrumpfung des Plasmas im Keimfach eingetreten zu sein, und es haben sich dadurch die einzelnen Kernterritorien schärfer abgegrenzt und durch Zwischenräume getrennt. Am wenigsten deutlich ist das in der Spitze des Keimfaches wegen der dichten Lagerung der Kerne und der geringen Menge und schwachen Färbbarkeit des Plasmas; es nimmt an Deutlichkeit zu nach dem unteren Drittel des Keimfaches hin. Man sieht nämlich, wie der gewöhnlich mehrere Kerne einschließende Plasmaabschnitt sich nach der Mitte des Keimfaches hin zuspitzt und in einen Faden auszieht (ähnlich wie in Fig. 32). Nun ist ein Unterschied zu bemerken in so fern, dass die Kerne resp. Kerngruppen der oberen Hälfte des Keimfaches schräg nach abwärts gewandt sind und ihren plasmatischen Fortsatz in dem Mittelraum des Keimfaches nach abwärts entsenden, während die weiter unten folgenden Kernterritorien eine schräg nach innen und aufwärts geneigte Richtung erkennen

lassen und einen von Fibrillen durchzogenen Fortsatz haben, welcher sich in der Mittelzone des Keimfaches aufwärts erstreckt.

Was die Kerne anbetrifft, so sagte ich bereits, dass diejenigen der oberen Zone des Keimfaches kleiner sind, als die weiter abwärts folgenden. Das ist aber nicht der einzige Unterschied. Die Kerne der oberen Region enthalten viel weniger Chromatinkörnchen als diejenigen der mittleren Region. Ich habe einige der letzteren Kerne, welche dicht über der Zone der jungen Eizellen liegen, in Fig. 32 abgebildet. Sie sind oval bis rundlich und enthalten eine große Zahl von durch feine Fäden verbundenen Chromatinkörnchen. Einige derselben können beträchtlich größer sein als die übrigen und gelegentlich in Versuchung führen, an das Vorhandensein besonderer Nucleolen zu glauben. Die Kerngruppe liegt peripher im Keimfach und entsendet nach oben einen gemeinsamen plasmatischen Fortsatz (Fig. 32).

Die Region der soeben beschriebenen Kernkomplexe hört in den hier vorliegenden Altersstadien der weiblichen Geschlechtsorgane auf etwa am Anfange des unteren Drittels des Keimfaches. Zwischen den letzten Kernkomplexen lagern nun in ihren Plasmahöfen einzelne Kerne (Fig. 29, 30), welche mit den Kernkomplexen allerdings das gemeinsam haben, dass sie einen plasmatischen Fortsatz aufwärts in das Keimfach schicken. Sie weichen jedoch von den Kernkomplexen dadurch ab, dass sie 1) nicht nur peripher, sondern auch in der Mittelzone des Keimfaches gelagert sind. Es schwindet also in dieser Region die centrale Fasersäule. 2) Sie sind (zunächst wenigstens alle) etwas kleiner als die Kerne der vorhergehenden Region. 3) Sie liegen einzeln in einem besonderen Plasmahofe.

Frühzeitig lassen sich nun aber diese einzelnen Zellen nach der Beschaffenheit ihrer Kerne in zwei Gruppen theilen, *A* und *B*. Die Zellen der Gruppe *A* besitzen einen bläschenförmigen hellen Kern, welcher am meisten Ähnlichkeit mit den Kernen der obersten Keimfachzellen hat. Er enthält nicht sehr viele Chromatinkörnchen, welche meist der Peripherie anliegen, und oft ein nucleolusartiges Körperchen. Sie schließen sich nach unten und seitlich an jene mit ihnen sehr ähnlichen Zellen an, welche die jungen Eizellen Anfangs in dicker Schicht umgeben und offenbar das Follikelepithel bilden. Man sieht in ihnen dann häufig Theilungsfiguren der verschiedensten Stadien.

Die Zellen der Gruppe *B* liegen zwischen den soeben betrachteten der Gruppe *A*, und zwar dicht hinter der Region der Kernkomplexe, auch oft an der Peripherie des Keimfaches. Sie sind dadurch leicht kenntlich, dass sich in ihnen die Chromatinsubstanz in der Mitte der hellen Kernvacuole zusammengeknäuelte hat und allmählich Fadenform

annimmt, wie an den über den Rand des Knäuels vorstehenden Fadenenden weiterhin bemerkbar wird. Neben dem Fadenknäuel sieht man oft einen deutlich gesonderten kompakteren Chromatinkörper (Fig. 30).

Wir haben in den Zellen der Gruppe *B* nichts Anderes vor uns als die jungen Eizellen; denn sie sind durch alle Übergänge mit jenen weiter abwärts im Ovarialschlauch folgenden Zellen verknüpft, wo an der Deutung kein Zweifel sein kann. Es nimmt nämlich die Menge des den Kern umgebenden Plasmas in ihnen allmählich zu und es wächst die Kernvacuole. So bildet sich zuerst ein größerer heller Raum um den Knäuel von Chromatinschleifen, dann beginnen sich diese zu lockern, so dass nun die einzelnen Fäden auf längere Strecken verfolgt werden können. Schließlich sind die Fäden gleichmäßiger im Kernraum ausgebreitet, wie es Fig. 34 veranschaulichen mag. Die Zahl der Chromatinfäden festzustellen ist aber selbst in diesem aufgelockerten Zustande nicht möglich, da ihre Zahl zu groß, ihre Kreuzungen zu zahlreich und ihre Endigung oft zu unsicher ist.

Der nucleolusartige Körper behält seine kompakte Form länger als der Fadenknäuel. Wenn dieser aber völlig gelockert ist, vergrößert sich auch dessen Oberfläche, indem er knotenförmige Vorsprünge erhält, so dass er schließlich wie ein Haufen von Körnchen erscheinen kann (Fig. 34 *nc*).

Es fragt sich nun, wie die vier Arten von Kernen, welche in den jüngeren Ovarien unterschieden werden können, mit einander in Verbindung gesetzt werden müssen. Wir hatten nämlich getrennt: 1) die Kerne aus dem oberen Ende des Keimfaches, welche ähnlich aussehen, wie der in Fig. 29 abgebildete; 2) die Kernkomplexe der zweiten Region des Keimfaches (Fig. 32); 3) die Mutterzellkerne der Follikelzellen (Fig. 29); 4) die jungen Eizellkerne (Fig. 30, 34). — Für die Erkennung der Werthigkeit derselben würde das Studium der Theilungsfiguren entscheidend sein. Ein Vergleich z. B. mit dem Ovarium von *Rhodites* begünstigt die Auffassung, dass wir es in den Kernkomplexen der zweiten Region mit Äquivalenten der Nährzellen anderer Insekten zu thun haben. Ich nähere mich mit dieser Auffassung der z. B. von WIELOWIEJSKI (78) vertretenen Ansicht (p. 375).

Ich habe in den zahlreichen von mir geschnittenen larvalen Eiröhren übereinstimmend nur in zwei Regionen Theilungsfiguren angetroffen, und zwar einerseits im oberen Ende des Keimfaches, also im Bereiche der soeben mit Nr. 1 bezeichneten Kerne, andererseits unten im Keimfach im Bereiche der Kerne Nr. 3 und 4. In der Region der Kernkomplexe (Nr. 2) habe ich niemals etwas von Theilungsfiguren

bemerkt, obgleich ich Tausende von Kernen darauf hin untersucht habe in Ovarien, welche an anderen Stellen zahlreiche karyokinetische Stadien aufwiesen.

Es würde weit eingehendere Studien erfordern, als ich sie in dieser Richtung unternommen habe, wollte man genau feststellen, wie die verschiedenen Kerne sich allmählich ausbilden. Es ist aber wohl kein Zweifel daran, dass die Theilungen der in der Spitze des Keimfaches gelegenen Kerne für alle übrigen den Ausgangspunkt bilden; denn diese Theilungen sind bereits vorhanden, wenn die drei weiteren Kernformen noch nicht ausgebildet sind.

Nun senden die jungen Eizellen (Fig. 30, 34) ihre plasmatischen Fortsätze weit aufwärts in dem centralen Raume des Keimfaches, und wenn diese Fortsätze auch nicht bis zu den Mutterzellen in der oberen Spitze des Ovarialschlauches heranreichen, sondern vorher aus einander fasern, so deutet doch die Richtung der Plasmafortsätze darauf hin, von wo die jungen Eizellen hergekommen sind. Sie werden begleitet von jenen anderen Zellen (Fig. 29), welche ich für die Mutterzellen des Follikelepithels halten möchte.

Wie dem nun aber auch sei, so viel ist sicher, dass alle die genannten Theilungen nach demselben Schema verlaufen. Es ist in der Hinsicht kein Unterschied zwischen dem oberen und unteren Ende des Keimfaches vorhanden. Wenn es mir gelang, die Zahl der Chromosomen bei Polansicht einer Äquatorialplatte festzustellen, so kam ich stets etwa auf die Zahl 24 (Fig. 33, 37). Schwankungen um zwei oder drei Elemente (nach unten hin) können natürlich bei den winzigen Figuren aus dem Grunde leicht eintreten, weil es zuweilen unmöglich ist, die Zusammensetzung eines Körperchens zu erkennen, wenn etwa zwei derselben sich dicht an einander gelagert haben. So würde man auf eine etwas geringere Zahl kommen als 24. Außerdem sind die einzelnen Chromosomen bei Polansicht erheblich ungleich gestaltet, wie Fig. 33 und 37 erkennen lässt. Bei Seitenansicht erscheinen sie in gleicher Weise wie diejenigen der Ursamenzellen zunächst rundlich, ähnlich wie in Fig. 35, erfahren aber bald eine Einschnürung in der Mitte (Fig. 33 oben, Fig. 36), um schließlich halbirt zu werden (Fig. 37, rechts). Es ist also in gleicher Weise wie in den Ursamenzellen unseres Thieres hier eine Äquationstheilung anzunehmen derart, dass die 24 Mutterchromosomen eine Spaltung in zweimal 24 Tochterchromosomen erfahren. Die Spindelfäden sind deutlich (Fig. 36), konvergieren nicht immer nach einem Punkte, und Polkörperchen habe ich mit Sicherheit nicht gesehen, eben so wenig deutlich plasmatische Strahlungen. Beim Auseinanderweichen der Tochterchromosomen kommt es zur Ausbildung

eines leicht wahrnehmbaren Bündels von Verbindungsfäden. Die Anfangs- und Endstadien dieser Theilungen verlaufen in durchaus typischer Weise, so dass ich darüber weiter nichts zu sagen brauche.

Bieten die Theilungsstadien im oberen Ende des Keimfaches in Bezug auf Größe, Zahl und Anordnung der Chromosomen stets denselben Anblick, so dass ich nicht anstehe, für sie alle dieselben Theilungsverhältnisse anzunehmen, so gilt das Gleiche auch für die Zellen des unteren Keimfaches. Die Theilungen in dieser Region sind überhaupt den vorhin betrachteten ganz außerordentlich ähnlich. Auch hier haben wir die Einheit der Chromosomen bei Seitenansicht unzweifelhaft zu bejahen (Fig. 35). Und erscheinen sie von der Seite etwa kugelig, so gewährt die Polansicht einer Spindel (Fig. 34, 38) denselben Anblick von unregelmäßigen, eckigen, verschieden großen Chromatinkörnchen, wie wir ihn bereits oben kennen gelernt hatten. Auch hier dürfen wir die Zahl 24 als die Norm festhalten, wie durch Fig. 34 und 38 erläutert wird. Man sieht, dass im ganzen Habitus der Figuren keine erheblichen Abweichungen von denen aus dem oberen Keimfach (Fig. 33, 37) vorhanden sind. Auch die achromatischen Spindelfäden sind deutlich, mit regelmäßiger polarer Zuspitzung. Polkörperchen habe ich nicht sicher erkannt, plasmatische Strahlungen nur gelegentlich andeutungsweise wahrgenommen.

Hervorheben will ich noch, dass zarte achromatische Fäden auch die Chromosomen der Spindelfigur unter einander und mit der Umgebung verknüpfen. Es geschieht das sowohl oben wie unten im Keimfach (Fig. 33, 34). Wir haben hier also das gleiche Verhalten, wie ich es in den Samenzellen von *Pyrrhocoris* feststellte. Auch bei den Bindegewebszellen werden wir es wiederfinden.

Zusammenfassend möchte ich also sagen: Da die Ureizellen, welche unzweifelhaft als die Mutterzellen der weiter abwärts im Ovarium sich findenden Zellelemente angesehen werden müssen, unverkennbar 24 Chromosomen enthalten und da am unteren Ende des Keimfaches ebenfalls zahlreiche Theilungsfiguren mit 24 Chromosomen beobachtet werden, während niemals hiervon abweichende Theilungsformen in der gesammten Ausdehnung des Keimfaches vorkamen, so scheint mir keine andere Annahme möglich zu sein, als diejenige, im Kerninhalte aller Zellelemente des Keimfaches, also auch der jungen Eizellen (Eimutterzellen HERTWIG's), 24 Chromosomen als vorhanden anzunehmen.

Wenn WIELOWIEJSKI (78) angiebt, dass die zelligen Elemente in der Umgebung der centralen Plasmasäule Kontouren besitzen, welche »meist mit prägnantester Schärfe sowohl auf medialen wie auch mehr seitlich

geführten Längsschnitten hervortreten«, so habe ich Derartiges an meinen Präparaten nicht gesehen. Aus der Angabe, dass die Kerne nahe an einander in mehreren Reihen gelegen seien, erhellt, dass Verfasser die von mir als Nr. 2 bezeichneten Kerne im Auge hat. Dass die centrale Plasmasäule längsstreifig sei, hat Verfasser ebenfalls gesehen. Wenn derselbe jedoch von den jungen Eizellen sagt, dass dieselben »Ausläufer nach oben treiben, welche zwischen, oder auf die Außenseite der jüngeren, oberhalb gelegenen Eizelle dringen und in die Endkammer gelangen«, so kann ich dieser Auffassung natürlich nicht beitreten, da es mir unzweifelhaft zu sein scheint, dass die Zellen nach abwärts rücken und durch plasmatische Bahnen noch mit jener Gegend in Zusammenhang stehen, von welcher sie herkommen. WIELOWIEJSKI hat bereits beobachtet, dass das Chromatin der jüngsten Eizellen eine andere Beschaffenheit hat, als dasjenige der älteren, was sich besonders in ihrem Verhalten gegen Methylgrün äußert. Diese Ansicht habe ich völlig bestätigen können.

Die mit gesperrter Schrift gemachte Angabe von KORSCHOLT (50), dass die drei Zellelemente der Eiröhre, welche er als Ei-, Nähr- und Epithelzellen unterscheidet, »durch direkte Umwandlung der Elemente der Endkammer ihren Ursprung nehmen«, kann ich in dieser Fassung nicht für richtig halten, wohl aber mit der Modifikation, dass sie aus Theilungen derselben hervorgehen.

Die vier von mir beschriebenen Kernarten des ovarialen Endfaches sind aus den Abbildungen, welche WILL (79) von *Nepa* und *Notonecta* giebt, leicht zu erkennen, besonders gut in seinen Fig. 3 und 4, nämlich 1) die kleinen Kerne (der Ureier) in der Spitze des Keimfaches, 2) die größeren Kerne neben der centralen Plasmasäule des Endfaches und 3) weiter unten die Eizellen mit 4) den kleinen Kernen der Follikelzellen dazwischen.

Im Übrigen ist das Ovarium speciell von *Pyrrhocoris* ausführlicher von WIELOWIEJSKI und KORSCHOLT beschrieben worden, welche die einzelnen von mir unterschiedenen Kernarten bereits erkannt haben, ohne dass sie jedoch auf die Verhältnisse bei der Theilung derselben eingegangen wären. Hieraus wird es verständlich, dass diese Autoren in Bezug auf die allgemeine Auffassung in einigen Punkten von mir abweichen.

Bereits in meinen Mittheilungen (37) über die Spermatogenese von *Pyrrhocoris* gab ich an, dass die Körperzellen unseres Thieres, so weit meine Untersuchungen gehen, ebenfalls die Zahl 24 zur Grundlage haben. Fig. 46 und 47 stellen zwei Bindegewebszellen aus der

Hülle eines larvalen Ovariums dar, welche ihre Chromatinsubstanz zu einer Äquatorialplatte angesammelt haben. Man zählt in beiden bei Polansicht 24 Chromosomen, welche einen ganz ähnlichen Anblick darbieten, wie diejenigen des Keimfaches. Einige von ihnen sind aber vielleicht etwas länger gestreckt, als wir es vorher fanden, dabei oft merkwürdig gebogen und eingeschnürt. Ihre Oberfläche ist zackig und die von ihnen ausgehenden feinen Fortsätze scheinen jenes Netzwerk herzustellen, welches aus achromatischen Fäden bestehend, den Kernraum durchzieht (Fig. 46, 47). So ist es bei den mit FLEMMING'S starker Flüssigkeit konservirten und mit Safranin gefärbten Zellen.

Die Theilung der Bindegewebszellen verläuft in der gewöhnlichen Weise. Die achromatischen Fasern der eigentlichen Kernspindel sind besonders nach Einwirkung von Pikrinessigsäure gut zu erkennen. Polkörperchen sowie eine deutliche Plasmastrahlung habe ich nicht wahrgenommen.

Zu meiner früheren Angabe, dass unter den Bindegewebszellen auch solche mit vermehrter Chromosomenzahl vorkommen, gebe ich in Fig. 39 eine Illustration. Wir zählen 48 Chromosomen. Sonst bietet diese Zelle, abgesehen von ihrem etwas größeren Umfange und dem mehr hervortretenden Größenunterschiede der chromatischen Elemente kaum irgend welche Besonderheiten. Man sieht gelegentlich auch weiter vorgeschrittene Theilungsstadien von solchen abnormen Zellen.

Die Theilungen, welche die Zellen des Cylinderepithels aus dem Oviduct durchmachen, verlaufen ebenfalls nach demselben Schema. Ich habe in Fig. 54 drei Zellen aus einem Längsschnitte des Oviducts abgebildet und sieht man daselbst zwei Kerne in Ruhe und einen mit ausgebildeter Äquatorialplatte. Oben sind zwei Kerne zu sehen, welche der bindegewebigen Umhüllung des Oviducts angehören.

Man erkennt aus dem Bilde nicht nur, dass die Chromatinsubstanz des in Theilung befindlichen Kernes ganz erheblich an Masse zugenommen hat gegenüber den ruhenden Kernen (diese enthalten oft zwei nucleolusartige Gebilde), sondern auch, dass sie wiederum in 24 einzelne Komplexe angehäuft ist von ähnlicher Beschaffenheit, wie in allen den bisher betrachteten Fällen. Fig. 53 stellt einen anderen Kern ebenfalls aus der Eileiterwandung dar und ist genau in derselben Weise gebaut, wie auch alle übrigen. — Die Fasern der Kernspindel sind deutlich, Polkörperchen und Plasmastrahlung nicht mit Sicherheit wahrzunehmen.

Wir bekommen also das Resultat, dass die untersuchten Körperzellen von *Pyrrhocoris* in gleicher Weise wie auch die Elemente des ovarialen Keimfaches (Ureier etc.) normal 24 Chromosomen enthalten.

2. Die Entwicklung des Eies bis zur Ablage.

Das Ei steht noch sehr lange durch einen plasmatischen Stiel mit der centralen Säule des Keimfaches in Verbindung. In älteren Eiern ist dieser Stiel durch die Reihe der nach dem Keimfach zu aufgeschichteten Eier an die Seite gedrückt. Besonders bei Behandlung mit Pikrinessigsäure erscheint in ihm eine auffallend deutliche parallel faserige Struktur (Fig. 34). Im Eikörper selbst strahlen die Fasern aus, oft unter wellenförmigen Biegungen, und scheinen in die groben Maschen des Plasmanetzes überzugehen (Fig. 34). In welcher Weise späterhin in den Maschen des Netzwerkes die Dotterkörner auftreten, interessiert hier weiter nicht. Darin sind keine Besonderheiten vorhanden. Weiter abwärts im Ovarium schwellen die Eier durch die Dottermassen mächtig an; nur spärliche Plasmafäden werden zwischen ihnen bemerkt, am Rande aber bleibt das Plasma ringsum in etwas dickerer Schicht liegen.

Wir hatten gesehen, dass der Kern des jungen Eies eine bläschenförmige Gestalt hatte (Fig. 30). In dem hellen Kernraume lagern die Chromatinfäden aufgeknäuel. Wie dann der Kern wächst, setzt er sich mit einer membranartigen Grenze gegen das Plasma ab (Fig. 34), und so verhartet er lange. Die Chromatinfäden sehen etwas rauh aus und lassen in ihrer Erstreckung in so fern noch eine Besonderheit erkennen, als sie aus durch kleine hellere Zwischenräume getrennten feinen Pünktchen zu bestehen scheinen. In etwas älteren Eiern werden die Fäden unregelmäßiger, tragen knotenförmige Anschwellungen, verflechten sich mehr mit einander und durchziehen den Kernraum ganz unregelmäßig. Gleichzeitig scheint ihre Färbbarkeit etwas abzunehmen.

Noch deutlicher tritt die geringe Färbbarkeit hervor, wenn man mit heißem Wasser konserviert, nachher aber gute Kernfärbungsmittel benutzt, wie Hämatoxylin oder Saffranin. Der Kern ist als eine helle Blase zwar von dem scharf tingierten Plasma abgesetzt, enthält jedoch in seinem Inneren nur zerstreute Häufchen einer schwach gefärbten Chromatinsubstanz. Was die Lage des Kernes in diesen jüngeren Eiern anbetrifft, bei welchen die Ausscheidung der Dottermassen eben erst beginnt, so will ich gleich bemerken, dass der Kern sich im unteren Ende des Eies befindet.

Vergleichen wir mit den bisher geschilderten Verhältnissen den Bau des Kernes in fast erwachsenen Eiern, und zwar unter Benutzung der letzterwähnten Konservierungsmethode, so stellen wir leicht fest, dass der Kern durch den Druck der Dottermassen ganz an die Oberfläche des Eies gedrängt ist (Fig. 56). Er hat auch nicht mehr die Gestalt eines scharf begrenzten Ellipsoides oder einer Kugel, sondern ist vielfach

eingebuchtet und in Spitzen ausgezogen, wie es Fig. 56 bei Seitenansicht, Fig. 57 von der Fläche und Fig. 55 in stärkerer Vergrößerung erkennen lässt.

Der Vergleich der bei derselben Vergrößerung gezeichneten Fig. 34 und 55 demonstriert die bedeutende Größenzunahme, welche der Kern des fast gereiften Eies (Fig. 55) erfahren hat. Aber weiterhin ist auch klar, dass die Vermehrung der Substanz anscheinend nur die helle Inhaltsmasse des Kernes betroffen hat. Die Chromosomen lassen eher eine Verminderung vermuthen. Jedenfalls ist eine nicht unbeträchtliche Verkürzung derselben eingetreten.

Von besonderem Interesse ist nun aber die Zahl der Chromosomen in diesen großen Keimbläschen. Die Größe der Kerne begünstigt eine räumliche Trennung derselben und in gleicher Weise ist die Verkürzung der Chromosomen von Vortheil. Als ein fernerer günstiger Umstand muss angeführt werden, dass die Färbbarkeit der Chromosomen wieder beträchtlich zugenommen hat im Vergleich mit den zuletzt erwähnten jüngeren Stadien.

Mussten wir für die jüngsten Eizellen nach den oben mitgetheilten Beobachtungen 24 Chromosomen als die Norm annehmen, so habe ich auf diesen älteren Stadien eine so hohe Ziffer niemals erhalten. In vier von mir genau gezeichneten Fällen habe ich je einmal 12 und 13 getrennte Elemente (Fig. 55) erhalten, ferner zweimal 14 Elemente. Bei diesen Zahlen habe ich den nachtheiligen Umstand wohl berücksichtigt, dass durch die Größe des Keimbläschens die Chromosomen auf zwei oder gar drei Schnitte vertheilt werden.

Bei Betrachtung der Chromosomen (Fig. 55) fällt auf, dass dieselben zwar zum Theil einheitlich erscheinen, zum Theil aber unverkennbar kugelförmige Anschwellungen erkennen lassen. Die Kügelchen haben die Dicke des Chromatinfadens, und findet man deren zwei bis vier zusammen liegend, wie es aus Fig. 55 erhellt.

Eine weitere wichtige Veränderung zeigen die zur Ablage reifen Eier des Ovariums: die große Kernblase (Fig. 56, 57) ist in ihnen völlig verschwunden. Sie hat sich in das Plasma vertheilt. Die in jüngeren Eiern von einem verhältnismäßig großen hellen Raume umschlossenen Chromosomen sind jetzt auf einen viel kleineren Raum angewiesen, wie ein Vergleich der mit denselben Vergrößerungen gezeichneten Fig. 56 und 58, 59 sofort ergibt. Die Chromosomen liegen in den mir zu Gebote stehenden Präparaten im Randplasma, welches um sie eine kleine Verdickung bildet. An mit Boraxkarmin gefärbten Präparaten ist die Färbung auch in unmittelbarer Umgebung der Chromosomen dieselbe wie diejenige des Eiplasmas.

Was die Form der Chromosomen anbetrifft, so ist dieselbe jetzt recht regelmäßig und gleichförmig. Sie erscheinen als kurze in der Mitte eingedrückte Stäbchen. In dem Falle der Fig. 59 und 58 liegen sie in einer Ebene parallel zur Eioberfläche. Nur in so fern ist ein Unterschied vorhanden, als die Stäbchen sämmtlich mit ihrer Längserstreckung parallel zur Oberfläche des Eies gelagert sein können (Fig. 58), oder theilweise auch senkrecht dazu (Fig. 59).

In dem völlig gereiften ovarialen Ei findet man folgende Beschaffenheit und Anordnung seiner einzelnen Bestandtheile: 1) die bei Weitem größte Masse des Eies bildet die Dottersubstanz. Auf Schnitten, welche ja ausschließlich zur Untersuchung des feineren Baues verwendet werden können, erscheint dieselbe als aus Dotterkugeln zusammengesetzt, welche in der Mitte des Eies ziemlich in Größe übereinstimmen, während am Rande sich meist kleine befinden (Fig. 80). Die Dotterkugeln erscheinen dadurch höchst unregelmäßig, dass sich an ihrer Oberfläche zahlreiche in Größe und Aussehen recht ähnliche Gruben einstellen, welche eine sehr regelmäßige Gestalt haben und am besten mit den Löchern im Schweizerkäse verglichen werden können. Besonders auffallend wird das Bild der Schnitte dadurch, dass sich an den Berührungstellen von zwei oder mehreren Dotterkugelchen sich die Lücken derselben zu sehr genau kugeligen Räumen ergänzen. Es ist dieses von mir bei keinem anderen Insektenei je beobachtete Vorkommen übrigens nicht im Bau der Dotterkugelchen begründet. Denn die Dotterkugelchen frisch zerdrückter Eier sind völlig rund.

2) Die Dottersubstanz ist ringsum eingeschlossen von einem dünnen plasmatischen Mantel¹, welcher durch Karmin ziemlich intensiv gefärbt wird und ein feinkörniges Aussehen hat. An der Innenseite ist dieser Plasmamantel unregelmäßig begrenzt, weil sich die Dotterkugeln in ihm gewissermaßen ein- und abdrücken (Fig. 80). Von den zarten Plasmafortsätzen, welche vom Rande ausgehend die Dottermassen durchsetzen, ist wegen der dichten Lagerung der Dotterkugeln gewöhnlich nicht viel zu sehen und treten sie nur dann stärker hervor, wenn der eingedrungene Samenfaden einen plasmasammelnden resp. -bildenden Einfluss ausübt.

3) Die Kerntheile finden sich in einer etwas verdickten Stelle des peripheren Plasmamantels. Sie liegen ganz auf der Seitenfläche des Eies, ungefähr in der Mitte zwischen beiden Eipolen (Fig. 5, 24). Seltener sind sie etwas mehr nach dem vorderen Pole gerückt (Fig. 2, 9),

¹ Ich bemerke hierbei, dass die Totalbilder (Fig. 4—9 etc.) der Tafel I und II in so fern einen falschen Eindruck geben, als Plasma- und Kerntheile im fünffachen Maßstabe des Gesamtumrisses eingezeichnet sind.

häufiger dagegen dem hinteren Pole etwas angenähert (Fig. 4, 6—8). Der Quere nach ist die Lage der Kerntheile nicht zu bestimmen.

3. Von der Ablage des Eies bis zur Ausbildung des ersten Richtungskörperchens.

Es gelang mir in einigen Fällen, Eier aus den Leitungswegen zu erhalten, indem ich bei der Ablage begriffene Thiere rasch ergriff und in kochendes Wasser untertauchte. Oft allerdings untersucht man ein in dieser Weise abgetödtetes Thier vergeblich, weil dieselben sich ihrer Eier ohne Unterbrechung zu entledigen pflegen und daher auch keinen eigentlichen Aufbewahrungsort für die Eier im Oviduct oder der Vagina besitzen, wie z. B. die vielfach beim Ablegen gestörten Fliegen (HENKING 32). — Die so in den Leitungswegen gefundenen Eier geben die beste Garantie für die Vollreife noch unbefruchteter Eier. Die Kernplatten liegen auch in ihnen oft noch geneigt zu der Eioberfläche und diesem Umstande habe ich es zu danken, dass ich auf medianen Schnitten die Polansichten der Äquatorialplatten erhalten habe. Ich vermochte nun mit aller Sicherheit festzustellen, dass z. B. in dem in Fig. 60 abgebildeten Präparate 12 Chromosomen vorhanden sind zum Theil in Hantelform, zum Theil als einfache Kügelchen erscheinend. Einige dieser letzteren könnten immerhin auch dadurch zu Stande kommen, dass man ein hantelförmiges Körperchen von der schmalen Seite sähe. Übrigens gilt das nicht für alle Kügelchen, indem einige recht konstant kugelförmig gefunden werden. Solche bei reiner Polansicht kreisförmig aussehende Körperchen finden sich mit besonderer Vorliebe in der Mitte der Äquatorialplatte, während die übrigen eingeschnürten Stäbchen sie im Kreise umgeben (Fig. 60, 83).

Da die meisten Chromosomen sowohl bei Polansicht, als auch von der Seite gesehen eine Hantelform darbieten, so folgt daraus mit einiger Nothwendigkeit, dass dieselben vierzählig, also gewissermaßen aus vier Kügelchen zusammengesetzt sind, ein Verhalten, welches in gleicher Weise z. B. auch bei *Pieris brassicae* von mir festgestellt wurde (HENKING 36). Die bei Polansicht als einzelne Kügelchen erscheinenden Chromosomen (Fig. 60, 83) dagegen wären nur zweizählig, da bei Seitenansicht sie aus zwei über einander liegenden Kügelchen bestehen würden. Denn ich erinnere mich nicht, bei Seitenansicht jemals ein einzelnes Kügelchen gesehen zu haben. So leicht es aber ist, sich bei Seitenansicht davon zu überzeugen, dass die Chromosomen scheinbar aus zwei über einander liegenden Kügelchen bestehen (Fig. 61), so schwierig ist es, sich von der Vierzähligkeit zu überzeugen. Mit voller Sicherheit ist es mir eigentlich nicht gelungen; jedoch kann z. B. das

in Fig. 64 ganz rechts liegende Chromatinelement in diesem Sinne ausgedeutet werden, und so habe ich es noch einige Male gesehen.

Bereits wenige Minuten nach der Ablage des Eies trennen sich nun die Chromosomen je in zwei Theile und diese weichen aus einander. Es ist auffällig, dass ich alsbald nach der Halbierung der Chromatinmassen in den einzelnen Bestandtheilen sehr viel deutlicher die oben ja bereits für die größte Zahl geforderte Zweitheilung habe beobachten können (Fig. 62), als wenn die einzelnen Chromosomen sich schon wieder zu einer Theilung rüsteten.

Die Chromosomen rücken nun zu den Tochterplatten rasch aus einander, ohne dass ich von einer eigentlichen Kernspindel dabei etwas gesehen hätte. Zwar ist der die Chromosomen der Fig. 64 umgebende Raum längsgestreift, von einer Polplatte oder gar Polkörperchen habe ich bei der von mir angewandten Methode nichts wahrnehmen können. Ebenfalls zeigen die weiter vorgerückten Theilungsstadien wie in Fig. 63, 64, 65, 78, 79 von eigentlichen Spindelfasern nichts.

Etwas Anderes ist es mit den Verbindungsfasern. Zwar sind auch diese außerordentlich zart und keineswegs mit Deutlichkeit weiter zu verfolgen; aber auf ihr Vorhandensein möchte ich es schieben, dass nun auch eine aus getrennten kleinen Körperchen bestehende Zellplatte (Fig. 64, 79 *Kp*) zwischen den aus einander weichenden Tochterplatten sichtbar wird. An günstigen Präparaten kann man nämlich hier und da sehen, dass eine zarte Linie von einem Chromosomen herkommt, dann in der Mitte der Figur, oder mehr dem äußeren Ende derselben genähert, etwas stärker anschwillt, um auf der anderen Seite eben so zart auszulaufen und in der Richtung auf ein dem ersten gegenüberliegendes Chromosom zuzustreben. Ich habe diese Auffassung in Fig. 73 schematisch dargestellt.

Wenn die Tochterchromosomen aus einander weichen, verändert sich über ihnen die Oberfläche des Eies. Man bemerkt eine gelinde Einziehung über dem äußeren Pole der Richtungsspindel (Fig. 63, 79), ferner aber eine tiefer und tiefer einschneidende Ringfurche, welche etwa über der Grenze zwischen Spindelbezirk und Plasma von der Oberfläche des Eies her einsetzt (Fig. 63, 79). Diese Furche geht nun aber nicht senkrecht in das Ei hinein, wie es Anfangs den Anschein hatte, sondern sie verengt ihren Durchmesser, sobald sie in gleiche Höhe mit der äußeren chromatischen Tochterplatte gekommen ist, so dass im Längsschnitt gesehen ihre tiefste Stelle von beiden Seiten auf einander zustrebt (Fig. 64). Indem die unteren Ränder so immer mehr einander zuneigen, wobei die Furche noch etwas tiefer wird (Fig. 65, 64), kommt es schließlich zu Stande, dass die äußere Tochterplatte mit

einer kleinen Umgebung von Plasma gewissermaßen vom Mutterboden abgekniffen wird und nun völlig frei in einer Vertiefung der Eioberfläche liegt (Fig. 84). Hierbei ist noch bemerkenswerth, dass die Abtrennung des so gebildeten ersten Richtungskörperchens (*Rk1*) in dem Raume zwischen äußerer chromatischer Tochterplatte einerseits und der Zellplatte andererseits stattfindet, wie durch Fig. 64, 65, 78 erläutert wird. Später ist von der Zellplatte nichts mehr zu sehen.

Ich muss hier noch eines eigenthümlichen Körperchens gedenken, welches ich in einer großen Reihe von Fällen, jedoch nicht immer, beobachtet habe. Dasselbe liegt nämlich als ein bräunlich gefärbtes Gebilde von ungleicher Größe und Gestalt dicht neben der ersten Richtungsspindel (Fig. 65 *a*) oder in der Nähe jener Stelle, wo der erste Richtungskörper abgeschnürt war (Fig. 84, 82, 84: *a*). Zuweilen ist es in mehrere Stücke zerfallen (Fig. 76 *a, b*), in einem Falle habe ich es als ein rundliches Körperchen mit deutlicher Rinde und dunklerem Centralkern in geringer Entfernung vom Richtungskörper aufgefunden (Fig. 68 *a*).

Da ich an anderen Stellen des Randplasmas vergeblich nach ähnlichen Bildungen gesucht habe, so lag die Vermuthung nahe, es mit der ersten Richtungsspindel in Verbindung zu setzen. Jedoch könnte ich keinerlei Beweis hierfür vorbringen, da es mir nicht gelungen ist, über die Entstehung dieses sonderbaren Körperchens etwas zu erfahren.

Wie steht es mit dem Thelyid? Ein solches kommt, wenn wir von dem soeben beschriebenen Körperchen absehen, nicht zu einer selbständigen Ausbildung. Wir würden dasselbe abzuleiten haben aus der Region der Verbindungsfäden, welche als eine hellere feinkörnige Substanz, durchsetzt von der Zellplatte (*Kp*), zwischen den beiden chromatischen Tochterplatten bemerklich wird (Fig. 63, 79). Diese Region der Verbindungsfäden ist bei unserem Objekte etwa cylindrisch bei einer Grundfläche, welche kaum größer ist, als die Platten der Chromosomen. Eine Ausbauchung in der Region der achromatischen Zellplatte wie eine solche in so höchst auffallender Weise bei *Pieris brassicae*, etwas schwächer bei den weiter unten zu beschreibenden Insekten sich ausbildet, fehlt hier gänzlich. Demgemäß kann auch das Thelyid nur von geringer Ausdehnung sein. Nun schnürt sich aber das erste Richtungskörperchen außerhalb der achromatischen Zellplatte von der ersten Richtungsspindel ab (Fig. 78, 65) und es scheint mir nicht zweifelhaft zu sein, wenn ich es auch nicht direkt habe beobachten können, dass der im Ei zurückbleibende Kern sich in entsprechender Weise von der Richtungsspindel ablöst, nämlich durch eine unterhalb

der achromatischen Kernplatte sich einstellenden Trennungsebene. Diese Auffassung würde die hier vorliegenden Verhältnisse ungezwungen in Einklang bringen mit dem was ich sonst von Insekten beobachtet habe.

Der so zwischen beiden Kernen übrig bleibende Rest, welcher die Zellplatte enthält, würde demgemäß das Thelyid darstellen. Dasselbe entzieht sich als solches sehr bald der Beobachtung; doch ist es mir wahrscheinlich, dass das oben beschriebene Körperchen aus der Substanz des Thelyid hervorgeht. Denn dass es stets an der Stelle der ersten Richtungsspindel liegt, nur ganz selten etwas seitlich davon (Fig. 68 a), ist doch höchst merkwürdig. Möglicherweise bildet sich das Körperchen, wie aus Fig. 65 hervorgeht, in der Flucht der Kernplatte. Nach meinen Aufzeichnungen habe ich das Körperchen in 26 verschiedenen Eiern aufgefunden an derselben Stelle und kann man da eigentlich nicht mehr von einem Zufall sprechen.

Das erste Richtungskörperchen (*RkI*) liegt also als ein kleines Plasmaklumpchen, welches die äußere Tochterplatte der Chromosomen umschließt, außerhalb des Eies in einer kleinen Vertiefung des Randplasmas (Fig. 68, 75, 84). Es hat 42 hantelförmige Chromosomen mitbekommen, wie man aus Fig. 85 a ersieht, während bei b die zugehörige im Ei verbleibende Tochterplatte (*RspII*) dargestellt ist. In Fig. 66 und 67 habe ich die Polansichten zweier anderer (*I*) Richtungskörper abgebildet, an denen ich aber 43 Elemente gezählt habe. Jedoch neige ich der Ansicht zu, dass die beiden Körperchen bei *x* zusammengehören und als Einheit gerechnet werden müssen. Dann würden wir wiederum die Zahl 42 bekommen. Die zugehörigen Chromosomen des Eies ließen sich in diesen Fällen wegen ungünstiger Schnittführung nicht zählen.

4. Die Bildung des zweiten Richtungskörperchens.

Die im Ei verbleibende Tochterplatte von Chromosomen macht die gewöhnlichen Veränderungen durch, welche zur Ausbildung der zweiten Richtungsspindel (*RspII*) führen. Die Chromosomen schnüren sich in der Mitte ein, sofern sie es nicht schon vorher waren. Von der ersten Theilung her liegen sie Anfangs natürlich noch so, dass ihre Längserstreckung parallel zur ersten Zellplatte (*Kp*) gerichtet ist (Fig. 63, 64, 65, 78). Dann beginnen sie sich um 90° zu drehen und richten sich so gewissermaßen auf (Fig. 79). Es geschieht das nicht von allen Elementen gleichzeitig, aber doch nur mit geringen Zeitunterschieden, so dass bald alle senkrecht gegen die Oberfläche des Eies gerichtet sind (Fig. 68, 84). Die Figur ist ringsum von einem plattgedrückten Hofe einer hellen Substanz umgeben.

Ich habe bereits oben hervorgehoben, dass die Chromosomen oft von ungleicher Größe sind, und kann man sich hiervon besonders gut an dem vorliegenden Stadium überzeugen. So habe ich drei besonders verschiedene Elemente aus der Fig. 68 in starker Vergrößerung in Fig. 74 abgebildet. Man ersieht daraus, dass das mittelgroße Element *a* etwa nur das halbe Volumen des Elementes *c* und dass dieses vielleicht gar das Vierfache des Elementes *b* beträgt. Das sind also ganz beträchtliche Schwankungen. Im Körperchen *a* haben wir die normale Größe vor uns, welche von den meisten Chromosomen innegehalten wird.

Die Chromosomen in Fig. 68 und 84, noch deutlicher aber in Fig. 74 zeigen, dass sie in der hellen Mittelzone, dort wo die Theilung erfolgen soll, eine Abplattung der färbbaren Substanz darbieten, als wenn eine Scheibe von achromatischer Substanz zwischen die gefärbten Endstücke eingeschaltet wäre. Thatsächlich erkennt man, dass die beiden Hälften der Chromosomen noch peripher durch Brücken zusammenhängen, welche bei der Seitenansicht als Fädchen erscheinen. Wenn dann die Hälften weiter aus einander weichen, zieht sich die Zwischensubstanz länger aus. Beachtenswerth scheint es mir zu sein, dass auch die chromatische Substanz ihre Form ändert und eine Zuspitzung dort erfährt, wo vorher sich die Abplattung befand. Es geht der achromatische Verbindungsfaden, in welche Gestalt die oben erwähnte Scheibe übergegangen ist, von dem zugespitzten Ende des chromatischen Tochterelementes aus (Fig. 76). Ist es mir wegen der ungemainen Zartheit der achromatischen Bestandtheile und der feinkörnigen oder netzigen Beschaffenheit der plasmatischen Grund- und Zwischensubstanz auch nicht gelungen einen Übergang von Chromatin in die Verbindungsfäden sicher nachzuweisen, so zweifle ich doch um so weniger daran, als man sich eine solche Zuspitzung, wie sie in Fig. 76 und Fig. 82 unten abgebildet ist, nur entsprechend fortgesetzt zu denken braucht, um das zu erhalten, was ich in anderen Fällen mit Sicherheit gesehen habe.

Die vorliegende zweite Richtungsspindel, an welcher also von Polkörperchen, von achromatischen Spindelfäden oder einer Plasmastrahlung bei der von mir angewandten Konservirung nichts bemerkt wurde, hat nach Auseinanderweichen der Tochterplatten Anfangs die Gestalt eines Cylinders mit überall etwa gleichem Querdurchmesser (Fig. 75, 76 *RspII*). Dann aber tritt auch hier an beiden Enden des Cylinders eine Verschmälerung ein, indem die Chromosomen in jeder Tochterplatte näher zusammenrücken (Fig. 82). Gleichzeitig wird in der nun breitesten Stelle der Figur eine körnige Zellplatte (*KpII*) sichtbar, welche deutlich Karminfärbung annimmt, und sehr wohl aus Theilen

der dort zusammenfließenden Verbindungsfäden hervorgehen kann (Fig. 82).

Dann wölbt sich das Randplasma des Eies, meist im Grunde der Vertiefung für das erste Richtungskörperchen, jedenfalls in dessen nächster Nähe, hügelig empor (Fig. 82, 77 a, 84). Bald schnürt sich der Hügel, ganz wie beim ersten Richtungskörperchen, völlig vom Mutterboden ab, die äußere chromatische Tochterplatte in sich einschließend. Und eben so wie ich es dort geschildert habe, greift die trennende Furche ein zwischen der äußeren chromatischen Tochterplatte einerseits und der Zellplatte andererseits. Es wird also die Zellplatte bei der Bildung des zweiten Richtungskörperchens nicht berührt (Fig. 18).

Wird die Zellplatte etwa für den Eikern mit verwandt? Auch das muss ich verneinen. Der Eikern (*Eik*) bildet sich aus der inneren Tochterplatte der Chromosomen, während die Zellplatte (*KpII*) noch unverändert dicht unterhalb jener Stelle gesehen werden kann, wo das zweite Richtungskörperchen abgeschnürt war (Fig. 77 a, 84). In diesen beiden Präparaten ist der Eikern wohl durch den Kontraktionsdruck der Umgebung in Folge der Konservierung etwas deformirt. Man sieht ihn sonst auch als stattliche Blase noch im Randplasma liegen (Fig. 70 b und Fig. 16 *Eik*). In der letzteren Figur habe ich die Reste der Kernplatte über ihm noch angedeutet.

Man muss für die somit abgeworfene Zellplatte sammt Umgebung auch hier die Bezeichnung eines zweiten *Thelyids* anwenden. Dasselbe ist eben so gering ausgebildet wie es das erste war und verschwindet eben so rasch völlig, ohne dass hier irgend ein Körper aufträte, welcher etwa noch als Abkömmling desselben aufgefasst werden könnte, wie es dort möglich war. Denn die eigenthümlich gefärbten Körperchen (*a*), welche öfter im Bereiche der zweiten Spindel bemerkt werden, und von mir in Fig. 84, 82, 77 b gezeichnet sind, haben eine größere Beziehung zum ersten Richtungskörperchen, wie oben mitgetheilt wurde.

Dass sowohl in das zweite Richtungskörperchen, wie auch in den Eikern je zwölf getrennte Chromosomen übergehen, erhellt nicht nur aus dem klaren Theilungsmodus der zweiten Richtungsspindel, wie in Fig. 68 und 84 abgebildet ist, sondern noch schlagender aus der Fig. 75, in welcher die beiden Tochterplatten unverkennbar je 12 Chromosomen darbieten.

Wir hatten also in den Ureiern jedes Mal 24 Chromosomen vor uns, bei den Theilungen des ersten und auch des zweiten Richtungskörpers dagegen nur je 12 Chromosomen. Da diese Zahlen durch Betrachtung

der Polansichten gewonnen wurden zu einer Zeit, in welcher alle Chromosomen in einer Ebene (entweder des Äquators oder eines Breitengrades) aufgestellt waren, so kann meines Erachtens kein Zweifel daran sein, dass eine Reduktion der Zahl (von 24 Chromosomen auf 12) bei der Bildung des ersten Richtungskörperchens stattfindet. Zeigen sich die Chromosomen der ersten Richtungsspindel auch theilweise bei Polansicht eingeschnürt, so möchte ich darin nur einen verfrühten Hinweis auf ihre abermalige Halbierung erblicken. Dort wo die Einschnürung sich findet, da geht auch die Theilungsebene der zweiten Richtungsspindel hindurch.

5. Über die Mikropylen des reifen Eies und das Eindringen der Samenfäden in dasselbe.

Das reife Ei ist von einer nicht sehr dicken, aber doch sehr festen Hülle umgeben. Sie bewahrt die ursprüngliche Form des Eies, auch wenn Dotter und Plasma durch Schrumpfung, wie es im Alkohol geschieht, sich von ihr zurückgezogen haben. Man erkennt aus Fig. 4 die Form des Eies bei Seitenansicht, der Querschnitt desselben ist rund (Fig. 17 etc.). Bei Färbung mit Karmin und Pikrinsäure werden an der dichten und glatten, nicht skulpturirten Eischale, zwei Schichten sichtbar, beide etwa von gleicher Dicke, eine äußere gelb gefärbte und eine innere, welche den rothen Farbstoff annimmt. An dem oberen etwas abgeplatteten Eipole, welcher beim Legen zuletzt aus dem Körper des Thieres hervorkommt, schwindet die rothe Färbung allmählich, statt ihrer tritt eine zarte Lamelle auf, welche sich streckenweise etwas weiter von der äußeren gelblichen, homogenen Schicht abhebt, jedoch durch ganz zarte Bälkchen mit ihr in Verbindung bleibt. Wo sich diese Lamelle etwas abhebt, sitzen der Eischale kleine Kegel auf, die Mikropylen.

Das Größenverhältnis der Mikropylen in Bezug auf das ganze Ei erkennt man aus Fig. 4, ihren feineren Bau aus Fig. 43 und 44. In den letzten beiden Abbildungen wird ihre Form deutlicher, man sieht, dass sie sich nach dem freien Ende zu etwas verdicken. Die äußere stark lichtbrechende Wand des Eies bildet auch die Außenwand der Mikropylen und setzt sich ohne Begrenzung dahin fort; der Innenraum der Mikropyle aber entsteht anscheinend nur durch eine beträchtliche Erweiterung der vorhin erwähnten und in der Umgebung der Mikropylen vorhandenen inneren lamellosen Schicht. Denn der Hohlraum ist von einem deutlichen chitinigen Balkenwerk durchsetzt und diese Balken entspringen von Rauigkeiten an der Innenseite der chitinigen Außenwand und grenzen verschieden große Hohlräume ab.

Was den Kanal der Mikropylen anbetrifft, so kann man sich denselben entstanden denken durch eine trichterförmige Einstülpung der äußeren glänzenden Chitinwand nach innen. Wie aus Fig. 44 hervorgeht, befindet sich der Eingang etwas unterhalb der Spitze. Der Eingang ist ziemlich weit, mit rundem Querschnitt (Fig. 43); der Kanal verengt sich von da ab nach innen ganz allmählich. Dort, wo der Kanal dicht hinter der Eingangsöffnung die Krümmung nach unten macht, befindet sich gewissermaßen auf dem Rücken der Krümmung eine verdünnte Stelle in der Chitinwandung desselben (Fig. 44). Im Übrigen ist die Kanalwand von einem ziemlich derben Chitin gebildet (Fig. 43, 44).

Sehr eigentümlich ist es, dass dieser Kanal sehr viel länger ist als die Höhe der Mikropyle beträgt, etwa doppelt so lang (Fig. 43). Die untere Hälfte befindet sich bereits im Inneren der Eischale und würde sich hier natürlich ziemlich tief in den Dotter erstrecken, wenn sie nicht zur Seite gebogen wäre. Nun kann man sich durch das obere Ende des Mikropylkanales, welcher ja hinter der Eingangsöffnung eine Krümmung macht (Fig. 44), eine Ebene gelegt denken, welche also in Fig. 44 die Ebene des Papiers sein würde. Dann ist das untere freie Ende des Mikropylkanales stets senkrecht aus dieser Ebene herausgebogen; wir werden weiter unten sehen, dass die beiden möglichen Fälle vorkommen, dass also, um bei dem Beispiele der Fig. 44 zu bleiben, das freie Ende nach abwärts oder nach aufwärts von der Ebene der Tafel gebogen sein kann. Hieraus folgt, dass, wenn wir die Mikropyle derartig vor uns haben, dass die Eingangsöffnung seitlich liegt, dass also der Verlauf des Kanals in der eigentlichen Mikropyle in seiner Krümmung vor uns liegt, wie in Fig. 44, dass dann das freie Ende von uns ab oder auf uns zugewandt ist und nur durch successive Focusänderung in seinem Verlaufe verfolgt werden kann. Blicken wir dagegen in die Eingangsöffnung hinein, so wird das untere Kanalende sich in der Bildebene des Mikroskops präsentieren (Fig. 43).

An welcher Stelle sich die Ausmündung des Kanales befindet, habe ich nicht genau ermittelt; derselbe spitzt sich nach dem unteren Ende mehr und mehr zu und dem entsprechend verfeinert sich auch der innere Hohlraum, und zwar so sehr, dass von ihm schließlich nichts mehr zu erkennen ist. Oft ist auch das untere Ende von einer bräunlichen Masse erfüllt.

Blickt man von oben auf den die Mikropylen tragenden Eipol herab, so wird man stets finden, dass die Mikropylen gewissermaßen auf der Peripherie eines Kreises angeordnet sind (Fig. 51). Dabei ist es auffällig, dass die ja an einer Seite der kleinen Kegel befindlichen

Öffnungen sich stets nur an der Außenseite des Kreises befinden, eine Einrichtung, welche vom Standpunkte der Zweckmäßigkeit wohl zu verstehen ist (Fig. 51).

In der Zahl der Mikropylen findet ein nicht unwesentliches Schwanken statt. Vier Kegel waren das Wenigste, was ich beobachtet habe (Holzschn. I). Häufiger kamen fünf Mikropylen vor, noch zahlreicher deren sechs und sieben, selten acht und nur in einem Falle

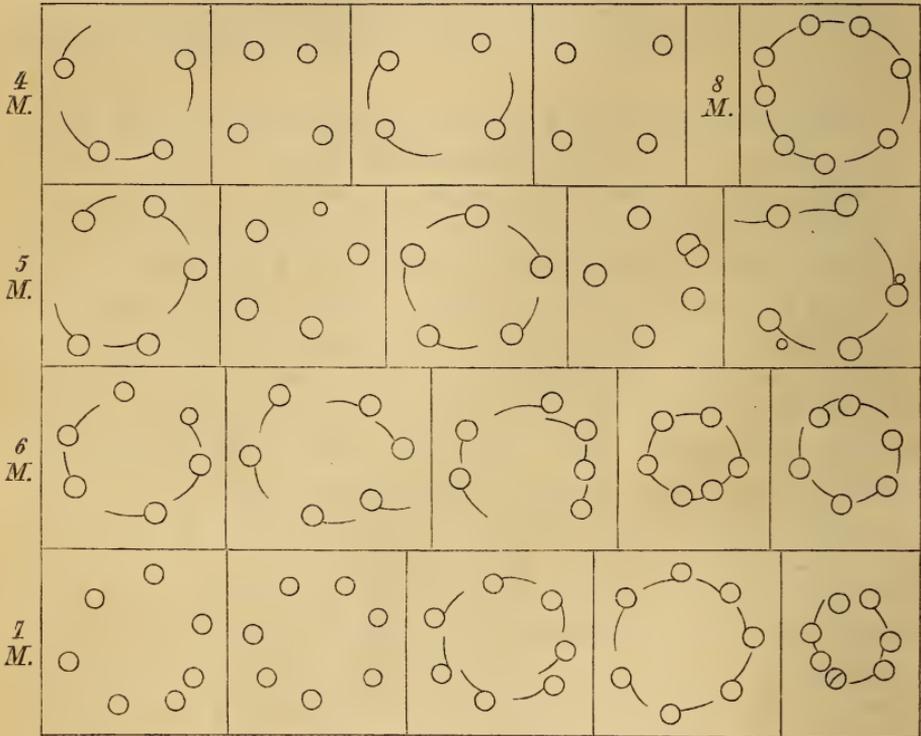


Fig. I.

Mikropylen von *Pyrrhocoris*.

habe ich einmal deren neun gezählt. Auch LEUCKART (52) hat fünf und sieben »Becherchen« bei *Pyrrhocoris* beobachtet und nach HEROLD (40) sind mehrentheils die Eier mit fünf, sechs, sieben und acht »Grannen« versehen. Letzterer Forscher giebt noch an, in seltenen Fällen zwei, drei und zehn Mikropylen außer den von mir angegebenen gefunden zu haben.

Ich habe eine größere Zahl von Mikropylen in obenstehendem Holzschnitte abgebildet, damit erkennbar wird, dass der Abstand der Kegel von einander ein recht verschiedener ist. Auffallender noch ist der Unterschied im Durchmesser der von den einzelnen Mikropylen

gebildeten Kreise (Holzschn. I: 7 *M*). Auch die Kegel selber weisen eine oft nicht unerheblich schwankende Größendifferenz auf (v. 5 *M*.) und rudimentäre Warzen können noch neben voll ausgebildeten Zapfen auftreten (v. 5 *M*).

Bei vielen der abgebildeten Mikropylen ist durch einen Strich, welcher jedes Mal von dem die Mikropyle repräsentirenden Kreise ausgeht, die Lage des freien unteren Mikropylkanals angegeben. Man sieht daraus, dass von den Kanaldigungen der von den Mikropylen gebildete Kreis gewissermaßen ergänzt wird, besonders auffällig dann, wenn nur vier Mikropylen vorhanden sind (v. 4 *M*). Nur in seltenen Fällen verlassen die Kanäle die Kreisperipherie (v. 5 *M* rechts).

Nach der Richtung der Kanalden könnte man rechts- und linksdrehende Eier unterscheiden. Bald nämlich erstrecken sich die Kanäle dem Gange der Uhrzeiger entsprechend (v. Holzschnitt I), bald haben sie eine entgegengesetzte Richtung. Ich bemerke, dass rechts- und linksdrehende Eier gemischt bei allen Mikropylenzahlen vorkommen, wie aus den Abbildungen hervorgeht. Aber darin besteht eine völlige Übereinstimmung, dass die Kanäle des einzelnen Eies entweder sämtlich nach rechts oder sämtlich nach links gedreht sind.

Das Eindringen der lebenden Samenfäden in die Mikropyle, welches z. B. bei *Musca* nicht schwierig zu beobachten ist, habe ich hier zu sehen nicht versucht. Oft jedoch habe ich auf Schnitten gefärbte Fäden bekommen, welche von der Mikropyle aus in das Innere des Eies hineinragten und unzweifelhaft von Spermatozoen herrührten. Auch in solchen bereits abgelegten Eiern, in welchen der zur Aufbewahrung dienende Alkohol eine Schrumpfung des Eiinhaltes und damit ein Zurückweichen desselben von der Eihülle bewirkt hatte, kommen häufig Fäden zur Beobachtung, welche von den Mikropylen auf die Eioberfläche zustreben (Fig. 4, 45). Diese Fäden, an welche sich öfters eine Substanz knötchenförmig angesetzt hat, wodurch sie rau erscheinen, möchte ich als Spermatozoen deuten.

Die Samenfäden dringen in das Ei ein, wenn dieses bei seinem Marsche nach außen an den Ausführungsgängen der *Receptacula seminis* und deren Mündung vorbeigleitet.

6. Veränderungen der Samenfäden bis zur Copulation der Geschlechtskerne.

Ein besonders ausgezeichneter Empfängnisfleck, wie ich einen solchen bei *Musca* und *Pieris* beschrieben habe, ist hier bei *Pyrrhocoris* nicht vorhanden. Ob das damit zusammenhängt, dass bei jenen Thieren

nur eine einzige Mikropyle ausgebildet ist, hier aber eine größere Anzahl, vermag ich nicht zu sagen.

Das Fehlen des Empfängnisfleckes mag Schuld daran sein, dass die Samenfäden an einem größeren Bezirke der Eispitze einzudringen vermögen. Allerdings habe ich hier nicht beobachtet, dass in der Nähe derjenigen Stelle, an welcher ein Samenfaden im Randplasma gesehen wird, auch deren mehrere noch gefunden werden. Zuweilen können die Samenfäden eine Strecke abwärts von der Spitze im Randplasma auftreten (Fig. 2). Von einem längeren Schwanzstücke ist an den Samenfäden nach dem Eindringen jetzt nichts zu bemerken, vielmehr sieht man deutlich nur die stark färbbaren Kopfabschnitte.

Eine stärkere plasmatische Ansammlung ist Anfangs nicht vorhanden in der Umgebung der Samenfäden und tritt dieselbe erst ein, wenn sich die Samenfäden mehr in die Tiefe senken (Fig. 12). Dann bleibt aber der ganze von ihnen zurückgelegte Weg bis zum Rande hin deutlich markirt durch eine breite Plasmastraße, welche in der Mächtigkeit wie hier, nur selten vorkommen mag. An günstigen Beispielen kann man in dieser Plasmastraße dann auch weithin sich erstreckende Bruchstücke der Schwanzfäden finden, welche alsdann stets noch mit dem Kopfe in Zusammenhang stehen (Fig. 5, 6, 7, 13).

Der Kopf des Samenfadens erleidet beim tieferen Eindringen in das Ei in der gleichen Weise, wie ich es von *Pieris* beschrieben habe, eine Verdickung zunächst an seinem unteren Ende (Fig. 13). Bald aber geht die Verbreiterung des Querdurchmessers auch nach der Spitze zu weiter (Fig. 6, 5), so dass der verbreiterte Kopfabschnitt nicht mehr so homogen erscheint wie z. Z. der Fadenform, sondern mehr den Anblick eines Haufwerkes feinsten chromatischer Körnchen, mit helleren Zwischenräumen darbietet. Gleichzeitig ist auch eine beträchtliche Verkürzung des Kopftheiles eingetreten (Fig. 15) und so kommt unter Verbreiterung und Verkürzung in allmählichem Übergange ein ovales Körperchen zu Stande, wie es in Fig. 16 abgebildet ist. Dasselbe hat nun schon wieder ein ganz kernartiges Aussehen, birgt im Inneren die bereits vorhin erwähnten Chromatinkörnchen, welche nun aber durch einen noch größeren Zwischenraum von einander getrennt sind.

Das dem Kerne noch anhängende Stück des Schwanzfadens habe ich stets am deutlichsten gesehen zu der Zeit, in welcher die Verkürzung des nadelförmigen Samenkernes einzusetzen beginnt. Wie bereits bemerkt, sind Schwanzfäden Anfangs nicht zu sehen (Fig. 12). Es mag das zum Theil an der Beschaffenheit des Plasmas liegen, zum Theil jedoch möchte ich auch an Veränderungen denken, welche die Substanz des Schwanzfadens selber erleidet. Dann nämlich, wenn die männlichen

Kerne zur Copulation schreiten, habe ich kaum noch einmal etwas mehr von ihnen gesehen. Sie verschwinden also. Nun ist es ja ganz wohl denkbar, dass der Schwanzfaden oder irgend ein Theil des ihn durchziehenden Nebenkernes bei dem beginnenden Auflösungsprocesse in einen Zustand kommt, in welchem er Karmin stärker zurückhält als sonst. Jedenfalls ist es auffallend, dass er zur Zeit der Kernverkürzung häufig so scharf hervortritt.

In ähnlicher Weise wie ich es bereits von Pieris beschrieben habe, erleidet der Kernabschnitt eine Knickung gegen die Erstreckung des Schwanzfadens (Fig. 5, 6, 7, 13). Meist befindet sich die Stelle der Knickung an dem Vereinigungspunkte von Kopf und Schwanz. Aber auch der Kopffaden weist eine Krümmung auf, deren Konvexität sich dem unteren Ende des Eies zuwendet. Es dürfte auch hier wohl kein Zweifel daran sein, dass die Krümmung und Abknickung des Samenfadens eine Folge des Marsches desselben in die Tiefe des Eies ist. Wir bekommen hierdurch aber wiederum einen Hinweis darauf, wo die treibende Kraft zu suchen ist. Läge dieselbe an der Spitze des Samenfadens, wie es eine weitverbreitete Ansicht ist, so ist nicht zu verstehen, wesshalb denn diese Stelle nicht voranmarschirt, wesshalb also der Samenfaden nicht die lanzenförmig gerade Gestalt beibehält, welche doch seiner Entwicklung nach ihm als die natürliche zukommt.

In der Umgebung der Knickungsstelle, also dort, wo Kopf und Schwanz zusammenhängen, tritt nun eine helle Substanz auf, das Arrhenoid, und auch hier sind die zwischen die Dottermassen ausgehenden Strahlen ganz besonders auf dasselbe orientirt (Fig. 7, 13). Wenn dieselben auf den einzelnen Figuren nicht sehr stark zu sein scheinen, so ist das eben nur ein Schein. Die eigenthümlich dichte Lagerung der eckigen Dottermassen gestattet bei der von mir angewandten einfachen Karminfärbung oft nicht, die gelegentlich sehr dünnen Plasmastrahlen weithin zu verfolgen. Aber selbst in diesen Fällen ist der richtende Einfluss derselben unverkennbar an der radiär zur Umgebung des Arrhenoids stattfindenden Zerklüftung der Dottermassen. Radiäre Linien theilen dieselben in getrennte Bezirke und meist ist schon an dieser merkwürdigen Lagerung der Dotterkörperchen die Nähe eines Spermatozoon zu bemerken, bevor man dieses selbst oder die es einschließende größere Plasmaansammlung aufgefunden hat.

Da ich diese Verhältnisse schlecht habe wiedergeben können, besonders auch wegen des doppelten von mir den ganzen Figuren der Taf. I zu Grunde gelegten Maßstabes, zumal die Dottersubstanz nicht

ingezeichnet werden konnte, so möge diese Erläuterung bei der Beurtheilung aller jener Figuren nicht unberücksichtigt bleiben.

Das Arrhenoid ist also auch hier an derselben Stelle vorhanden, wie bei *Pieris*, wenn auch vielleicht nicht in der bedeutenden Ausbildung wie dort oder wie bei *Agelastica*. Dass aber die Spitze des Samenfadens sich völlig indifferent gegen die Strahlenzone verhält, kann man daraus ersehen, dass dieselbe sich sehr häufig an der äußeren Grenze der plasmatischen Ansammlung befindet (Fig. 5, 6), so dass es sogar oft den Eindruck macht, als wenn diese Spitze ganz nackt zwischen die Dotterkörner vorrage, indem sie die Grenze der Plasmazone etwas überschreite. Bemerken will ich hier, dass mir von dem Spitzenstücke, dessen Entstehung ich bei der Schilderung der Spermatogenese mitgetheilt habe, hier niemals etwas zu Gesicht gekommen ist.

Ist in den bisher besprochenen Stadien, in welchen der Kopf des Samenfadens noch lang gestreckt ist (Fig. 5, 6), keine Unsicherheit darüber vorhanden, an welcher Stelle der Ursprung des Arrhenoids zu setzen sei, so würde die Lösung dieser Frage sehr viel schwieriger sein, wenn zur Entscheidung nur solche weiter vorgerückte Stadien herangezogen werden könnten, wie ein solches in Fig. 8 vorliegt. Denn hier ist der Kopffaden bereits zu einem ovalen Kerne umgebildet, der Schwanz ist nicht mehr zu erkennen und das Arrhenoid liegt als eine helle Substanz dem Samenkerne seitlich an. Aber auch hier würde eine Entscheidung noch eher möglich sein, wenn Bestandtheile des Schwanzes durch ihr Vorhandensein noch eine Rückführung auf die ursprüngliche Lagerung im Samenfaden gestatteten.

Ein solcher Fall steht mir in dem der Fig. 48 zu Grunde liegenden Präparate zur Verfügung. Hier sieht man, wie der neben zwei Samenkernen noch vorhandene Schwanz thatsächlich dort endigt, wo das Arrhenoid dem Kerne anliegt. Ganz unverkennbar war hier ferner, dass der eine weithin zu verfolgende Schwanzfaden (Fig. 48 links) aus zwei gefärbten und in gleichem Abstände dicht neben einander herziehenden Fädchen gebildet war. Bei den Schlingelungen, durch welche der Schwanzabschnitt vom Kerne bis zur Peripherie zu verfolgen war, erhielt man bald ein Flächenbild, bald den Querschnitt der beiden durch einen geringen Zwischenraum von einander getrennten Fädchen. Es entspricht dieses Bild also ganz demjenigen, welches ich von einem freien Samenfaden von *Pyrrhocoris* in meiner Abhandlung über deren Spermatogenese (37) in Fig. 112 gegeben habe.

Hierdurch wird es auch wahrscheinlich, dass der im Ei als gefärbter Faden auftretende Schwanzabschnitt für einen Theil des

Nebenkernes zu halten sei, welcher in günstigen Fällen in die durch seine Entstehung gegebenen zwei parallelen Fäden zerfallen kann.

Wie aber bereits gesagt, ist auf dem Stadium des ovalen Samenkernes in der Regel nichts mehr vom Schwanzabschnitt zu sehen. Dann nimmt der Kern weiterhin mehr eine Kugelform an (Fig. 17) und in seinem Inneren tritt ein zartes Netzwerk auf, welches mit den feinen Chromatinkörnchen in Verbindung steht. Nun ist er zur Copulation reif, und es währt nicht lange, dass er mit dem Eikern in Berührung tritt (Fig. 9). Hierbei erfährt er noch eine merkliche Vergrößerung seines Volumens (Fig. 19) und das in seinem Inneren schon vorher sichtbare Netzwerk gewinnt an Deutlichkeit (Fig. 74 ♂). Später aber wird dasselbe wieder undeutlicher, dafür aber beginnt das bisher fein vertheilte Chromatin in gewissen Bahnen zusammenzuströmen (Fig. 24 ♂).

Das Zusammenfließen des Chromatins geht weiter; dadurch werden die Anfangs sehr zarten Fäden immer derber und bilden schließlich deutliche Schleifen (Fig. 20 und Fig. 88 ♂). Die Schleifen verkürzen sich langsam und stellen in der ersten Furchungsspindel nur kurze Stäbchen dar.

Wir hatten den Eikern auf jenem Stadium verlassen, dass 12 Chromosomen aus der zweiten Richtungsspindel im Ei verblieben waren (Fig. 7). Diese umgeben sich mit einem besonderen Hofe, welcher sich ringsum scharf gegen die Umgebung absetzt (Fig. 16 *Eik*). Nun dringt der Eikern zwischen die Dottermassen und kann auf seiner Wanderung durch den Druck der Umgebung (ob erst bei der Konservirung?) Gestaltsveränderungen erleiden (Fig. 18 ♀).

Da der Kern auf diesem Marsche nur von einer ganz winzigen Menge von Plasma begleitet wird und keinerlei Strahlung oder sonstwie Veränderungen in seiner Umgebung veranlasst, so kann er leicht übersehen werden. Stets jedoch ist er kenntlich an seiner bläschenförmigen Gestalt (Fig. 8 ♀) und an den kompakten Chromosomen. So nähert er sich einem männlichen Kerne (Fig. 19), und tritt bald ganz in dessen Plasmahof ein (Fig. 9, 20 etc.).

Vom männlichen Kerne ist der Eikern noch ziemlich lange durch seinen Bau zu unterscheiden. Denn während ersterer ein Maschennetz mit feinen vertheilten Chromatinkörnchen enthielt, besitzt zwar der Eikern ebenfalls eine achromatische Grundsubstanz, aber die Chromosomen haben fast noch das gleiche Aussehen wie damals als sie aus der Theilung der zweiten Richtungsspindel hervorgingen. Sie sind nämlich etwa kugelig, doch so, dass viele feine Fortsätze über die Ober-

fläche der Kugel hervorragen (Fig. 74 links). An Volumen mag der Eikern den Samenkern um ein Weniges übertreffen.

Wenn die Chromatinsubstanz des Samenkernes sich zu den Schleifen formirt hat, beginnt auch der Eikern Veränderungen zu zeigen. Die rundlichen Chromosomen nehmen eine andere Gestalt an, welche man sich dadurch entstanden denken kann, dass die Chromatinsubstanz nun in zwei der über die Oberfläche schon vorher vorragenden Fortsätze der Kügelchen hineinströmt. Diese werden dadurch länger und dicker als die übrigen. Liegen die Fortsätze einander gegenüber, so resultirt eine gestreckte Schleife, liegen sie neben einander, so kann ein scheinbarer Doppelfaden entstehen. Hierin dürften die verschiedenartigen Bilder der Chromatinsubstanz, wie sie im weiblichen Kerne Fig. 88 links, gezeichnet sind, ihre Erklärung finden.

Das Resultat der Umlagerung des Chromatins im männlichen sowohl wie im weiblichen Kerne ist das, dass die Chromosomen beider Kerne sich sehr ähnlich werden. In beiden sind dieselben gleichmäßig dicke und meist gebogene Fäden, deren Länge bis etwa gut ein Drittel des Kerndurchmessers betragen kann (Fig. 90, 86, 24, 25). Auf diesem Stadium habe ich auch gesehen, dass das bisher in der Einzahl vorhandene Arrhenoid nun doppelt vorhanden ist, ohne dass ich über die Art seiner Theilung etwas angeben könnte. Die beiden unzweifelhaft aus dem Arrhenoid hervorgegangenen hellen Gebilde liegen einander gegenüber in der Furche, welche durch die Berührung der beiden Geschlechtskerne entsteht (Fig. 24).

Jetzt bildet sich aus den beiden Geschlechtskernen die erste Furchungsspindel, indem deren Membran sich auflöst und aus den zu kurzen Stäbchen gewordenen Chromosomen die Äquatorialplatte sich formirt (Fig. 26). Diese theilt sich in der Mitte (Fig. 22) und die Hälften wandern nach den Polen, welche von den Abkömmlingen des Arrhenoids, den Polkörperchen, eingenommen wurde. Die chromatischen Hälften runden sich zu den Tochterkernen ab, an ihren entgegengesetzten Seiten bemerkt man jederseits das unpaare Polkörperchen (besser Polarsubstanz), zwischen ihnen schnürt sich der Plasmahof ein (Fig. 23) und nach dessen Abtrennung liegen die beiden ersten selbständigen Furchungskerne vor.

Auf Eines möchte ich hier noch besonders aufmerksam machen: In der Furchungsspindel haben wir eine intensiv gefärbte Äquatorialplatte und auch die aus einander weichenden Tochterplatten sind sehr stark gefärbt (Fig. 26 und 22). Sobald aber die beiden ersten Furchungskerne sich abgerundet haben, ist die Färbung völlig verschwunden (Fig. 23). Da diese Kerne nur recht klein sind, so genügt die Annahme

durchaus nicht, dass die Farbe sich gleichmäßig im Kernraume ausgebreitet habe, denn dieser ist gar nicht stärker gefärbt als das umgebende Plasma und auch bei starkem Ausziehen der Farbe bleibt im Kerne nicht mehr zurück als in der Umgebung. Allerdings ist dieser ringsum durch eine Art von Membran gegen das Plasma abgegrenzt. Unverkennbar scheint mir zu sein, dass das Chromatin beim Übergang in die ersten Furchungskerne irgend eine Veränderung erleidet, durch welche es seine charakteristische Eigenschaft, die Färbbarkeit, verliert.

Die Theilungen der Furchungskerne bieten keine Abweichungen von den gewohnten Verhältnissen.

Die Chromatinsubstanz, von welcher in den ersten beiden jungen Kernen nichts mehr wahrzunehmen war, tritt wieder auf, wenn diese Kerne sich vergrößern. Man vergleiche die Größe der Kerne in Fig. 23 und in Fig. 40. Das Chromatin erscheint in den sich vergrößern Kernen unter der Gestalt von intensiv gefärbten ziemlich groben Körnchen und Stäbchen.

Man könnte denken, dass das Erscheinen der Chromosomen einfach mit ihrem Wachstum zusammenhinge, welches in gleichem Schritt erfolge wie das der Kerne selbst. Einer solchen Vermuthung muss ich entgegnetreten; denn nehmen wir an, der Durchmesser der jungen Kerne in Fig. 23 sei in Fig. 40 um das Doppelte gewachsen, so muss ich betonen, dass die auf die Hälfte verkleinerten Chromosomen der Fig. 40 doch immer noch sehr deutlich zu sehen sein würden.

Ehe die Kerne zur Theilung schreiten, wachsen sie noch etwas und die Chromatinsubstanz ordnet sich zu längeren und breiteren Fäden (Fig. 44). Dann bildet sich in gewohnter Weise eine Kernspindel und die Theilung tritt ein. Ich habe in Fig. 27, 42, 48 noch einige weitere Stadien der ersten Theilungen der Furchungskerne wiedergegeben, aus welchen man die einzelnen Theilungsfolgen unschwer erkennen wird.

Ob bei den späteren Theilungen der Furchungskerne auch noch ein chromatinloses Stadium eingeschaltet wird, vermag ich nicht anzugeben. Ich habe meist in Vorbereitung zur Theilung begriffene Kerne gesehen, in welchen das Chromatin in mehr körniger Form oder schon in Gestalt deutlicher Fäden vorhanden war. In manchen ruhenden Kernen war jedoch ein beträchtlicher Rückgang des Chromatins unverkennbar. Bei der Theilung erfahren die verkürzten Chromosomen eine Längsspaltung (Fig. 48). Ihre Zahl dürfte 24 betragen, wie auch z. B. aus der Polansicht einer Spindel in Fig. 48 (in der Mitte) hervorgeht.

Die Zahl genau festzustellen gelingt nicht wegen der Kleinheit der Spindel und der dichten Lagerung der Chromosomen.

Unter fortgesetzten Theilungen rücken die Kerne nach außen und nähern sich erst vereinzelt (Fig. 48), dann häufiger dem Keimhautblastem, mit welchem ihr Plasmahof in Verbindung tritt, um später ganz damit zu verschmelzen. Dann liegt jeder Kern in einer kleinen Plasmaansammlung, deren Außenseite die Oberfläche des Eies bilden hilft, deren Innenseite eingesenkt ist in den Dotter. Letztere ist unregelmäßig eingebuchtet, behält also mehr den Charakter, welchen die »Dotterzellen« (Kerne mit Plasmahof im Inneren des Dotters) aufweisen; die Ecken der Buchten stehen mit dem allgemeinen Plasmagetz in Verbindung.

Die einzelnen Zellen des Randes sind Anfangs durch eine dünne Plasmalamelle am Rande hin verbunden. Wie sie sich vermehren, rücken sie alsdann dichter an einander und verlieren an Volumen. Dann grenzt sich auch jede Zelle schärfer von der Umgebung ab und bekommt nun auch nach innen zu eine glatte Oberfläche, wie sie es vorher schon nach außen hin hatten. So werden die Zellen linsenförmig; aber man hat flachere und höhere Linsen zu unterscheiden, da die Kerne eine verschieden dichte Lagerung an der Oberfläche eingenommen haben (Fig. 50). Man kann zwei Längsstreifen von höheren Zellen, welche mit ihren Mittelpunkten um einen Centriwinkel von etwa 90° von einander entfernt sind, an Eiern im Alter von 53 Stunden unterscheiden, und zwar ziehen diese Längsstreifen von vorn nach hinten über das Ei hin. Später wuchert alsdann vom hinteren Pole des Eies her eine verdickte Zellschicht in den Dotter (Fig. 28), jedoch derart, dass sie ringsum von Dotter umgeben ist, wie Querschnitte solcher Stadien zeigen. Wir bekommen demnach hier einen inneren Keimstreifen.

7. Überzählige Samenfäden im Ei.

Bereits oben habe ich mitgetheilt, dass mehrere Samenfäden in das Ei einzudringen pflegen. Wenn es mir gelang, im Randplasma soeben befruchteter Eier überhaupt einen Samenfaden aufzufinden, so konnte ich sicher sein, dass er nicht allein war. Ich habe zwei Beispiele hierfür in Fig. 2 und 4 gegeben und bedeuten die Fäden im oberen Pole die eingedrungenen Spermatozoen. Auch in Fig. 4 und Fig. 45 sind mehrere Samenfäden auf dem Marsche von den Mikropylen nach innen dargestellt worden. Was wird nun aus diesen sechs oder mehr Samenfäden, welche so Anfangs gezählt werden können?

Dass alle eingedrungenen Samenfäden sich einmal zu Vorkernen

weiterbilden sollten, ist höchst unwahrscheinlich, für einige habe ich es jedoch beobachtet. Die übrigen mögen im Randplasma zu Grunde gehen, wie es von mir ja auch für *Pieris* angenommen werden musste.

Es braucht nur ein einziger Samenfaden sich weiter zu entwickeln (Fig. 5, 6, 16). Er macht die Veränderungen von der Fadenform bis zur Copulation mit dem Eikerne durch, welche ich oben beschrieben habe. Es können jedoch auch zwei oder auch drei Spermatozoen sich im Ei zu männlichen Vorkernen umbilden. Sie alle machen dann genau dieselben Veränderungen durch, und zwar auch ganz gleichzeitig, wie nur ein einziger Samenfaden. Ich habe auf Taf. I und II zahlreiche Beispiele hierfür abgebildet, welche auch die einzelnen Stadien der Umwandlung darstellen, Beispiele für zwei Spermatozoen in Fig. 7, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 25, Beispiele für drei Spermatozoen in Fig. 8 und 18. — Die Samenfäden haben sämtlich stets den gleichen Bau, wie die angezogenen Figuren erläutern werden. Eine Verwechslung mit dem Eikerne ist völlig ausgeschlossen, wie ebenfalls ein Blick auf die angezogenen Figuren darthun wird.

Der Eikern tritt zu einem der zur Copulation bereiten Samenkerne und liegt alsdann neben ihm in der gleichen plasmatischen Ansammlung. Ist nun neben einem solchen copulirenden Kernpaare noch ein überzähliger Samenkernel vorhanden, so wird man sehen, dass dieser sich immer noch im gleichen Schritt weiter entwickelt, wie sein begünstigter Genosse (Fig. 19, 21). Es bereitet sich der überzählige Samenkernel durch Ausbildung von Chromatinschleifen (Fig. 24, 25, 89) in gleicher Weise zur Ausbildung einer Kernspindel vor, wie es auch die beiden copulirenden Kerne machen (Fig. 90).

Hier weist meine Beobachtungsreihe leider eine Lücke auf, welche ich trotz eines recht reichlichen Materials nicht habe ausfüllen können. Es bezieht sich das auf die Frage, ob ein solcher Samenkernel sich tatsächlich theilt und eine Generation männlicher Kerne aus sich hervorgehen lässt.

Eine solche Frage ist nur außerordentlich schwer zu beantworten. Denn angenommen, der überzählige Kern bilde sich zu einer Spindel um, wie es ja mit den beiden copulirten Kernen geschieht, so würden wir also annähernd gleichzeitig zwei Spindeln bekommen, die eine, welche von den copulirten Kernen herrührt, die andere vom überzähligen Samenkerne. Werden nun wirklich zwei Spindeln beobachtet, so müsste zunächst entschieden werden, ob dieselben nicht etwa aus den Tochterkernen der ersten unpaaren (aus den copulirenden Kernen hervorgegangenen) Spindel abgeleitet werden müssten. Dieses aber ist nur sicher festzustellen durch eine Zählung der Chromosomen,

welche hinwiederum nur bei Polansicht der Äquatorialplatte mit genügender Genauigkeit vorgenommen werden kann.

Hiernach dürfte sich bemessen lassen, dass es zur Entscheidung dieser Frage an einem Materiale, welches nur an Schnittserien studirt werden kann, einer ganz besonderen nur auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungsreihe bedarf. Außerdem werden wir sehen, dass dem Zählen der Chromosomen sich auch noch aus einem anderen Grunde Schwierigkeiten entgegenstellen dürften.

Bei der Untersuchung der Spermatogenese von *Pyrrhocoris* hatte ich beobachtet, dass zweierlei Samenfäden gebildet werden. Die einen enthalten 44 Chromosomen, die anderen deren 42. Ich richtete nun mein Augenmerk besonders darauf, ob etwa nur eine Sorte von Samenfäden in das Ei eindringe resp. zur Copulation mit dem Eikerne gelange und welche von beiden. Auch hierauf vermag ich leider keine Antwort zu geben. Die Form der in den copulirenden männlichen Kernen auftretenden Chromatinschleifen ist zu ungünstig, die Kerne selbst sind zu klein, als dass mit Sicherheit angegeben werden könnte, es seien nur 44 oder 42 Chromosomen vorhanden. Außerdem scheint mir z. B. aus dem in Fig. 89 abgebildeten überschüssigen Samenkerne hervorzugehen, dass ein Zerfall der Chromosomen in mehrere Stücke eintreten kann, so dass man eine höhere Ziffer als die Maximalzahl 42 in einem einzelnen Kerne erhält. — In ausgebildeten männlichen Kernen habe ich von dem bei der Spermatogenese als besonderes Körperchen meist sichtbaren Nucleolus nichts bemerkt. Da, wo er leicht kenntlich sein müsste, in den Stadien der Fig. 47—49, besteht der männliche Kern, wie gesagt, nur aus einem Netzwerk mit fein vertheilten Chromatinkörnchen.

8. Über das Schicksal der Richtungkörperchen.

Bereits in einer vorläufigen Mittheilung hatte ich ausführlicher mitgetheilt, dass die Richtungkörperchen im Laufe der Entwicklung vom Ei wieder aufgenommen werden und gebe ich hier zur Erläuterung dieses Vorganges eine Reihe von Abbildungen.

Das erste Richtungkörperchen (*RkI*) liegt Anfangs allein in einer flachen Grube der Eioberfläche (Fig. 43). Zu ihm gesellt sich alsbald das zweite Richtungkörperchen *RkII* (Fig. 46). Beide sind stets leicht durch Lage, Dimensionen und Bau zu unterscheiden. Das erste Richtungkörperchen liegt der Regel nach weiter nach außen als das zweite, und ist auch beträchtlich größer als dieses. Es enthält auch hier die doppelte Chromatinmenge wie das zweite.

Eigenthümlich ist bei beiden die Verschiedenheit in der Anordnung des Chromatins. In dem ersten Richtungkörperchen liegen die

Chromosomen ziemlich locker und regellos, und wie sie Anfangs hantelförmig gestaltet waren (Fig. 68, 84), kommt es leicht, dass die Hantel in der Mitte aus einander fällt, so dass nun einzelne Kügelchen gesehen werden (Fig. 82, 84). Es hat natürlich weiter keine Bedeutung, dass sich nun gelegentlich drei oder vier dieser Kügelchen näher zusammulegen (Fig. 72). Es kann das schon mechanisch durch Druck bei der Konservierung oder dergleichen erklärt werden. Denn dass ein solcher Druck leicht stattfindet, ergibt sich schon aus der Gestalt des ersten Richtungskörperchens, welches außen meist flach ist, nach innen zu aber eine Vorwölbung besitzt, entsprechend der Vertiefung der Grube (Fig. 84, 82 etc.). Das Plasma desselben ist meist ziemlich hell und zeigt einen netzförmigen Bau.

Das zweite Richtungskörperchen (*RkII*) bewahrt meist den kugeligen Bau, der ihm seiner Entstehung nach zukommt (Fig. 17—22). Eben so verharret auch die Chromatinsubstanz in seiner Mitte ziemlich in der Lage, die es von Anfang an hat (Fig. 7 ff.). Höchstens drängen sich die Chromosomen später noch dichter zusammen, zerfallen anscheinend nicht weiter und zerstreuen sich durchaus nicht.

Die beiden Richtungskörperchen liegen neben einander Anfangs in der Grube der Eioberfläche und verharren dort bis zur Copulation der Geschlechtskerne (Fig. 8—24). Wenn aber die erste Furchungsspindel gebildet ist, selten früher (Fig. 17), vertieft sich die Grube (Fig. 20) und die plasmatischen Ränder neigen sich über ihr und den Richtungskörpern zusammen (Fig. 22). Rasch verschmelzen nun die gewissermaßen gegen einander fließenden Ränder, so dass bereits zu der Zeit, in welcher die beiden ersten Furchungskerne vorliegen, die Grube nach außen hin verschlossen ist (Fig. 40). Es liegen also die Richtungskörperchen jetzt frei in einer Höhle (entstanden aus der früheren Grube), welche ringsum von dem Randplasma umgeben ist (Fig. 40).

Die Wand der Höhle verdünnt sich nun an ihrer Unterseite (Fig. 44) und reißt dort schließlich ein (Fig. 42), so dass bereits dann, wenn die ersten Anfänge der Blastodermbildung gemacht werden, die Richtungskörper ganz innen vom Randplasma sich befinden, neben den oberflächlichen Dotterkörnern (Fig. 48). Diese Lage behalten sie auch bei, wenn die Randschicht der Zellen dichter zusammenschließen beginnt (Fig. 49 *Rk*)¹. Sie sind unterhalb des äußeren Keimblattes auch noch in den Stadien der Fig. 50 zu erkennen (*RkI* und *RkII*). Späterhin habe ich sie nicht mehr sicher feststellen können.

¹ Ich erinnere daran, dass Fig. 49, 50 und 28 die richtigen Dimensionen des Eiumfanges und des Zellenmaterials wiedergibt, während die Stadien bis zu Fig. 48 die Zellen im fünffachen Maßstabe des Eiumfanges enthalten.

Wenn nämlich die Einstülpung der äußeren Zellschicht stattgefunden hat (Fig. 28), treten an der Oberfläche des Dotters, besonders in der Umgebung der Einstülpung, neben normalen Dotterzellen (Fig. 87 *k*) auch solche auf, welche durch die starke Zusammenballung des Chromatins (Fig. 87 *n*) ein ähnliches Aussehen darbieten, wie es in der letzten Zeit auch die Richtungskörperchen verriethen. Über die Herkunft dieser Gebilde kann ich einstweilen nichts angeben, sowie auch darüber nicht, was später aus ihnen wird (cf. Fig. 28 *k* und *n*).

9. Zeitbestimmung der beschriebenen Entwicklungsvorgänge.

Bereits in den letzten Eiern des Ovariums trifft man die Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel an (Fig. 58, 59). Dieselben werden dadurch als gereift dokumentirt, wie ein Vergleich mit den in den Leitungswegen befindlichen Eiern ergab, welche erhalten wurden, wenn man beim Ablegen begriffene Thiere rasch abtödtete (Fig. 60, 61).

Der Übergang in das Stadium des Dyaster findet sofort nach der Ablage statt und erfordert nur wenige Minuten. Die bei der Ablage eingedrungenen Samenfäden liegen noch im Randplasma oder in den oberflächlichen Dotterpartien. Eine reichlichere Plasmaansammlung in ihrer Umgebung hat noch nicht stattgefunden (Fig. 2, 4, 62, 63, 79).

Als Maximalzeit, nach welcher die Abschnürung des ersten Richtungskörperchens beginnt, habe ich 45 Minuten notirt (Fig. 65). Aber hier scheinen in so fern Verschiedenheiten zu bestehen, als in anderen von mir beobachteten Fällen das gleiche Stadium schon nach etwa 20 Minuten erreicht werden kann. Die Spermatozoen sind inzwischen tief in den Dotter eingedrungen und sind von einem deutlichen Plasmahofe umgeben, welcher eine Verbindungsstraße mit dem Randplasma besitzt (Fig. 42).

Nach etwa 2 Stunden ist die Abschnürung des ersten Richtungskörperchens vollendet und die im Ei zurückgebliebenen Chromosomen drehen sich und richten sich gewissermaßen auf, ein Vorgang, welcher etwa 3 Stunden nach der Ablage beendet ist (Fig. 68, 84). Dann sendet auch der Plasmahof des Spermakopfes Strahlen zwischen die Dottermassen, welche dadurch in leicht erkennbarer Weise zerklüftet werden.

Nach etwa $3\frac{1}{2}$ —4 Stunden beginnt die Hervorwölbung des zweiten Richtungskörperchens und nach der Abschnürung desselben die Ausbildung des bläschenförmigen weiblichen Pronucleus (Fig. 46). Der Samenkern hat sich inzwischen völlig verkürzt und geht ebenfalls in den bläschenförmigen Zustand über.

Nach Verlauf einer halben Stunde ist alsdann das Zusammentreffen

der beiden Geschlechtskerne erfolgt, so dass man dieselben in etwa $4\frac{1}{2}$ Stunden alten Eiern neben einander liegend auffinden wird. Die Umlagerung der Chromatinsubstanz aus dem fein vertheilten resp. kompakten Zustande in die Form von Schleifen (Fig. 25) und deren Gruppierung zur ersten Furchungsspindel erfordert einen Zeitaufwand von etwa $4\frac{1}{2}$ Stunden; denn ich habe die erste Furchungsspindel erst in bereits 6 Stunden alten Eiern aufgefunden.

Sind $6\frac{1}{2}$ Stunden verflossen, so können die beiden ersten Furchungskerne soeben gebildet sein und die Richtungskörper werden vom Randplasma verschlungen. Nach $7\frac{1}{2}$ Stunden beginnen die beiden Furchungskerne sich zur Theilung vorzubereiten und nach $9\frac{1}{2}$ Stunden haben wir das Stadium mit vier Kernen vor uns, welche ihrerseits sich schon wieder zu einer Halbierung rüsten.

Dann verbreiten sich die immer reichlicher entstehenden Kerne mit ihren Plasmahöfen durch das Ei hin und nach etwa 24 Stunden beginnen sie sich der Eioberfläche zu nähern (Fig. 48), ohne jedoch bisher sich ganz an die Oberfläche zu begeben. Dies geschieht im Laufe des folgenden Tages, während es im Ganzen drei Tage erfordert bevor die oberflächliche Zellschicht die in Fig. 50 abgebildete Ausgestaltung erfahren hat.

10. Beweis, dass die Eier mit mehreren eingedrungenen Samenfäden sich normal entwickeln.

Unter denjenigen Eiern von *Pyrrhocoris*, welche sich noch auf dem Stadium befanden, dass die Spermatozoen resp. deren Kerne als solche noch erkannt werden konnten, sehe ich in 47 Fällen nur einen einzigen zwischen die Dottermassen eingedrungenen Samenfaden (Fig. 5, 6 etc.). Dagegen habe ich in 38 Eiern gesehen, dass deren zwei zwischen den Dotterkugeln vorhanden waren. In fünf Eiern habe ich feststellen können, dass je drei Samenfäden weitere Umwandlungen eingingen, während in fünf anderen Fällen mehrere Spermatozoen von mir im Randplasma gesehen wurden.

Demnach stehen 47 monosperme Eier (mit je einem weiter entwickelten Samenfaden) gegenüber den 43 resp. 48 polyspermen Eiern. Wenn ich sage, polysperm, so geschieht das aus dem Grunde, weil es einstweilen theoretisch nur einen Gegensatz giebt zwischen Besamung mit nur einem Spermatozoon oder mit deren mehr als einem, seien es zwei oder drei oder zahlreiche.

Alle jene 48 Eier mit mehreren Samenfäden wurden von acht verschiedenen Weibchen abgelegt, und zwar gemeinschaftlich mit solchen Eiern, welche nur einen einzigen Samenfaden aufwiesen. Es

kann daher nicht wohl von einer Abnormität in so fern gesprochen werden, als dass einmal ein oder zwei Weibchen krankhafte oder geschwächte Eier producirt hätten, sondern wir müssen die weite Verbreitung der Polyspermie hier anerkennen.

Die Thiere haben die Eier in der Gefangenschaft abgelegt. Ich nahm zwar immer nur solche Weibchen, deren beträchtlicher Leibesumfang eine baldige Entleerung erhoffen ließ; dennoch aber mussten dieselben oft noch mehrere Tage mit der frugalen Kost und dem beschränkten Raume eines Gefängnisses fürlieb nehmen, ehe sie sich ihrer Bürde entledigen konnten. Es wäre daher die Vermuthung ganz gerechtfertigt, dass sich ein ungünstiger Einfluss auch auf die Eier übertragen habe, wodurch diese eine Schwächung erlitten haben konnten. Die Schädigung der Eier konnte sich darin äußern, dass wenigstens ein Theil derselben nicht mehr im Stande war, das Eindringen mehrerer Samenfäden zu verhindern. So könnte man allerdings argumentiren, und weiterhin hinzufügen, dass nach den vielen bisherigen Erfahrungen solche polyspermen Eier nicht zu einer Weiterentwicklung bis zum fertigen Thiere befähigt seien, dass ferner durch die Gegenwart überzähliger Spermakerne zum wenigsten Störungen und Abnormitäten verursacht werden würden.

Es sind das Einwürfe, welche direkt schwer zu widerlegen sein dürften. Denn ein Insektenei, welches auf seine Mono- oder Polyspermie untersucht ist, hat damit seine Entwicklung beendet und einer aus schlüpfenden Larve ist es nicht mehr anzusehen, ob bei ihrem Aufbau nur ein Samenfaden oder deren mehrere betheilig waren.

Ich versuchte nun, der Frage indirekt beizukommen durch Züchtungen, welche ich im letzten Jahre (1894) vorgenommen habe. Als ich die Untersuchungen begann, konnte ich nicht voraussehen, wie es mit der Zahl der Samenfäden bestellt sein würde und habe daher nicht Eier von denselben Weibchen und von derselben Legeperiode benutzen können. Denn die Zeit der Ablage beträgt in jedem Jahre nicht mehr als einen Monat.

Demnach mache ich die erste Annahme, dass die Thiere sich in den einzelnen Jahren nicht verschieden verhalten werden, wenn im Übrigen die Bedingungen dieselben sind. Das Resultat der Züchtung gebe ich in folgender Tabelle: (p. 37).

Um zunächst mit Nr. 5 anzufangen, so habe ich am 14. Mai einige in Copula befindliche Thiere in ein Glasgefäß mit Erde gesetzt. Ich hielt die Erde feucht, gab den Thieren jedoch keine Nahrung. Am 26. Mai beobachtete ich eines dieser Thiere bei der Eiablage und markirte die neben ihm gefundenen Eier. Ich fand am 25. Juni, dass aus

Nummer	In Gefangenschaft gebracht	Tag der Eiablage	Zahl der abgelegten Eier	Aufindung der Jungen am	Entwickelte Eier			Eier verdorben	Unentwickelte Eier	Gesamtzahl	Temperatur
					Zahl der ausgeschlüpften Jungen	Zum Ausschlüpfen reif	Eier mit Kernen				
1	26. V. 1894	29. Mai 1894 Mitt. 12-4 Uhr	38	25. Juni	32	4	2	0	—	38	Im Mittel 48° C. (46 bis 22 1/2° C.)
2	26. V. 1894	29. Mai 1894	46	25. Juni	38	6	0	4	1	46	
3	26. V. 1894	30. Mai 1894	35	25. Juni	33	0	0	4	0	35	(1 von mir benutzt)
4	26. V. 1894	2. Juni 1894	40	25. Juni	0	37	4	4	0	39	
(5)	44. V. 1894	26. Mai 94	7	25. Juni	6	43	3	2	4	25)	

diesen gewiss unter höchst ungünstigen Bedingungen producierten Eiern bereits sechs sehr kräftige junge Thiere (wohl schon einige Tage alt) ausgeschlüpft waren, während 13 Eier weit entwickelt waren und mit Augenflecken versehene Larven enthielten. Immerhin scheinen sie jedoch eine Verzögerung in der Entwicklung erlitten zu haben. Drei Eier waren noch weit zurück, enthielten jedoch Kerne im Inneren, während ich nur in einem einzigen Ei keine Kerne bemerkte, dasselbe also für unentwickelt halten muss. Zwei andere Eier waren verdorben; eines derselben war mit Pilzhyphen ganz durchzogen, das andere enthielt zahlreiche Nematoden.

In gleicher Weise zeigten sich die wenigen verdorbenen Eier der übrigen Thiere stets mit Pilzhyphen oder mit Nematoden behaftet, welche die Eischale durchdrungen hatten und nun von dem Inhalt lebten. Ich glaube nicht, dass man so befallene Eier einfach als unentwickelt betrachten darf; denn es ist sehr wohl möglich, dass sie schon eine Strecke entwickelt waren, ehe es den feindlichen Angriffen gelang, sie vollends abzutöden. Es wäre immerhin möglich, dass diese Eier beim Zählen und Übertragen in ein neues Erdloch irgend eine nicht sofort bemerkbare Schädigung erfahren hatten.

Die weiblichen Thiere Nr. 1—4 lebten unter besseren äußeren Bedingungen. Sie erhielten etwas Nahrung, hatten keinen Mangel an Wasser und legten nach nicht langer Gefangenschaft ab. Entsprechend ist auch das Resultat ein recht günstiges. Zu bedenken ist nur noch, dass die Eier fast einen Monat zur Entwicklung brauchen und dass es ganz unmöglich ist, Pilzbildung völlig fern zu halten, da man das Erdreich nicht ganz austrocknen lassen darf. Man muss desswegen auch die wenigen verdorbenen Eier bei der Berechnung unberücksichtigt lassen.

Es gehen demnach von 159 zum Versuch im Ganzen (Nr. 1—4) benutzten Eiern zunächst drei ab als verdorben, bleibt 156, ferner noch zwei, indem eines von mir zur Dotteruntersuchung verwandt wurde, während das zweite (bei Nr. 4) verloren ging und in der Erde nicht wieder aufgefunden werden konnte. Es bleiben also 154. Von diesen 154 Eiern zeigte sich nur 1 Stück als unentwickelt. Und selbst wenn wir jene drei Eier, in denen ich Kerne auffand, als unentwickelt ansehen wollen, wofür ich einstweilen noch keinen zwingenden Grund einsehe, so ist die in Verlust gekommene Zahl gegenüber den entwickelten Eiern immer noch eine verschwindend kleine.

Ich glaube hiernach schon hoch zu greifen, wenn ich von den im Freien und unter normalen Verhältnissen sich entwickelnden Eiern 1 Procent als aus inneren Gründen steril bezeichne. Würde ich aber auch die mit zahlreichen Kernen im Inneren versehenen Eier als unentwickelt mit in Rechnung bringen wollen, so würden wir erst 2,6 Procent erhalten und sogar bei Einrechnung aller verdorbenen Eier außerdem würde erst eine Ziffer von 4,6 Procent für sterile Eier herauskommen.

Diesen Zahlen stehen nun die rund 50 Procent polyspermer Eier gegenüber. Auch wenn Fehlerquellen in beiden Berechnungen angenommen werden sollten, so ist die Differenz der Zahlen eine so große, dass dadurch das Endresultat unmöglich geändert werden kann.

Dieses aber lautet: Bei *Pyrrhocoris apterus* ist das Eindringen mehrerer Samenfäden in das Ei ein häufiger und normaler Vorgang. Polyspermie erregt keine Abnormitäten und die Larven zeigen keine Unterschiede, mögen sie aus monospermen oder aus polyspermen Eiern hervorgegangen sein.

Bei HAUSMANN (30) finden wir die Angabe, dass nur ungefähr die Hälfte der gelegten Eier auskämen, eine Thatsache, welche von ihm

desswegen freudig begrüßt wird, weil sich sonst hundert Paare nach vier Zeugungen bis auf zwei Millionen vermehren würden. Aber bereits HEROLD (40) spricht sich gegen die HAUSMANN'sche Beobachtung aus, da »unter der ganzen Anzahl von Eiern, die von einem Weibchen abgelegt worden sind, immer nur einige Windeier angetroffen werden. Wenigstens kommen weit über drei Viertel dieser Eier aus«.

Werden die Eier resp. die Mutterthiere ungünstigen Bedingungen ausgesetzt, so wird natürlich die Zahl der steril bleibenden Eier steigen. Dass dieses bei HAUSMANN zu vermuthen ist, scheint mir auch daraus hervorzugehen, dass derselbe angiebt, es würden vom Weibchen im Durchschnitt nur 20 Eier abgelegt. Auch hiergegen spricht sich HEROLD bereits aus, und ich kann nur auf die Übereinstimmung unserer Angaben hinweisen, wenn er berichtet, Haufen von 60, 57, 50, 47, 43, 40 Eiern gefunden zu haben, in einem Falle nur deren 27. Ein solches Weibchen mag die Ablage noch nicht beendet haben.

HEROLD spricht noch von sehr kleinen Eiern, welche er gelegentlich unter den sonst sehr gleichmäßig gestalteten aufgefunden habe. Die kleinsten derselben seien nur »halb so breit und beinahe halb so lang als die ausgebildeten« gewesen und hätten sich immer als unfruchtbar erwiesen. — Ich habe derartige Eier niemals gesehen.

Ich möchte also noch einmal betonen, dass auch nach den Beobachtungen des sorgfältigen HEROLD selbst unter den in der Gefangenschaft producirten Eiern nur wenige Procent steril bleiben. Danach dürfte mein oben mitgetheiltes Resultat gerechtfertigt sein.

11. Biologische Notizen und Züchtungen.

Die zu meinen Untersuchungen benutzten Thiere lieferte mir der Göttinger Wall, eine Örtlichkeit, an welcher vor fast 400 Jahren HAUSMANN (30) seine biologischen Beobachtungen am gleichen Objekte angestellt hatte. Es ist das nicht uninteressant aus dem Grunde, weil damit das hohe Alter dieser thierischen Ansiedelung erwiesen wird. Allerdings kann man sich ja nicht darüber wundern: die Thiere werden wenig behelligt und die äußeren Lebensbedingungen dürften kaum andere geworden sein. Die alten Linden¹, welche der heutigen Generation eine reichliche Nahrung liefern, haben schon über deren Urhahnen zu HAUSMANN's Zeiten ihre Schatten ausgebreitet.

An der steilen Böschung des Walles, wo der Regen rasch herabstürzt ohne allzu tief einzudringen, hausen unsere Thiere unter den Wurzeln der Linden und zwischen den spärlichen Gewächsen, welche

¹ Sie sind laut Chronik nach dem siebenjährigen Kriege angepflanzt.

die Böschung festigen. In ihrer Lebensweise sind sie nicht eben uninteressant und haben schon mehrfache Bearbeiter gefunden. Ich kann mich daher in meinen Angaben beschränken und verweise vor Allem auf das, was der sehr gründliche HEROLD (40) mitgetheilt hat. Ich war erstaunt, manche kleinen Züge, welche ich unentdeckt wähnte, bei ihm mit großer Naturtreue geschildert zu finden, von der Eiablage bis zum Verscharren der Eier und der naschhaften Vorliebe gewisser Individuen für dieselben als Nahrung. Allerdings möchte ich das immerhin vereinzelt ausgesaugen von Eiern ihrer eigenen Art weniger für den Ausfluss eines Zerstörungstriebes halten, wie es HEROLD thut, sondern eher an einfache Befriedigung des Hungers denken, welcher die Thiere in der Gefangenschaft ärger quälen dürfte als in der Freiheit.

Einem jeden Beobachter fällt es leicht auf, dass unsere Thiere sich truppweise zusammenhalten. Es gilt das in gleicher Weise für die Erwachsenen wie für die Jungen. Sie sind sehr friedlich und belästigen weder andere Thiere, noch sich gegenseitig, so viel ich gesehen habe. Spritzt man Wasser in den Käfig, welches sie sehr gern und häufig aufnehmen, so kann man oft sehen, dass sie sich gegenseitig die Tropfen vom Körper absaugen.

Die erwachsenen Thiere findet man das ganze Jahr hindurch, sie sind aber am häufigsten im Frühjahr und nehmen gegen Ende des Sommers an Zahl ab. Zu dieser Zeit findet man alsdann große Rudel von Jungen in verschiedenem Alter bunt durch einander. Im Allgemeinen halten sich die Thiere am Erdboden auf, besonders die Erwachsenen, während die größeren Larven auch wohl einmal auf die Lindenbäume emporsteigen.

Die Thiere überwintern meist als junge Imagines und begeben sich im Frühjahr alsbald in Copula. Im Monat Mai und Anfang Juni trifft man viele zusammenhängende Paare. Die Copulation eines Paares dauert oft sehr lange; so isolirte ich am 3. Mai 1888 30 zusammenhängende Paare und fand am 7. Mai von diesen noch 10 Paare vereinigt. Wie fest die Verankerung der beiden Geschlechter ist, folgt auch daraus, dass ich am 17. Mai 1888 ein Männchen traf, welches ein gestorbenes Weibchen an sich hängen hatte.

Im Übrigen verweise ich in Betreff der Lebensweise auf die Mittheilungen von HAUSMANN (30), HEROLD (40) und PAUL MAYER (55).

Nachdem sich ergeben hatte, dass die Eier von *Pyrrhocoris* eine in nicht unbeträchtlichem Grade schwankende Zahl von Mikropylenaufsätzen darbieten, so lag der Gedanke nahe zu untersuchen, ob dieser

äußerlichen Differenz vielleicht auch eine innere Verschiedenheit entsprechen könne. Denn es hatte den Anschein, als wenn auch schon die Eiröhren mit einer gewissen Ausschließlichkeit Eier hervorbrachten, welche unter sich in der Zahl der Mikropylen übereinstimmten.

Da nun bei der beobachteten großen Copulationsneigung unserer Thiere stets eine große Zahl von Samenfäden im Receptaculum seminis des Weibchens vorhanden sein wird, so wird es den in großer Menge andringenden Samenfäden leichter werden, das Eiinnere zu erreichen, wenn sie auf viele Mikropylen treffen, als wenn deren nur die Hälfte angelegt ist. Dass überhaupt eine Polyspermie mit großer Regelmäßigkeit stattfindet, haben wir oben gesehen. Die schwankende Zahl der innerhalb der Dotterzone zur Ausbildung kommenden Spermakerne deutet aber darauf hin, dass wir die Anzahl der in das Randplasma eindringenden Samenfäden nicht zu niedrig anzunehmen brauchen; denn wir wissen, dass nicht alle Samenfäden über die Zone des Randplasmas hinausgelangen.

Erwägt man also, dass die Zahl der Mikropylen eine verschiedene ist, und ferner, dass mehrere Samenfäden im Ei aufgefunden werden, sowie auch, dass die Thiere gesellig leben und reichlich copuliren, so ist kaum daran zu zweifeln, dass in Eier mit acht Mikropylen mehr Samenfäden eindringen können als in solche mit vier Mikropylen. Wenn nun aber z. B. bei der Biene das Vorhandensein oder Fehlen eines Spermatozoon im Ei maßgebend ist für die Bestimmung des Geschlechtes, so könnte ja auch hier, wo beide Geschlechter aus befruchteten Eiern hervorgehen, die Frage aufgeworfen werden, ob es nicht etwa bei der Ausbildung des Geschlechtes darauf ankomme, dass eine größere oder geringere Zahl von Samenfäden dem Ei einverleibt seien. Jedenfalls schien es mir bei unserer Unkenntnis über die Gründe der Geschlechtsdifferenz nicht unnütz zu sein, einen von dem soeben erläuterten Gedanken geleiteten Züchtungsversuch zu unternehmen.

Ich habe also eine Reihe von Eiern nach der Zahl der Mikropylen ausgesucht und isolirt sich entwickeln lassen. Die nachfolgende Tabelle (p. 42) giebt näheren Aufschluss über den Versuch.

Es ergibt sich aus der Tabelle direkt, dass also die Zahl der Mikropylen und die etwa in größerer Menge eingedrungenen Samenfäden von keiner Bedeutung für die Entstehung des Geschlechtes sind. Denn aus Eiern mit wenigen und mit vielen Mikropylen, oder also nach dem Eindringen von mehr oder weniger Samenfäden entstehen ohne Unterschied männliche und weibliche Geschöpfe.

Hat demnach auch der Versuch auf die Frage zu deren Lösung er

zunächst unternommen war, keine positive Antwort gegeben, so sind aus ihm doch einige erwähnenswerthe Resultate hervorgegangen.

Datum der Auslese	Anzahl der isolirten Eier						
	vier Mikropyl.	fünf Mikropyl.	sechs Mikropyl.	sieben Mikropyl.	acht Mikropyl.	neun Mikropyl.	
15. Mai 1889	2	20	29	20	5	—	Die Eier waren immer schon einige Tage älter als das Datum anzeigt.
16. Mai 1889	2	14	21	7	—	—	
17. Mai 1889	2	1	5	6	1	—	
18. Mai 1889	7	33	31	13	3	—	
20. Mai 1889	2	19	36	10	1	1	
21. Mai 1889	2	12	7	5	—	—	
22. Mai 1889	5	20	16	5	—	—	
4. Juni 1889	16	18	15	4	1	—	
8. Juni 1889	—	3	12	7	—	—	
In Summa:	38	140	172	77	11	1	= 519 Eier.
Hieraus erh. an Thieren	{ 15 ♀ 7 ♂	{ 34 ♀ 18 ♂	{ 42 ♀ 27 ♂	{ 8 ♀ 4 ♂	{ 2 ♀ 1 ♂ (2?)	{ — —	{ = 104 ♀. = 57 ♂.
Zusammen:	22	52	69	12	4	—	= 159 Thiere.

Die Thiere, welche sich von Jugend an rudelweise zusammenhalten, machen kaum mehr als sechs Häutungen durch, bis sie erwachsen sind. Ich habe die Zahl der Häutungen nicht genau festgestellt. Sie schlüpfen aus der alten Haut in einem völlig rothen Kleide, wie es bereits von PAUL MAYER (55) beobachtet ist (p. 323) und das dunkle Pigment bildet sich dann erst, jedoch ziemlich rasch. Das erste Thier, welches nach Größe und Zeichnung völlig erwachsen war, fand ich am 20. August. Es war ein Weibchen und entschlüpfte einem mit vier Mikropylen versehenen Ei. Da es beim Auffinden noch ganz roth war, so konnte es erst soeben die letzte Häutung durchgemacht haben. Zwei andere Thiere eben daher sah ich am 1. September. Dessgleichen war aus den Eiern mit fünf Mikropylen ein erstes noch ganz rothes Thier am 24. August zum Vorschein gekommen, am 1. September konnte ich bereits sine größere Zahl fertig gehäuteter Exemplare zählen. In dem Gefäße, welches die mit sechs Mikropylen versehenen Eier aufgenommen hatte, bemerkte ich das erste fertig gehäutete und bereits ausgefärbte Thier, ein Weibchen, am 1. September.

Da wir nun nach obiger Tabelle etwa Mitte Mai als die Zeit der Eiablage im Mittel annehmen dürfen, so ergibt das eine Entwicklungsdauer des fertig gehäuteten Thieres von etwa 3¹/₂ Monat.

Einigermaßen auffällig ist das Verhältnis zwischen der Anzahl der Eier und der daraus hervorgegangenen Thiere einerseits und ferner das Zahlenverhältnis der Geschlechter zu einander. Auf 519 Eier kommen nur 159 Thiere, also kaum 31 Procent. Zum Verständniss dieses

Missverhältnisses brauche ich jedoch wohl nur auf die Schwierigkeiten einer solchen Züchtung hinzuweisen. Außerdem entwickelten sich die Eier nicht ganz unter normalen Verhältnissen. Um die Mikropylen zu zählen, musste ich die länglichen Eier (Fig. 4) rollen und auf die Spitze stellen. Sie waren also aus ihrer normalen Ruhelage im Dunkel der Erde hervorgeholt, alsdann immerhin zum Zweck der Zählung der Mikropylen etwas misshandelt, und wenn ich sie auch schließlich in den Zuchtgefäßen wieder eingrub, so bilde ich mir nicht ein, es mit gleicher Zweckmäßigkeit ausgeführt zu haben, wie vorher das Mutterthier. Schon das Herabrollen der Erde beim Zuscharren der Löcher mag trotz aller Vorsicht manches Ei schwer verletzt haben, ein etwas zu tiefes Eingraben und eine zu harte Erddedecke mag die ausschöpfende Larve entweder ganz in der Tiefe festhalten oder sie erschöpft die Oberfläche erreichen lassen. Hierin glaube ich besonders Anfangs gefehlt zu haben, indem ich die Löcher zur Aufnahme der Eier zu tief gegeben habe.

Ich suchte es den Thieren in den Zuchtgefäßen heimisch zu machen, indem ich einige Lindenbäumchen hineinpflanzte (denn an dem Fuße von Linden hatte ich die Alten gefangen) und indem ich ihnen reichliche Mengen von Lindensamen und zerdrückten Fliegen und rohen Fleisch und Obststückchen vorsetzte, sowie auch Samen von Akazien, an welchen sie gern sosen, — aber einen von dicken Wurzeln durchzogenen Untergrund, einen unbeschränkt großen Wohnplatz und dessen normale Beschaffenheit durch Wechsel von Regen und Sonnenschein vermochte ich ihnen nicht zu bieten. Merkte ich selbst doch den Unterschied sehr wohl, wenn ich auch die Gefäße an das offene Fenster stellte und durch übergezogene Gaze den Zutritt von Luft und Wind ermöglichte und den Thau und Regen durch Einspritzen von Wasser zu ersetzen suchte. Die Erde behielt nicht die lockere Beschaffenheit, welche an den Fundorten vorhanden war.

So kam es denn, dass viele Thiere abstarben, manche noch ganz jung, manche erst nach dem Überstehen mehrerer Häutungen. Eine Anzahl der Thiere wurde auch von parasitischen Milben befallen, welche sich zahlreich an ihrer Unterseite anhefteten.

Das Geschlecht kann, wie es auch schon PAUL MAYER (55) auffiel (p. 341), bereits an mittelgroßen Thieren festgestellt werden durch die verschiedene Ausbildung der chitinösen Struktur des Hinterleibsendes. So gelang es auch an bereits längere Zeit abgestorbenen Exemplaren noch immer das Geschlecht zu erkennen, wenn ich ein Chitinskelett mit Hilfe von Kalilauge herstellte. Im umstehenden Holzschnitte II gebe ich eine Abbildung der Umgegend des Afters einer ♂ und ♀ Nymphe

bei Innenansicht des Chitinskelettes. Der Unterschied tritt auch ohne Beschreibung sofort hervor.

Nun ergibt sich, wie aus der oben mitgetheilten Tabelle hervorgeht, das bemerkenswerthe Resultat, dass etwa doppelt so viel weibliche Thiere vorhanden waren als männliche. Im Freien habe ich einen

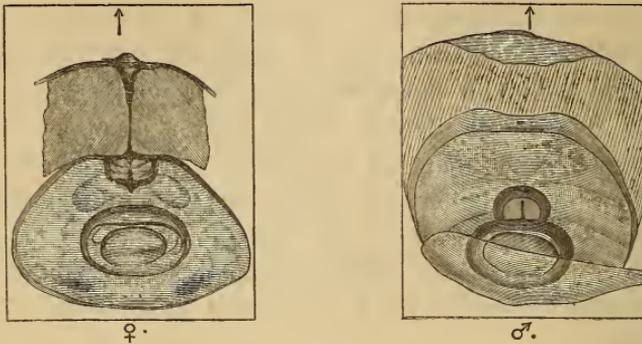


Fig. II.

Hinterenden einer ♀ und einer ♂ Nymphe von *Pyrrhocoris*. (Nach einem Chitinskelett gezeichnet.)

so bedeutenden Zahlenunterschied der Geschlechter nicht beobachtet, habe vielmehr den Eindruck, als wenn dort etwa eine gleiche Zahl von beiden gegeben sei. Bei einer Zählung der erwachsenen Thiere, welche mir beim Durchwandern einer von ihnen reichlich bevölkerten Örtlichkeit aufstießen, traf ich auf 74 Männchen und 80 Weibchen. Es war am 30. Juli 1891. — Am 4. September 1891 zählte ich an einer anderen Stelle acht Männchen und vier Weibchen, dann am 11. September 1891 an einem dritten Orte zehn Männchen und acht Weibchen. Dass wohl alle diese Thiere vom Frühjahre des gleichen Jahres herstammten, ergab sich aus ihrem verhältnismäßig weichen Integumente. Es fragt sich, wie diese auffallende Thatsache zu erklären sei. Hier kann vielleicht die nachfolgende Tabelle einen Fingerzeig geben.

Eier mit	vier Mikropylen	fünf Mikropylen	sechs Mikropylen	sieben Mikropylen	acht Mikropylen	Summa
Datum	13. Nov. 1889	22. Okt. 1889	22. Nov. 1889	27. Nov. 1889	Anf. Sept.	
Es lebten noch (Erw. = erwachsene Thiere)	♀: 3 Erw. ♂: 0	♀ { 6 Erw. 21 Nymph. ♂ { 1 Erw. 4 Nymph.	♀ { 2 Erw. 6 Nymph. ♂ { 0 Erw. 2 Nymph.	♀: 4 Erw. ♂: 0	letzte ♂ u. ♀ Nymph. abgestorb.	39 ♀ (12 Erw.) 7 ♂ (1 Erw.) 46 Stück.
Zahl d. überhaupt erhalt. erw. Thiere.	6 ♀ 1 ♂	49 ♀ 1 ♂	8 ♀ 1 ♂	4 ♀ 1 ♂	0	37 ♀ 4 ♂ 41 Erw.

Aus den unteren Kolumnen ergibt sich, dass nur 44 Thiere alle Häutungen durchgemacht haben, während die Kultur mit 159 Thieren begonnen wurde. Den erwachsenen Zustand erreichten also kaum 26 Procent. Diese geringe Zahl ist wohl auf Rechnung der ungünstigen Lebensverhältnisse zu setzen, welche ihnen die Gefangenschaft bot; denn da die Thiere so weit gekommen waren, dass sie die Entwicklung im Ei durchgemacht hatten, und ausgeschlüpft waren und umherliefen, so hätten sie unter völlig geeigneten äußeren Bedingungen wohl auch das Endziel erreichen können.

Nun ist es auffällig, dass unter den 44 erwachsenen Thieren sich über 90 Procent weiblichen Geschlechtes befanden, dagegen kaum 10 Procent männlichen Geschlechtes, auffällig aus dem Grunde, weil im Freien die Zahl der beiden Geschlechter etwa gleich ist. Offenbar kann nicht angenommen werden, dass im Freien ganz besonders die weiblichen Thiere zu Grunde gehen und auf die Weise in ihrer Zahl sich den wenigen männlichen Individuen annähern.

Ziehen wir noch die oberen Kolumnen der Tabelle heran. Ich unterbrach die Züchtungsversuche, als der Winter sich näherte und die Beschaffung der Nahrungsmittel für die Thiere begann Schwierigkeiten zu machen, resp. als die Thiere hinfällig zu werden anfangen. Jedenfalls war die Zeit so weit vorgertückt, dass sie alle die Umwandlungen bis zum Stadium der Imago hätten vollenden können. Denn ich fand das erste fertig gehäutete Thier am 20. August.

Es lebten zu der Zeit als ich die Kulturen unterbrach, im Ganzen noch 46 Thiere, davon 39 weibliche und nur sieben männliche, — oder in Procenten ausgedrückt, fast 85 Procent weibliche Thiere und etwas über 15 Procent Männchen. Ziehen wir dagegen nur die am letzten Termine noch vorhandenen erwachsenen Individuen in Rechnung, so stehen bei Unterbrechung der Kultur, wie aus dem oberen Theile der Tabelle hervorgeht, 12 erwachsene Weibchen gegenüber nur einem erwachsenen Männchen, oder in Procenten 92,3% weibliche Thiere gegen 7,7% männliche.

Stellen wir die einzelnen Verhältnisse noch einmal einander gegenüber, so ergibt sich Folgendes:

Überhaupt erhaltene Thiere	101 ♀ = 63,9 %	57 ♂ = 36,1 %
Es lebten noch bei Schluss der Kultur an nicht erwachsenen Thieren	27 ♀ = 84,8 %	6 ♂ = 18,2 %
Es bestanden alle Häutungen	37 ♀ = 90,24%	4 ♂ = 9,76%
Bei Schluss der Kultur lebten von den erwachsenen Thieren	12 ♀ = 92,3 %	1 ♂ = 7,7 %

Gehen wir von der Voraussetzung aus, dass die Zahl der Geschlechter im Freien etwa gleich ist, so dürfen wir auch annehmen, dass bereits unter den Eiern 50 Procent für das weibliche und 50 Procent für das männliche Geschlecht bestimmt sind. Nun ergibt sich aus den vorstehenden Tabellen, dass bereits in jener Zeit, als das Geschlecht erkannt werden konnte, eine derartige Verschiebung eingetreten ist, dass die Zahl der weiblichen Thiere auf 63,9 Procent gestiegen ist, während die Zahl der männlichen Thiere auf 36,4 Procent sank. Und dieses einseitige Steigen und Sinken der Procentzahl schreitet fort, wie die Entwicklung weiter geht.

Im Allgemeinen nimmt natürlich die Zahl der Individuen ab, je länger die Kultur besteht, aber nicht etwa gleichmäßig für beide Geschlechter, sondern die Männchen sterben leichter. Als ich schließlich die einzelnen Zuchtgefäße ausleerte, war noch eine ansehnliche Zahl nicht voll entwickelter Thiere vorhanden, aber das Verhältnis war jetzt derart, dass die weiblichen Thiere 81,8 Procent bildeten, die männlichen nur 18,2 Procent. Diese Thiere hätten natürlich schon längst ausgewachsen sein können, wenn sie nicht durch die ungünstigen äußeren Verhältnisse in ihrer Entwicklung geschädigt wären.

Noch ungünstiger liegt das Verhältnis, wenn wir die erwachsenen Thiere mit einander vergleichen. Es hatten nämlich von denjenigen, welche alle Häutungen überwandten, 90,24 Procent Weibchen dieses Endziel erreicht, dagegen nur 9,76 Procent Männchen.

Aber selbst jetzt war der ungleichen Sterblichkeit noch keine Schranke gezogen. Die Zahl der Erwachsenen lichtete sich ebenfalls noch und bei Beendigung der Kulturen war etwa nur noch ein Drittel der Gesamtmenge vorhanden. Da aber hatte sich das Verhältnis der Geschlechter noch weiter verschoben, derart, dass jetzt unter den Überlebenden die Männchen nur 7,7 Procent ausmachten, die Weibchen dagegen 92,3 Procent.

Ich glaube nicht, dass man die größere Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes, welche mit der Jahreszeit ganz gleichmäßig fortschritt, einem Zufalle zuschreiben kann, wenn auch die Rechnung schließlich nur mit einer geringen Zahl operiren konnte. Meines Erachtens hat sich das männliche Geschlecht hier entschieden als das schwächere erwiesen (man vergleiche hierzu HENSEN [39] p. 209).

Demnach komme ich zu folgendem Schluss: Werden männliche und weibliche Thiere von *Pyrrhocoris apterus* L. vom Ei an bis zur völligen Ausbildung in der Gefangenschaft gehalten, unter Bedingungen, welche ihrem Aufenthalte im Freien möglichst zu entsprechen scheinen, so ist die

Sterblichkeit der Männchen eine beträchtlich größere als die der Weibchen. Schon recht früh zeigt sich eine Differenz in der Zahl, dieselbe wird aber successive größer, je weiter die Zeit und die Entwicklung vorrückt.

Eine Beziehung zwischen der Zahl der in das Ei eindringenden Spermatozoen und der Entstehung des Geschlechtes ist nach meinen Erfahrungen nicht vorhanden.

4. *Hydrometra Najus Deg.*

Die Thiere wurden von mir Ende Mai 1888 auf einem Bache in der Umgegend Göttingens aufgefunden und auf eine große Wasserschale gesetzt. Die Männchen sind erheblich kleiner als die Weibchen und begatten dieselben öfter, indem sie ihnen auf den Rücken steigen. Als eine Aufforderung zur Begattung scheint zu dienen, dass das Männchen, indem es dem Weibchen auf dem Rücken sitzt, mit dem gerade ausgestreckten mittleren Beinpaare vorn mehrfach zusammenschlägt, als wenn es in die Hände klatschte. Dann rutscht es auf dem längeren Leibe des Weibchens nach hinten und die Geschlechtsöffnungen vereinigen sich.

Ich hatte auf der Glasschale auch einige Blätter von *Nymphaea* oder *Nuphar* niedergelegt und auf diese befestigte das Weibchen die Eier. Zu dem Zwecke steckte es den Hinterleib unter die Wasseroberfläche und legte die Eier auf der Unterseite des Blattes oder Blattstieles nieder. Die Eier liegen auf der Seite neben einander und sind sowohl unter einander wie mit der Blattfläche durch ein reichlich ergossenes Drüsensekret verbunden.

Die Form der Eier ist ellipsoidisch bei einer Länge von etwa 2 mm und einer Breite von etwa $\frac{3}{4}$ mm. Das Chorion ist außerordentlich dick; es kann jedoch das eigentliche Ei herauspräparirt werden. Eine Dotterhaut habe ich an den herauspräparirten Eiern nicht gesehen; sie bleibt wohl mit dem Chorion in Verbindung.

Das Ei hat eine ähnliche Beschaffenheit wie dasjenige von *Pyrrhocoris*. Ein nicht sehr dickes Keimhautblastem umschließt die Dottermassen. Die Dotterkugeln sind an konservirten Eiern nicht kugelförmig, sondern vielfach durch zwischenliegende Vacuolen eingedrückt, ähnlich wie bei *Pyrrhocoris*, nur weniger stark. Im Dotter sind vielfach kleine Inseln von Plasma zu bemerken.

Die Richtungskörperchen habe ich in der Nähe der Mitte an der Längsseite des Eies in einer kleinen von Plasma gebildeten Grube liegen sehen.

Die Furchung geht in der gewöhnlichen Weise vor sich, indem die Furchungszellen zu dem Keimhautblastem hinaufrücken und sich da selbst durch tangentialen Theilung vermehren.

Litteratur über Hemipteren.

F. BLOCHMANN (9) schildert von den befruchteten Wintereiern von *Aphis aceris* L., dass zwei Richtungskörperchen gebildet und völlig nach außen gestoßen werden.

An viviparen Aphiden konstatierte BLOCHMANN bei *Forda formicaria* Heyd. und einer anderen nicht bestimmten Art von *Ipomoea rubra-coerulea* Hook., dass der hier nur vorhandene eine Richtungskörperchen ebenfalls völlig außerhalb des Eies lag.

Derselbe (10, p. 87) giebt von *Chermes strobilobius* Kltb. an, dass von unbefruchteten Eiern, aus welchen parthenogenetisirende Weibchen entstehen, nur ein Richtungskörperchen gebildet wird. Er theilt ferner mit, dass die Richtungskörperchen von *Chermes abietis* L. wirklich abgeschnürt werden.

II. Orthopteren.

Über die Gruppe der Orthopteren habe ich keine eigenen Beobachtungen und theile ich daher kurz das aus der Litteratur Bekannte hier mit.

Blatta germanica Fabr. bildet nach BLOCHMANN (9) zwei Richtungskörperchen, welche anscheinend beide völlig nach außen geworfen werden, ohne dass sie eine Theilung oder dergleichen erlitten. WHEELER (74) hat am gleichen Objekte ebenfalls die Bildung der beiden Richtungskörperchen beobachtet. Letzterer giebt dann noch einige Bilder von den Geschlechtskernen, ohne jedoch durch kontinuierliche Beobachtung der einzelnen Stadien seine Deutung sichergestellt zu haben. Nach der Beschaffenheit der Zeichnungen und Beschreibung bin ich nicht in der Lage, über die von WHEELER gegebene Deutung ein Urtheil zu fällen.

III. Coleoptera.

5. Die ersten Entwicklungsvorgänge im Ei von *Agelastica alni* L. nebst Mittheilungen aus der Spermatogenese, der Biologie und über künstliche Beeinflussung der Entwicklung.

Mit Tafel IV—VI.

1. Das Ei bis zur Ablage.

Der Eikern hat bereits dicht unterhalb des ovarialen Endfaches die charakteristische Bläschengestalt, ohne jedoch, wenigstens bei der von mir angewandten Methode, stets allseitig scharf gegen das umgebende Plasma abgegrenzt zu sein. So bietet z. B. in dem ganz jungen Ei bei Fig. 94 der Eikern *kbl* an der dem Endfach zugewandten Seite bei *a* eine Stelle dar, an welcher man vergeblich nach einer scharfen Grenzlinie sucht. Auch bei dem älteren Ei Fig. 94 ist eine deutliche Kernmembran nicht zu erkennen, wenn auch die Substanz des Keimbläschens ringsum deutlich gegen das Eiplasma abgesetzt ist. Charakteristisch ist hier eine Bruchstelle *b*, welche das Ei spaltet. Man sollte erwarten, an einer derartigen Stelle müsste von einer Membran etwas zu sehen sein, wenn sie vorhanden wäre. Es ist das nicht der Fall, auch nicht bei anderen in gleicher Lage befindlichen Eiern. Ein Grund für die Annahme einer besonderen Membran ist demnach hier nicht vorhanden.

Während das Eiplasma sich mit Karmin und Hämatoxylin recht lebhaft färbt, verhält sich die Hauptmasse des Kernes durchaus ablehnend gegen diese Farbstoffe, nimmt dagegen begierig Pikrinsäure an. Bei einer Verbindung von Karmin und Pikrinsäure erhält man den Eikern als gelben Fleck in rother Umgebung. Ein Netzwerk irgend einer Art ist bei den von mir angewandten Methoden im achromatischen Theile des Eikernes niemals zum Vorschein gekommen, nur zuweilen in den jüngsten Eiern eine schwach wolkige Trübung.

Wenn die Eier weiterhin schon mit völlig ausgebildeten Dotterkugeln stark angefüllt sind und das bis dahin noch erheblich gewachsene Keimbläschen (Fig. 106 *kbl*) beginnt sich zurückzubilden, ist von einer scharfen Grenzmembran immer noch nichts zu sehen. Wohl ist die Substanz des Keimbläschens selbst in den Ecken und Buchten, welche nun an der Oberfläche desselben sich ausgebildet haben, deutlich von der Substanz des umgebenden roth gefärbten Plasmas zu unterscheiden, aber eine selbständige Membran fehlt hier durchaus. Auch auf diesem Stadium habe ich vielfach Bilder, wo ein

Sprung in der spröden Masse des Eikernes hinübergreift auf das Plasma. Er geht stets so glatt von einem Medium in das andere, wie es beim Vorhandensein einer selbständigen Membran kaum der Fall sein dürfte. Ferner besitze ich ein Hämatoxylinpräparat, in welchem ein Keimbläschenschnitt durch einseitigen Wegfall der Dotter- und Plasmamassen zur Hälfte ganz frei gelegt ist, aber von einer Membran oder Membrantheilen findet sich keine Spur.

Die Chromatinsubstanz tritt uns in den jüngsten Eiern in Gestalt von kompakten ungleich großen und intensiv gefärbten Körnchen entgegen (Fig. 94 *chr*). Sie liegen meist in einem Häufchen beisammen. Ob ein Zusammenhang unter ihnen besteht, kann ich mit Sicherheit weder bejahen noch verneinen.

Wie das Keimbläschen selbst mit dem Ei an Größe zunimmt, so mehrt sich auch die Chromatinsubstanz. Bemerkte man jedoch in den jüngsten Eiern nur gelegentlich in den größeren Chromatinkörnchen eine Vacuole, so ändert sich das weiterhin sehr bedeutend. Gleichzeitig mit der Mengenzunahme des Chromatins geht eine reichliche Vacuolisirung Hand in Hand, so dass man in den älteren Eiern an Stelle der (so weit man urtheilen kann) kompakten Körnchen nun ein deutlich maschenförmiges, schwammartiges Chromatingertüst vorfindet (Fig. 94 *chr*). Das ist bereits der Fall in Eiern, bei welchen als Vorläufer der Dotterkörner die ersten hellen Flecke im Plasma auftreten (Fig. 94 *d*).

War in den jüngsten Eiern eine Verbindung zwischen den einzelnen Chromatintheilen nicht festzustellen, so ist eine solche in den Stadien wie Fig. 94 unzweifelhaft vorhanden. Die in Fig. 94 mit 1 und 2 bezeichneten nierenförmigen Stückchen scheinen zwar noch eine gewisse Selbständigkeit zu besitzen, von dem Stücke 3 leuchtet es ja sofort ein, aber die Hauptportion bildet doch eine verbundene Masse, an welcher unregelmäßige rundliche Vorsprünge vielleicht noch auf ein Verschmelzen ursprünglich weniger innig verbundener Theile hindeuten. In der Mitte dieser Hauptmasse liegt noch eine trennende Vacuole *v*.

Immerhin ließ sich auf dem eben beschriebenen Stadium und ganz speciell bei dem in Fig. 94 abgebildeten Ei noch der Einwurf anerkennen, dass hier in der That getrennte Chromatinportionen vorhanden seien, welche nur durch die Konservirung zu einem scheinbaren Ganzen vereinigt seien. Da bitte ich, das Keimbläschen eines erheblich weiter entwickelten Eies zu vergleichen, wie ich ein solches in Fig. 406 abgebildet habe. Hier ist die Hauptmasse des Chromatins *chr*₁ und *chr*₂ in höchstens drei Stücken vorhanden. Wie ich jedoch

glaube, hängen sie alle drei direkt zusammen. Der Schnitt ist gerade durch die Mitte der Masse gegangen, so dass ich dieselbe aus zwei Schnitten hier eingezeichnet habe. Wenn auch das deutliche Netzwerk durch einige Vacuolen gespalten ist, so gehen dennoch an den übrigen Stellen die Fäden desselben ungestört durch das ganze Gebilde.

Noch deutlicher und noch weiter geführt ist die Vereinigung des Chromatinnetzes in einem mit Fig. 406 etwa gleichalterigen Ei, dessen Keimbläschen ich im Umriss in Fig. 97 dargestellt habe. Hier ist die Hauptmasse des Chromatins *chr* zu einem einzigen wenig gegliederten Haufen zusammengefügt, in welchem wohl, aus der Tiefe hervorleuchtend, einige Vacuolen bemerkt werden, dagegen keinerlei Unterbrechung in dem einheitlichen Gewebe des Netzwerkes.

Ich will nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass das chromatische Netzwerk *chr* in Fig. 94, 406 und 97 sehr viel weniger intensiv gefärbt ist als die Kügelchen in Fig. 94 und kaum so stark als das an der Außenseite des Keimbläschens befindliche Plasma. Es scheint mir das einen genügenden Grund in dem lockeren Bau des Netzwerkes zu finden. Wenn ich aber trotz dieser Verschiedenheit die stark gefärbten Kügelchen in Fig. 94 für der Substanz nach ursprünglich identisch mit den Netzwerken halte, so geschieht das, weil ja durch die neueren Arbeiten ein Übergang von kompakterer Chromatinsubstanz in ein lockeres Netzwerk mehrfach mit genügender Sicherheit beobachtet ist.

Außer der bisher beschriebenen chromatischen Hauptmasse finden sich in den größten Keimbläschen noch andere schwach gefärbte Körperchen, welche mir mit ersterer nicht völlig identisch zu sein scheinen (Fig. 406 und 97 *c* und *c*₁). Die größeren Körper *c* gleichen zwar im Allgemeinen den bei *chr* abgebildeten, aber bei genauerer Betrachtung unterschieden sie sich davon durch das weniger deutliche Netzwerk und den größeren Reichthum an runden Vacuolen. Die Gebilde machen weniger den Eindruck eines Netzwerkes als den einer schaumigen Masse, d. h. zwischen den mehr runden Vacuolen befinden sich breitere Substanzbrücken.

Sonst finden sich im Keimbläschen noch wenige kleinere und größere Kügelchen (*c*₁) von nur geringem Färbungs- und Lichtbrechungsvermögen. Die größeren derselben tragen meist eine oder zwei Vacuolen. Mit Karmin werden sie weit weniger stark gefärbt als mit EHRLICH'S Hämatoxylin.

Ein Keimbläschen von der in Fig. 406 und 97 dargestellten Ausbildung findet sich in Eiern, welche im Ovarium den völlig gereiften unmittelbar nachfolgen. Um das zu veranschaulichen, habe ich den Schnitt eines solchen Eies in situ abgebildet (Fig. 402). Bei *el* hat der

Schnitt die Wand des Eileiters getroffen. Man kann von hier aus ein enges Lumen (*lu*) verfolgen bis hinein zwischen die zusammengefalteten Wände des ältesten Eifaches (Fig. 402 *f*), dessen Beginn und Ende sofort an den auffallend stark gefärbten und dicht gedrängten Kernen erkannt wird. Wenn ich angebe, dass die Mutter bei der Ablage durch Hitze getödtet wurde und bis dahin 1 Stunde und 20 Minuten zum Legen gebraucht hatte, so hat also die Entleerung des Eifaches (Fig. 402 *f*) innerhalb dieser Zeit stattgefunden und ist damit für das Verständnis dieses Stadiums viel gewonnen. Über die Schnelligkeit der Eireifung habe ich mich weiter unten ausgesprochen (p. 95 ff.). Ferner kann aus der Fig. 402 die Lagebeziehung des Keimbläschens (*kbl*) zur Eioberfläche und zu dem vom Oviduct abgewandten Empfängnispol (*P*) erkannt werden. Von letzterem strahlt eine größere Plasmaansammlung nach der Eimitte zu (*pl₁*), und eine ähnliche befindet sich am Keimbläschen *kbl* an der dem Eiinnern zugewandten Seite (Fig. 402 und 406 *pl₂*).

2. Ausbildung der ersten Richtungsspindel.

Eine beträchtliche Veränderung hat der Eikern in denjenigen Eiern erlitten, welche zur Ablage reif sind. In Fig. 400 und 444 habe ich das das reducirte Keimbläschen einschließende Stück aus dem Längsschnitte solcher Eier dargestellt. Ein Theil der mit vorliegendem gleichalterigen Eier war bereits abgelegt, dieses hier habe ich noch aus dem Thiere selbst entnommen, es ist noch nicht befruchtet. Die Fig. 400 ist mit genau der gleichen Vergrößerung und denselben Systemen gezeichnet wie die Fig. 94, 94, 97, 406, so dass die ungemene Reduktion des Kernes sofort in die Augen fällt. Der große wasserklare Tropfen der Fig. 406 und 97 *kbl* ist zu einem undeutlich begrenzten, von einem zarten Netzwerk durchzogenen hellen Hofe um die Chromatinkörnchen zusammengeschrumpft; aus dem feinen chromatischen Schwammgerüst (*chr*) der noch nicht vollreifen Eier (Fig. 406, 97) ist wieder ein ähnlicher Haufen stark gefärbter Körnchen geworden, wie ihn die jüngsten Eier ursprünglich darboten (Fig. 94).

Eines fällt bei genauer Betrachtung der Chromatinstäbchen, besonders in Fig. 444, auf, dass sie nämlich je aus zwei Körnchen zu bestehen scheinen, welche durch eine dünnere Verbindungsbrücke vereinigt sind. Eine abweichende Gestalt hat das in Fig. 444 ganz rechts gezeichnete Chromatinelement.

Dass der helle Hof um die Chromatinstäbchen in Fig. 444 viel körniger aussieht als in Fig. 400, mag von der Verschiedenheit in der Färbung herrühren. Fig. 400 ist mit Boraxkarmin und dann mit

EHRLICH's Hämatoxylin gefärbt, Fig. 444 dagegen mit Boraxkarmin und Pikrinsäure.

Ein drittes Präparat bietet in Bezug auf die Chromatinkörnchen dieselben Verhältnisse wie Fig. 444, nur ist die Platte noch etwas gedrängter und steht nicht parallel mit der Peripherie sondern senkrecht dazu.

Zwei andere Präparate lehnen sich an Fig. 400 an, und ich glaube in ihnen je zwölf Chromatinelemente annehmen zu dürfen.

Mit wenigen Ausnahmen ist leicht festzustellen, dass die Chromatinkörnchen in der Mitte ein wenig eingeschnürt sind, ähnlich einem holoblastischen Eie, welches sich in der Zweitheilung befindet (Fig. 495). Wenn die Körnchen in dieser Hinsicht auch übereinzustimmen pflegen, so ist in so fern ein Unterschied vorhanden, als sie durchaus nicht etwa von gleicher Größe sind. Es fällt das schon an den Fig. 400 und 444 auf, noch mehr aber an der stärker vergrößerten Fig. 495. Hier sind die Körnchen 1 und 2 etwa doppelt so groß als 3, 4 und 5. In demjenigen Ei, aus welchem Fig. 495 entnommen ist, habe ich fünf der größeren Körnchen und sieben der kleineren gezählt.

Der Rest des Keimbläschens (Fig. 495*h*) ist auch hier gegen das Plasma erkennbar abgegrenzt, jedoch nicht durch eine Membran. Außerdem sind die fünf gezeichneten Chromatinkörnchen noch von einem gemeinsamen hellen Hofe (*h*) eingeschlossen, ohne dass ich darüber entscheiden könnte, ob hier von einer wirklichen Substanz die Rede sein darf, oder nur von einem Reflexbilde.

Ließen die Chromatinkörnchen bisher nur eine Zweitheilung erkennen, so ändert sich das in etwas älteren Eiern. Ein ebenfalls noch aus dem Ovarium stammendes und in seinem Keimbläschentheile in Fig. 404 und 403 dargestelltes Ei zeigt die Chromatinkörnchen genau in einer Äquatorialplatte angeordnet und zwar in der Weise, dass mehrfach je vier Körnchen in der Längsrichtung der Spindel zu einer Reihe verbunden sind. In Fig. 403 sind die Chromatinkörnchen aus Fig. 404 in stärkerer Vergrößerung gezeichnet. Die mit No. 5 und 7 bezeichneten Reihen bestehen aus je vier Körnchen, unter denen die mittleren aus Nr. 7 die übrigen an Größe übertreffen und in der Mitte abermals eingeschnürt sind. Nr. 4 und 8 bestehen je aus drei Körnchen, aber das mittlere größere kann leicht aus Verschmelzung oder dichter Aneinanderlagerung entstanden gedacht werden. Die übrigen Nummern bestehen je nur aus zwei meist eingeschnürten Körnchen. Links von Nr. 3 liegt noch ein unpaares kleines Körnchen; ob demselben ein anderes irgend wie verdecktes Körnchen entspricht, vermag ich nicht anzugeben. Ich habe in diesem Falle sechs zweikörnige, vier

vierkörnige Elemente gezählt und außerdem ein unpaares Körnchen. Die einzelnen Körnchen treten durch die Färbung mit Bismarckbraun auffallend scharf hervor.

Die Körnchenreihen laufen einander parallel und senkrecht gegen die Oberfläche des Eies. Sie liegen in einem gegen das Plasma nicht scharf abgegrenzten Raume, welcher von einem deutlichen Netzwerke durchzogen wird. Besonders bei oberflächlicher Einstellung ist zu bemerken, dass die achromatischen Fäden des Netzwerkes ebenfalls schon deutlich im gleichen Sinne wie die Reihen der Chromatinkörnchen sich erstrecken, also die Ausbildung zu einer Spindel andeuten. Sie strahlen nach außen und innen auf einen Punkt los, welcher von einem undeutlichen Körperchen eingenommen wird. Letzteres ist besonders nach außen hin zu bemerken. Hier liegen im Inneren des ungefärbten homogenen Körperchens dicht neben einander zwei kleine helle Stellen, welche möglicherweise einem Polkörperchen entsprechen können. Zwischen Polkörperchen und äußerer Eihaut ist wiederum ein geringes achromatisches Netzwerk zu erkennen.

Ein etwas älteres Stadium bietet Fig. 404 aus einem Ei, welches kurz nach der Ablage konservirt wurde. Die Figur ist bei genau der gleichen Vergrößerung gezeichnet wie Fig. 403, bietet aber die chromatische Platte in der Ansicht vom Pol. Man sieht, wie jedes der zwei-resp. viertheiligen Chromatinelemente gewissermaßen noch ein Spiegelbild seiner selbst neben sich hat, nur das Doppelkorn bei x macht eine Ausnahme. Aus diesem Präparate lässt sich die Zwölfzahl der Chromatinelemente herauszählen. Jedenfalls ist sicher, dass dieselben gegen Fig. 403 eine weitere Theilung erfahren haben, während gleichzeitig die Absicht einer genauen Halbierung des chromatischen Gesamtmaterials unverkennbar ist.

Von einem achromatischen Netzwerke bemerke ich an diesem mit EHRlich's Hämatoxylin gefärbten Präparate nichts, dagegen eine wolkige Masse, welche vom Rande her in das helle Innere des Kernraumes sich erstreckt.

3. Bis zur Ausbildung des ersten Richtungskörperchens und des ersten Thelyid.

War in den gereiften Eiern des Ovariums die Lage der Chromosomen meist derart, dass sie neben einander standen in einer Ebene, welche der Eioberfläche parallel verlief (Fig. 444, 404), so ist bei Eiern, welche 5—10 Minuten nach der Ablage konservirt wurden, die Richtung dieser von den Chromosomen eingenommenen Ebene in der Regel eine andere. Öfter war sie schräg gegen die Oberfläche gerichtet, zuweilen

ganz senkrecht dagegen. Eine solche geneigte Stellung der Richtungsspindel ist auch sonst vielfach bei anderen Thieren beobachtet worden.

An den 5—10 Minuten nach der Ablage konservirten Eiern kann man noch vielfach jenes in der Fig. 103 dargestellte Verhalten beobachten, nämlich dass mehrere Chromosomen in einer Reihe stehen. Bei etwas weiter entwickelten Spindeln aber, wie ich zwei solche Fälle in Fig. 132 und Fig. 124 und 125 abgebildet habe, ist eine Längserstreckung der Chromosomen noch deutlicher ausgeprägt, wenn auch die oben erwähnte geneigte Lage der Kernplatte es sowohl an Längs- wie Querschnitten erschwert, die Elemente in die Schnittebene zu bekommen. An einigen der in Theilung begriffenen Elemente von Fig. 132, 124, 125 ist unverkennbar eine chromatische Verbindungsbrücke vorhanden und erinnert an das wichtige Verhalten der Chromatinsubstanz, welches ich bei *Pieris brassicae* von der Bildung des ersten Richtungskörperchens beschrieben habe. Von achromatischen Spindelfäden ist selbst an den mit FLEMMING'S Flüssigkeit konservirten Eiern kaum eine Spur zu sehen.

Die beiden Hälften der Äquatorialplatte weichen nun mehr aus einander, zwischen ihnen sammelt sich eine helle Substanz und rasch erreicht die erste Richtungsspindel jene Gestalt, welche ich in Fig. 93 abgebildet habe. Sie stammt aus einem Ei, welches bei der Abtödtung etwa 20 Minuten alt war. Die successive Entstehung dieser Form habe ich leider aus Mangel an Material nicht verfolgen können.

Man erkennt an Fig. 93, wie sich die einzelnen Chromosomen in Körnchengruppen aufgelöst haben, welche bei der Seitenansicht schwer aus einander zu halten sind. Es strahlen von ihnen hier und da noch zarte Fädchen nach der Mittellinie der tonnenförmigen Spindel aus und hier bemerkt man, dass die Spindel von einer achromatischen Zellplatte durchsetzt wird. Diese Zellplatte scheint in jüngeren Spindeln durchbrochen zu sein, wie aus Fig. 93 hervorgeht. Später aber theilt sie als eine aus feinsten Körnchen aufgebaute gleichmäßige Scheidewand den Spindelraum in zwei Hälften (Fig. 92, 96). Woher die Zellplatte stammt, ist mir aus Mangel an entsprechenden Stadien zu verfolgen nicht gelungen. Allerdings scheint mir die Vorstellung nicht ungerechtfertigt zu sein, dass Bestandtheile der Verbindungsfäden in sie eingeschlossen sind. In Fig. 93 ließ sich ein solcher Verbindungsfaden noch als eine feinkörnige Linie zwischen zwei Chromosomen der Tochterplatten nachweisen, während es andererseits den Anschein hatte, als wenn auch noch von der Zellplatte beiderseits zarte Fädchen, vielleicht als Reste von Verbindungsfäden ausstrahlen.

Wenn auch auf vorliegenden Stadien und bei der benutzten

Konservierungsmethode (heißes Wasser) ein Zerfallen der Chromosomen in einzelne Körnchen leicht stattfindet, so ist damit doch noch nicht die Individualität der chromatischen Elemente zerstört, wie auch aus der geneigten Polansicht der Fig. 98 hervorgeht: die Chromosomen werden je durch ein Häufchen von Chromatinkörnchen repräsentirt.

Wurde dagegen FLEMMING's starke Chromosmiumessigsäure zur Konservierung angewandt, so blieben die Chromosomen zwar je als kompakte Körper erhalten, d. h. zerfielen nicht in einzelne Körnchengruppen (wenn auch zuweilen eine Neigung zu diesem Verhalten sich kund gab), dafür aber traten die übrigen Theile der Spindel weniger gut hervor. Der als ein heller Raum bei Anwendung von heißem Wasser und Färbung mit Hämatoxylin sich so deutlich abgrenzende Spindeltheil war hier sehr viel weniger scharf markirt, wenn auch durch seine Homogenität immerhin noch erkennbar. Im Allgemeinen nimmt bei dieser Konservierung der Spindelraum dieselbe Farbe an, wie das umgebende Plasma. Es ist demnach nicht zu verwundern, dass ich späterhin von den Resten der Verbindungsfäden nichts mehr habe erkennen können. Selbst die Zellplatte ist an solchen Präparaten Anfangs nur schwer zu sehen, wenn sie auch an älteren Spindeln gut hervortritt.

Die erste Richtungsspindel nimmt beim Auseinanderweichen der Tochterplatten zuerst eine Tonnenform an (Fig. 93) und ist zu dieser Zeit noch völlig in dem randständigen Plasma resp. in der kleinen zwischen die Dotterkörnchen ragenden Plasmaansammlung gelegen, welche wir von früher her bereits kennen (Fig. 111). Dann geht aber die Kerntonne mehr zu der Gestalt einer Spindel über, indem die Chromosomen in den Tochterplatten näher zusammenrücken, wie sie sich vom Äquator entfernen (Fig. 99). Gleichzeitig damit erhebt sich das Plasma über dem peripheren Spindelpole in Gestalt eines Hügels empor (Fig. 92), und wie die Spindel sich immer schöner ausbildet, wächst die Erhebung, spitzt sich etwas zu und neigt sich gleichzeitig immer deutlicher in der Richtung nach dem Hinterende des Eies hinüber (Fig. 108, 96).

In die so emporwachsende Erhebung des Randplasmas drängt die Kernspindel gewissermaßen nach, oft so sehr, dass die äußeren Chromatinkörner den Rand des Eies fast berthren (Fig. 108, 96). Die Spindel ruht etwa halben Leibes in dem Zapfen, dringt zuweilen fast ganz in denselben hinein (Fig. 99). Dann findet die Abschnürung der Tochterkerne statt. Man kann aus Fig. 134 entnehmen, wie der Vorgang hierbei ist: Es werden die Tochterkerne durch das von allen Seiten andringende Plasma von dem Bauche der Spindel entfernt und

abgetrennt. Das erste Richtungskörperchen wandert mit der Spitze des sich noch mehr verlängernden und anschwellenden Zapfens weiter nach außen, der innere Kern schlägt eine rückläufige Bewegung ein und entfernt sich von der Peripherie. Es bleibt auf die Weise zwischen den sich trennenden Tochterkernen der größte Theil der Region der Verbindungsfasern, das erste Thelyid, an der alten Stelle unbenutzt liegen. Je nachdem die ursprüngliche Spindel tiefer oder weniger tief in den Zapfen eingedrungen war, findet man das erste Thelyid in der Wurzel desselben eingeschlossen (Fig. 134), oder noch unterhalb derselben im Randplasma (Fig. 127, 142). Wir werden noch sehen, dass vom ersten Thelyid auch eine geringe Bewegung nach innen ausgeführt werden kann.

Es hat mir nicht gelingen wollen, zu sehen, was aus der achromatischen Zellplatte wird, welche vorher den Äquator der Kernspindel durchspannte (Fig. 92, 95, 96). Sie sowohl, wie auch die Reste der Verbindungsfasern sind auf den soeben beschriebenen Stadien völlig verschwunden. Die Zellplatte befand sich an jener Stelle der Spindel, wo die etwas verbreiterten Basen der zu einem Doppelkegel vereinigten Tochterhälften sich berührten (Fig. 99), oder auch anscheinend etwas außerhalb von dieser breitesten Stelle der Spindel (Fig. 96). Man könnte demnach vermuthen, dass bei der Abtrennung der Tochterkerne das Plasma auf der von der Zellplatte gewiesenen Bahn einströme. Läge die Zellplatte mehr in der Nähe des einen (äußeren) Kernes, so brauchte nur noch der innere Kern besonders abgelöst zu werden. Der Effekt würde dann derselbe sein: in der Mitte des Thelyid, beiderseits die Tochterkerne. Gleichzeitig wäre der Schwund der Zellplatte verständlich.

Wenn ich trotz Mangels eines beweisenden Präparates länger bei diesem Gegenstande verweile, so geschieht es, um noch auf einige wichtige Analogien aufmerksam zu machen. Ich habe von *Pieris brassicae* recht sicher nachweisen können, dass bei Bildung der ersten Richtungskörperchen die Abschnürung der Tochterkerne von der unverändert bleibenden Mittelzone geschieht. Ferner sind die Verhältnisse bei der Bildung des zweiten Thelyids von *Agelastica* den bisher geschilderten recht ähnlich. Nur ist es bei diesem weiter unten zu schildernden Falle ganz unverkennbar, dass die Abschnürung der Tochterkerne direkt von den Spitzen der Spindel erfolgt, weil die ganze achromatische Spindel mitsammt der deutlichen Kernplatte noch unverändert erhalten ist, wenn die Tochterkerne schon weit von ihr fortgewandert sind.

Ich stehe deshalb nicht an, von dem ersten Thelyid von *Agelastica*

ebenfalls anzunehmen, dass es der Mittelzone der Kernspindel, einschließlich der Zellplatte, entspricht, dass aber die Zellplatte beim Abschnüren der Tochterkerne sich aufzulösen pflegt. Zum Beweise für die mitgetheilte Auffassung möchte ich noch Fig. 115 heranziehen. Ich glaube in einer dunkleren Linie, welche das Thelyid der Quere nach durchzieht, die ausnahmsweise länger erhaltene Zellplatte zu sehen. Allerdings habe ich dieses Verhalten nur dies eine Mal gesehen.

Dieses erste Thelyid von *Agelastica* besitzt überhaupt nur eine geringe Ausbildung und tritt nicht mit der Schärfe hervor, wie es die Betrachtung der Fig. 127, 142, oder selbst Fig. 134 und 121 vermuthen lassen könnte; indessen habe ich doch das Aussehen desselben vorzüglich in den beiden letzteren Figuren möglichst naturgetreu wiederzugeben mich bemüht. Ich bin auch wohl gefragt worden, ob es berechtigt sei, solchen undeutlichen Bildungen einiges Gewicht beizulegen. Hierzu möchte ich bemerken, dass dieselben ein ganz regelmäßiges Vorkommen sind und bei gelungener Färbung klar genug hervortreten. Allerdings gehört ein gewisses Vertrautsein mit den zur Erscheinung kommenden Bildern dazu, um das Typische von dem Unwesentlichen alsbald zu unterscheiden. Ohne ein solches dürfte es aber z. B. eben so selten gelingen, den Schwanzfaden an den sich weiter entwickelnden Spermatozoen im Ei zu erkennen.

Was ferner die Bedeutung des Thelyid anbetrifft, so werden wir noch im Einzelnen erfahren, welche Einflüsse diese geringfügige Substanz unter Umständen haben kann. In einer Zeit, wo die verhältnismäßig undeutliche Attraktionsphäre und die winzigen Centrakörperchen eine ungewöhnliche Bedeutung erlangt haben, kann es nicht Wunder nehmen, wenn auch andere bisher übersehene Bildungen ein größeres Interesse beanspruchen.

Natürlich bin ich der Ansicht, dass die Bildung des Thelyid noch in mehr Fällen, als ich bisher beobachtet habe, aufgefunden werden wird. Allerdings kommt sehr viel auf die Konservierungsmethode und Färbung an. War bei Anwendung von FLEMMING'S Flüssigkeit schon die Richtungsspindel als solche schwer zu erkennen, obgleich sie durch die Chromatinsubstanz genügend gesichert war, so ist von dem Thelyid in den mir vorliegenden späteren Stadien mit Sicherheit nichts zu bemerken. Am deutlichsten habe ich es erhalten bei Konservierung mit heißem Wasser und nicht zu schwacher Plasmafärbung mit EHRLICH'S Hämatoxylin. Dann hebt es sich als heller Fleck von dem dunkleren Plasma gut ab (Fig. 134, 121, 137 *ThI* etc.). Färbt man mit Boraxkarmin, und lässt nachher mit Pikrinsäure gesättigtes Terpentinöl einwirken, so erhält das Thelyid, ähnlich wie die Dotterkugeln, eine gelbe

Färbung in rother Umgebung. Oft ist es an seiner Peripherie von einem Kranze größerer und intensiver gefärbter Körnchen außen umgeben (Fig. 134, 137) und dadurch noch besonders ausgezeichnet.

4. Ausbildung des zweiten Richtungskörperchens und des zweiten Thelyid.

Es ist mir fraglich, ob die gesammte achromatische Substanz des ersten Richtungskörperchens in das erste Thelyid übergeht; denn es hat oft den Anschein, als wenn eine geringe Menge der hellen Substanz in der Umgebung der Chromosomen verbliebe (Fig. 127, 142). Eine solche helle Partie bemerkt man ziemlich regelmäßig an der Innenseite der Chromosomen des ersten Richtungskörperchens (Fig. 145). Was die Chromosomen desselben anbetriift, so zerfällt ein jedes Element frühzeitig in zwei Theile, nachdem es vorher Hantelform angenommen hatte (Fig. 127). Dieses Zerfallen scheint spontan zu erfolgen, ohne Hilfe einer distinkten achromatischen Fadensubstanz, ich habe wenigstens hiervon und von einer regelmäßigen Anordnung der Chromosomen zum Zweck einer Theilung nichts bemerkt. Später pflegen die Chromosomen des ersten Richtungskörperchens einen Haufen getrennter Kügelchen darzustellen (Fig. 127, 145) und ich will hierzu gleich noch bemerken, dass weiterhin eine Sonderung in zwei Haufen stattfindet.

Was den im Ei zurückbleibenden Kern (den Spaltkern) anbetriift, so hat er naturgemäß Anfangs ganz das Ansehen des ersten Richtungskernes. Dann treten Differenzen ein. Der Spaltkern umgiebt sich mit einer ansehnlichen Kernvacuole. Mag auch ein Theil derselben von der ursprünglichen Kernspindel herkommen, so ist doch unverkennbar, dass eine Vermehrung oder ein Wachstum dieser hellen Substanz stattgefunden hat (Fig. 134, 137). Die chromatischen Elemente zeigen auch hier zwar eine Neigung, in feine Körnchen sich aufzulösen, wodurch ein Zählen derselben recht erschwert wird, aber eine spontane Zerfällung in die doppelte Zahl, wie im ersten Richtungskörperchen, findet hier nicht statt. Hier vielmehr erfolgt die Theilung in ganz normaler Weise. Die Chromosomen behalten die von der ersten Theilung herkommende reihenweise Anordnung bei. Geringere Abweichungen davon werden ausgeglichen, wenn es zur Theilung kommen soll. Es findet also keine Reduktion zu der Struktur eines ruhenden Kernes statt. An der achromatischen Substanz der Kernvacuole nimmt man gelegentlich eine längsstreifige Anordnung wahr, ohne dass es jedoch zur Ausbildung deutlicher Spindelfäden käme. Polkörperchen und Plasmastrahlung fehlt völlig. — Bei der hier gegebenen Beschreibung habe ich ein Verhalten unberücksichtigt gelassen, welches ich in zwei

Fällen beobachtet habe, nämlich eine Zerstreung der Chromatinsubstanz unter feinkörnigem Zerfall durch die ganze Kernvacuole (Fig. 445). Sollte diese bei der Bildung des zweiten Richtungskörperchen sonst nicht vorkommende Erscheinung sich hier als normal erweisen, so würde damit allerdings eine Annäherung an den Ruhezustand eines Kernes gegeben sein, für welchen ja doch der Übergang der kompakten Chromosomen in einen vertheilten Zustand charakteristisch ist. Es würden aus diesem Kerne alsdann erst jene Bilder hervorgehen, welche ich soeben beschrieben habe.

Eine Drehung der Chromosomen findet zum Zweck der Theilung auch hier jedenfalls statt, wenn auch dieser Vorgang bei der erwähnten Eigenthümlichkeit der Chromosomen, in Körnchen zu zerfallen, nicht so gut zu beobachten ist wie sonst. Jedoch sehen wir, dass alle Chromosomen, auch diejenigen, welche schon vorher eine Zusammensetzung aus je zwei Kügelchen erkennen ließen, später sich mit ihrer Längserstreckung senkrecht gegen die Eioberfläche stellen (Fig. 434, 437). Nun rücken die Kügelchen aus einander, indem Anfangs keine wahrnehmbare Verbindungsbrücke zwischen ihnen besteht (Fig. 434). Wenn solche Bilder zur Beobachtung kommen, wie in Fig. 437, so ist damit noch ein Hinweis gegeben, wie leicht die Chromosomen sich in Körnchen auflösen. Ich bin nicht ganz sicher, ob dieses Bild für den Übergang von Chromatinsubstanz in die Verbindungsfäden benutzt werden darf, da dieses in der Regel nicht geschehen wird. Späterhin jedoch, wenn die Tochterchromosomen weiter aus einander gerückt sind, sieht man öfter eine deutliche von ihnen ausgehende Streifung den hellen Äquator der Kernspindel durchziehen (Fig. 424). Dann sind die Verbindungsfäden deutlicher.

Die Kerntheilungsfigur ist Anfangs ziemlich cylindrisch gestaltet (Fig. 424), d. h. in der Mitte nicht breiter als an den Enden. So ist es auch noch, wenn die ersten Spuren der achromatischen Zellplatte sichtbar werden (Fig. 497, 407). Dann wächst das Volumen der Theilungsfigur in der Gegend der Zellplatte und nimmt die Gestalt eines Doppelkegels an. So erhalten wir, indem die Tochterchromosomen nach den Polen zu immer dichter zusammentreten, ganz allmählich das Bild einer typischen Spindel. Die Chromosomen nämlich, welche als getrennte Kügelchen mit hellem Centrum und körniger chromatischer Rinde Anfangs vorhanden waren, rücken bei ihrem Marsche nach den Polen schließlich so dicht zusammen, dass sie eine einheitliche Masse darstellen (Fig. 438). Zuerst kann man an dieser Masse noch die Zusammensetzung aus einzelnen Kügelchen ahnen an der unregelmäßigen Gestalt, den Vorragungen an der Oberfläche und den hellen Flecken

im Inneren, welche den Centren der ursprünglich getrennten Chromosomen entsprechen (Fig. 138). Dann verschwinden diese mehr und mehr.

Würde ich für die in Fig. 138 dargestellte Bildung den Namen Kernspindel gebrauchen, so könnte damit leicht eine falsche Vorstellung erweckt werden. Unter einer Kernspindel versteht man sonst jene Form, in welcher die Pole von den Attraktionssphären mit ihren Centrakörperchen eingenommen werden, während die Chromosomen sich in der Gegend des Äquators der Theilungsfigur befinden, mit den Attraktionssphären durch die achromatischen Spindelfäden verbunden. Hier dagegen liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt: Die Chromatinsubstanz bildet die Pole, auf die ganz anders aufzufassende Äquatorialplatte können sich noch Reste von ebenfalls ganz anders beschaffenen Fäden, der Verbindungsfäden, erstrecken. Man müsste demnach hier von einer Pseudospindel sprechen.

Die Chromatinsubstanz, welche Anfangs eine etwas unregelmäßige Form an den Spitzen der achromatischen Spindel einnahm (Fig. 138), rundet sich nun in ihrer Gesamtheit ab zu einer Kugel (Fig. 130). Jede dieser beiden Kernkugeln, in welchen wir also den zweiten Richtungskern (oben) und den zur Copulation fertigen Eikern (unten) vor uns sehen, lässt Anfangs noch an den Maschen des Kernnetzes die Zusammensetzung aus den kugeligen Chromosomen erkennen, indem wenigstens der allgemeine Eindruck dafür spricht, dass das helle Centrum jeder Masche dem hellen Binnenraume der Chromosomen gleich zu setzen ist (Fig. 197). Später verwischt sich das mehr, die Maschen werden eckiger (Fig. 130 unten) und die Chromatinsubstanz sammelt sich in Kügelchen, besonders an der Peripherie.

Während die soeben beschriebenen Veränderungen eintreten, rücken die beiden Kerne langsam von den Spitzen der achromatischen Spindelfigur fort (Fig. 130). Diese Pseudospindel bleibt an derselben Stelle liegen, wie zu Anfang, leicht kenntlich an der jetzt immer deutlich hervortretenden und sich scharf färbenden Zellplatte (Fig. 130, 129). Wir haben in ihr ein zweites Thelyid anzuerkennen. Die Pseudospindel hat eine etwas gestrecktere Gestalt als zu der Zeit, in welcher die Kerne sich noch an ihren Spitzen befanden (Fig. 138). Sonst aber sind, bis auf die deutlicher gewordene Zellplatte, die Verhältnisse noch ganz dieselben wie vorher. Die Figur setzt sich, wie aus Fig. 130 und 129 hervorgeht, scharf gegen das umgebende dunkler gefärbte Plasma ab; denn ihr Inhalt ist hell, abgesehen von der Zellplatte und gelegentlich ganz zarten Überbleibseln der Verbindungsfäden.

Das zweite Thelyid ist von genau der gleichen Beschaffenheit wie

das erste, weicht jedoch darin erheblich von dem ersteren ab, dass, wie wir sahen, die Kernplatte sich anders verhält. Beim ersten Thelyid verschwand die Kernplatte mit der Ablösung der Kerne, beim zweiten Thelyid trat sie anscheinend dann noch deutlicher hervor. Das erste Thelyid ist nicht immer ganz leicht zu erkennen, weil es eigentlich nur negative Charaktere besitzt (Farblosigkeit und nicht scharfe Umgrenzung), das zweite Thelyid wird man immer leicht an der deutlichen Kernplatte wiederfinden. Hieran ist sie selbst nach Härtung mit FLEMING'S Flüssigkeit aufzufinden und bietet auch bei dieser Konservierungsmethode dieselben Verhältnisse, wie ich es oben nach Abtödtung mit heißem Wasser beschrieben habe. — Späterhin verschwindet das zweite Thelyid.

Der zweite Richtungskern wandert also von der Spitze des zweiten Thelyids nach der Peripherie des Eies zu und bleibt dann im Randplasma liegen, unter Verhältnissen, welche wir noch weiter unten näher betrachten werden. Er hat gleichzeitig eine Aufblähung erfahren, während das Chromatin die in ruhenden Kernen gewöhnliche Vertheilung aufweist.

Ähnliche Veränderungen, wie der zweite Richtungskern, macht nun auch der Eikern durch. Er wendet sich nach Loslösung von der inneren Spitze des zweiten Thelyids in centripetaler Richtung auf den Spermakern zu. Auch er ist stärker aufgebläht (Fig. 129 *Eik*), das Chromatin ist in seinem Inneren in Körnchen vertheilt. Er besitzt meist eine ovale Gestalt und ist so mehr geeignet zwischen den dicht gedrängten Dotterkugeln durchzuschlüpfen, um zum Spermakerne zu gelangen. Ihn begleitet keinerlei Strahlung, selbst kaum ein wenig Plasma.

In Bezug auf die Werthigkeit von zweitem Richtungskerne und Eikerne ist hervorzuheben, dass in jeden derselben 42 getrennte Chromosomen übergehen, wie aus der Betrachtung der chromatischen Tochterplatten sich ergibt, bevor deren Elemente zu dicht zusammentreten (Fig. 107, 113, 197).

Es ist demnach das Zahlenverhältnis der Chromosomen (42) in der ersten und zweiten Richtungsspindel das gleiche.

5. Spermatogenese.

Die paarigen Hoden copulationsreifer Männchen, denn nur solche haben mir zur Untersuchung vorgelegen, bestehen aus einer Anzahl mit einander verbundener kurzer Schläuche und in deren Inneren liegen die rundlichen Spermatocten dicht neben einander, ohne aber eine Reihenfolge nach dem Alter erkennen zu lassen.

Die jüngsten Samenzellen oder Spermatogonien sind erkennbar an ihrer Kleinheit und der großen Zahl der Chromosomen. In den Spindelstadien, wie ich ein solches in Fig. 147 bei Seitenansicht abgebildet habe, scheinen dieselben oft neben einander keinen Platz zu haben, so dass sie den Anblick eines dicken mehrreihigen Wulstes darbieten. In Fig. 146, 148 und 149 habe ich vier derartige Zellen aus zwei verschiedenen Spermatocysten in Polansicht dargestellt und zwar solche Zellen, welche ihre Chromosomen anscheinend ziemlich gut in einer Ebene liegen hatten. Da es auf die Zahl derselben ankam, so habe ich dieselben zunächst mit Hilfe der Camera sorgfältig gezeichnet ohne dabei zu zählen, um auf diese Weise nicht beeinflusst zu werden. Als ich dann nachher die Körperchen überzählte, ergab sich übereinstimmend, dass deren 24 oder 25 vorhanden waren.

Die Theilung der Ursamenzellen verläuft in gewöhnlicher Weise, die Tochterplatten rücken aus einander und lassen dabei zwischen sich deutlich gefärbte feinkörnige Verbindungsfäden auftreten. In welcher Weise dann die so zur Ausbildung kommenden Tochterzellen heranwachsen, habe ich nicht näher verfolgt, da hierin keine wesentlichen Verschiedenheiten von dem bei *Pyrrhocoris* von mir (37) geschilderten Verhalten vorkommen dürften. Auch ein Nucleolus, allerdings nur von geringem Volumen, ist ziemlich lange zu erkennen, bis dahin, wenn die Zellen eine neue Theilung vorbereiten. Ob es auch hier stets zu der so charakteristischen Ausbildung von chromatischen Ringen kommt, wie bei *Pyrrhocoris*, vermag ich nicht anzugeben, da ich es nur in einigen Fällen gesehen habe. Meist wird man bei jungen Spiremen langgestreckte etwas rauhe Schleifen finden, welche man ja allerdings durch Aufspaltung von Ringen entstanden sich vorstellen kann.

Ohne diese Stadien durch alle Übergänge verfolgt zu haben, glaube ich doch nicht fehl zu gehen, wenn ich aus den mit langen Chromatinschleifen ausgerüsteten Kernen solche hervorgehen lasse, wie ich sie in Fig. 153, 154, 158 abgebildet habe. Der Kern ist eine helle Blase und füllt den größten Theil der Zelle aus. Eine membranöse Kernhülle ist deutlich. Die Chromatinelemente haben sich zu kompakten Körperchen umgebildet, welche zum Theil kugelförmig, zum Theil gestreckt oder hantelförmig eingeschnürt erscheinen. Sie sind unter einander durch feine achromatische Fäden verbunden, welche ich in Fig. 153 angedeutet habe.

Ich habe auf diesem Stadium in den von mir gezeichneten und gezählten Fällen 16 Elemente erhalten, und diese Zahl vermindert sich auch nicht, wenn die Spermatocyten zu ihrer ersten Theilung die Chromosomen in eine Ebene ordnen. Sahen wir bei *Pyrrhocoris*, dass

die unpaaren Elemente sich stets paarweise anordnen, wenn die Äquatorialplatte gebildet wurde, so geschieht das hier nicht, sondern die Chromosomen scheinen in der Weise sich zur Theilung zu begeben wie sie im Knäuelstadium vorliegen. Daher wird man bei Polansicht der Äquatorialplatte in den meisten Fällen 16 oder 17 der rundlichen getrennten Chromosomen auffinden. Nur selten habe ich eine andere Ziffer bemerkt, nämlich 13 oder 15, und habe hiervon in Fig. 161 und 164 *a* Abbildungen gegeben, während in Fig. 152 und 164 *b* das gewöhnliche Verhalten dargestellt wurde.

Das Aussehen der Äquatorialplatten ist ganz ähnlich wie bei dem entsprechenden Stadium von *Pyrrhocoris* und auch hier sind die Chromosomen durch zarte Verbindungsfäden mit einander in Beziehung gesetzt; und dass die Spindelfigur auch hier auf ähnliche Weise zu Stande kommt wie dort, dafür mag auf Fig. 159 hingewiesen werden und zum Vergleiche damit auf die Fig. 26 und 27 (Taf. XXXV) meiner Abhandlung über die Spermatogenese von *Pyrrhocoris*. In mehreren Punkten jedoch wird man Abweichungen des Verhaltens der Spermatocyten finden. Hier bei *Agelastica* habe ich vom Auftreten kleiner Dotterkugeln nichts bemerkt. Damit will ich ihr völliges Fehlen nicht behaupten; denn für diese auch sonst sehr hinfalligen Gebilde könnte ja die Konservirung nicht ausreichend gewesen sein. Jedenfalls aber sind sie, wenn überhaupt, so nur sehr schwach ausgebildet, wie auch aus dem Umfange des Nebenkernes hervorgehen wird.

Centrosomen sind hier zwar vorhanden aber nur recht winzig und von einer plasmatischen Strahlung nur Spuren zu bemerken. Daher mag es denn kommen, dass der Übergang aus dem Dyaster zu der zweiten Theilung der Spermatocyten sich hier schlechter erkennen lässt als bei *Pyrrhocoris*, ganz abgesehen von der viel geringeren Größe des Zellmaterials bei *Agelastica*.

Am auffallendsten ist nun aber, dass, wenn wir die oben für die Spermatogonien erhaltene Zahl von 24 Chromosomen als richtig annehmen, wir hier nicht eine Halbierung der Gesamtsumme beim Aufbau der Äquatorialplatte in der ersten Theilung der Spermatocyten erhalten, sondern nur eine Reduktion auf $\frac{2}{3}$. Bei *Pyrrhocoris* bot die Äquatorialplatte der Spermatogonien 24 Chromosomen, diejenige der Spermatocyten deren 12. Bei *Agelastica* weisen die Spermatogonien ebenfalls 24 Chromosomen auf, die Spermatocyte in erster Theilung meist deren 16 oder 17. Mit dieser Thatsache lässt sich die Seitenansicht der letztgenannten Spindeln gut erklären: Hätten wir, wie bei *Pyrrhocoris*, in Polansicht 12 Elemente, so würden wir bei Seitenansicht, ganz wie bei *Pyrrhocoris*, nur polwärts gestreckte Doppelkugeln erwarten dürfen.

Da die Zahl bei Polansicht eine größere ist als 12, so können wir nicht ausschließlich Doppelkugelchen zu Gesicht bekommen, sondern müssen in der Äquatorialebene nothwendig auch einfache Kugelchen antreffen, eben so nothwendig aber auch Doppelemente, da ja sonst der Rückgang in der Ziffer von 24 auf 16 oder 17 nicht verständlich wird. Das ist nun auch in der That der Fall. Das Aussehen der Spindeln wird durch Fig. 160 und 167 erläutert und zwar sind also sowohl einfache als auch doppelte Elemente in einer Ebene aufgereiht. Nur in seltenen Fällen bekommt man Bilder wie in Fig. 151, dass nämlich nur Doppelemente vorhanden zu sein scheinen. Dann ist die Ähnlichkeit mit dem Verhalten bei *Pyrrhocoris* sehr groß.

Es ist kein Zweifel daran, dass sämtliche Chromatinelemente eine einfache Halbiring erfahren, sowohl die einfachen als auch die doppelt erscheinenden. Man erhält eben leicht Stadien, aus welchen das unzweideutig hervorgeht, derartige nämlich, welche das successive Auseinanderrücken der Tochterplatten zeigen (Fig. 168). Hieraus würde sich aber eine Ungleichwerthigkeit der Theilungen ergeben, indem die einfachen Elemente eine Äquationstheilung erlitten, die Doppelemente dagegen eine Reduktionstheilung.

Wie dem nun aber auch sei, wir bekommen jedenfalls bei der nun folgenden zweiten Theilung der Spermatocyten abermals 17 Chromosomen, wie die Polansicht der Spindeln (Fig. 165, 192, 193) deutlich ergibt. Größenunterschiede der einzelnen Chromosomen sind vorhanden, wenn auch oft nicht so auffällig, als man erwarten sollte, wenigstens bei Polansicht. Bei Seitenansicht der Spindel dagegen habe ich doch recht wesentliche Größenunterschiede unter ihnen feststellen können (Fig. 191).

Dass die Theilung der chromatischen Elemente hier in irgend einer abweichenden Weise verlief, habe ich nicht beobachten können. Wäre die obige Annahme richtig, dass die unpaaren Chromatinelemente bei der ersten Theilung der Spermatocyten bereits die bei *Pyrrhocoris* erst in der zweiten Theilung eintretende Äquationshalbiring erlitten hätten, so müssten sie jetzt unverändert bleiben und unverändert der einen oder anderen Spermatide sich zuwenden. Nur die aus der ersten Theilung durch Reduktion halbirt (zweiwerthigen) Chromatinelemente hätten jetzt noch einmal eine Äquationstheilung durchzumachen. Bei der Reduktion von 24 auf 17 ergibt sich nun aber, dass sieben Doppelemente vorhanden sein mussten. Wir würden bei der soeben gemachten Annahme auch nur erwarten können, dass sieben Elemente eine Äquationstheilung erfahren, während die übrigen zehn sich ungetheilt den Tochterplatten zu je fünf einfügen würden.

Diese Annahme trifft nun nicht zu. Auch bei der zweiten Theilung der Spermatocyten erfahren alle Chromosomen eine Halbiring, wie durch Fig. 186 erläutert wird. Ich habe sogar in diesem Falle in der oberen Theilhälfte 17 gesönderte Chromosomen zählen können. Es hängt noch die größte Zahl der halbirtten Chromosomen durch gefärbte Verbindungsfäden paarweise zusammen und macht es unzweifelhaft, dass diese Paare zusammengehören und aus der Trennung eines vorher einheitlichen Gebildes hervorgingen.

Ich habe in Fig. 183 und 182 die paarweise zusammengehörigen Tochterplatten, welche aus der zweiten Theilung der Spermatocyten hervorgingen, in Polansicht gezeichnet. Man kann mindestens 12 Elemente überall erkennen; da ich jedoch deren 17 in der Theilungsfigur Fig. 186 gezählt habe, so glaube ich, dass auch in den Polansichten Fig. 182 und 183 deren je 17 gerechnet werden müssen, welche aber dichter zusammengetreten sind und bei der Kleinheit der Verhältnisse nicht mehr sicher einzeln erkannt werden können.

Überhaupt sind die Zellen hier sehr viel kleiner als z. B. bei *Pyrhocoris* und bei der Kleinheit und größeren Menge der Chromosomen ist über deren Zahl nicht immer mit Sicherheit etwas zu erfahren. In Bezug auf folgende Punkte ist jedoch Gewissheit vorhanden:

- 1) Die Zahl der Chromosomen in den Ursamenzellen ist sehr viel größer als diejenige in den aus der zweiten Theilung der Spermatocyten hervorgehenden Tochterzellen (Spermatiden), wie ein Vergleich der Fig. 146, 148 und 149 einerseits mit Fig. 182 und 183 andererseits sofort erkennen lässt.
- 2) Eine Reduktion in der Zahl der bei den Ursamenzellen beobachteten Chromosomen tritt mit Sicherheit ein bei der ersten Theilung der Spermatocyten.
- 3) Eben so sicher ist, dass die Anzahl der Chromosomen bei der ersten und bei der zweiten Theilung der Spermatocyten dieselbe bleibt. Es tritt also bei der zweiten Theilung der Spermatocyten keine Reduktion in der Zahl ein.

Rekapitulire ich ferner noch Einiges, so sind also in der Äquatorialplatte der Ursamenzellen (Spermatogonien) mindestens 24 oder 25 Chromosomen vorhanden, denn so viele habe ich gezählt (Fig. 146, 148, 149). Es ist aber sehr wohl möglich, dass in Folge der dichten Lagerung der Chromosomen (Fig. 147), deren noch einige mehr unter den von mir gezeichneten verborgen stecken, oder auch, dass einige der einheitlich gezeichneten Körperchen als aus zwei Einheiten zusammengesetzt betrachtet werden müssen, eine Frage, welche wegen der Kleinheit und des dichten Anschlusses der Gebilde an einander nicht

zu entscheiden ist. Weniger als 24 sind es nicht, es könnten aber vielleicht 32 bis 34 sein.

Die Spermatocyten lassen sicher und mit großer Übereinstimmung sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Theilung 46 oder 47 Elemente zählen. Hier ist kein Zweifel möglich. Ist aber die letzte Theilung vollendet (Fig. 482, 483), so ist in den nun näher zusammenrückenden Tochterplatten nicht mehr zu sagen, ob die Zahl 47 hier noch angenommen werden muss, und ob etwa einige der vorher vorhandenen 47 Stücke sich vereinigt oder zusammengelagert haben und so die Zahl 42 vortäuschen.

Halten wir als Resultat fest, dass eine Reduktion in der Zahl der Chromosomen mit der ersten Theilung der Spermatocyten eintritt.

Über den weiteren Ausbau der Spermatiden und Spermatosomen will ich nur das Wenige nachtragen, was das für eine genauere Untersuchung wenig günstige Material verhältnismäßig leicht erkennen lässt.

Die chromatischen Tochterplatten runden sich zu einem Kerne ab, welcher Anfangs zahlreiche ungleich große Chromatinkörnchen enthält, welche durch einen hellen Zwischenraum von einander getrennt sind. In älteren Stadien wird der Kern etwas kleiner und dabei ziemlich homogen, ohne deutlich sichtbare Körnchen, färbt sich intensiv durch seine ganze Masse (Fig. 474, 475). Aus der Kugelform geht er dann in gleicher Weise, wie ich es von *Pyrrhocoris* angab, durch die Gestalt einer Spindel zu derjenigen einer Nadel über (Fig. 455), wie sie auch die reifen Samenfäden besitzen.

Die Aufknäuelung der Verbindungsfäden zu dem Nebenkern dürfte bei der Ungunst des Materials im Einzelnen zu verfolgen nicht ganz leicht sein. Was ich gesehen habe stimmt ganz mit dem überein, was ich von *Pyrrhocoris* geschildert habe. So hat der Nebenkern in Stadien wie Fig. 475 die bekannte schalenförmige Zusammensetzung, und es tritt dann eine Streckung des Gebildes ein (Fig. 474), welche weitergeht, wie der Samenfaden sich mehr und mehr in die Länge streckt. Auch hier wird der Schwanz also vom Nebenkern durchzogen (Fig. 485).

Das Mitosoma habe ich in den jüngsten Stadien des Nebenkernes nicht gesehen. Es ist das nicht wunderbar, wenn man bedenkt, wie wenig der viel größere Nebenkern hier hervortritt, mit aus dem Grunde, weil die bei *Pyrrhocoris* zu seiner Füllung dienenden Dottermassen hier nur ganz geringfügig sein können. Das Vorhandensein des Mitosoma scheint auf dem Stadium der Fig. 485 leichter festgestellt werden zu können. Hier nämlich habe ich an der Basis des Kernes wohl ein

kleines gelbliches Gebilde bemerkt, welches ich als Mitosoma deuten möchte. Außerdem ist auf diesem Stadium auch der Spitzenknopf als ein rundliches gefärbtes Körperchen an der einen etwas abgeplatteten Seite des Kernes zu bemerken. Späterhin, wenn der Kern sich streckt, befindet sich dieses Körperchen, durch eine kleine Verdickung des Anfanges des Samenfadens verrathen und überragt von einem kleinen blassen Fädchen, am Vorderende des Kernes (Fig. 455 *sp*).

6. Eindringen der Spermatozoen in das Ei.

Die Spermatozoen kommen mit dem Ei in einem Raume in Berührung, welcher dem von mir bei *Musca* als Uterus bezeichneten entspricht. In einem Falle gelang es mir eine Mikropyle an dem vorderen Pole in Gestalt einer einfachen Durchbrechung des Chorion zu beobachten. Gleichzeitig lief auf dieselbe eine zarte Felderung zu, welche einige Ähnlichkeit mit der bei Schmetterlingen so schön ausgebildeten aufwies. Derartiges, sowohl Mikropyle wie Felderung, habe ich jedoch sonst nicht wahrnehmen können. — Ich habe auch hier ein Thier bei der Ablage unterbrochen und rasch abgetödtet. Es glückte mir so, ein Ei bei seinem Marsche nach außen gerade an der entscheidenden Stelle festzuhalten. In Fig. 440 ist ein Stück dieses Eies dargestellt. Über dem animalen Pole befindet sich ein großer Schwarm von Spermatozoen mit deutlich gefärbten Köpfen. Sie schwimmen in einer feinkörnigen gewellten Substanz, offenbar einem Drüsensekret. Einem Spermatozoon ist es gelungen in das Ei einzudringen, es liegt noch in dem randständigen Plasma.

Über die feinere Struktur des zugehörigen Eikernes kann ich nichts angeben, da er ungünstig liegt. Er besteht aus etwa 42 Chromatinkörnchen, an denen man zum Theil eine Einschnürung bemerkt.

Ein späteres Stadium ist in Fig. 444 abgebildet, wir sehen dort eine Partie eines kurz nach der Ablage konservirten Eies vor uns. Ich habe nicht weniger als 7 Spermatozoen im Inneren des Eies gezählt, fünf von ihnen liegen als deutliche Fäden noch in dem peripheren Plasma (Fig. 444 *b, c, d, e, f*), zwei andere sind bereits ein wenig zwischen die Dotterkugeln eingedrungen. Ein achttes Spermatozoon habe ich noch außen an der Eischale festgeklebt gefunden und bei *a* (Fig. 444) dargestellt. Ich hebe besonders hervor, dass die beiden bei *c* und *d* etwas tiefer eingedrungenen Samenfäden noch keinerlei größere Plasmaansammlung in ihrer Umgebung veranlasst haben. Aus dem gleichen Ei stammt der in Fig. 404 abgebildete Eikern.

Von demselben Stadium besitze ich außer diesem nur noch ein Ei. Leider ist es nicht gut konservirt, was sich an der starken Vacuolisirung

des Randplasmas kund giebt. Außerdem sind viele Schnitte unvollständig, da es das erste Ei war, welches ich von vorliegendem Käfer zu schneiden versuchte, wo ich also mit der anzuwendenden Methode noch nicht vertraut war. Ich habe überhaupt kein Spermatozoon hier sehen können, so dass dieses Ei weder für noch gegen eine Polyspermie zu verwerthen ist. Übrigens zeigt das in Fig. 114 abgebildete Ei die Samenfäden mit solcher Deutlichkeit, dass an der Thatsache selbst gar kein Zweifel ist. Ob wir es aber nur mit einem zufälligen abnormen Vorkommnis zu thun haben, welches der Wahrscheinlichkeitsrechnung zum Trotz mir vorliegen sollte, darüber, denke ich, werden die nachfolgenden Mittheilungen genügendes Licht verbreiten.

Die hier interessirenden Verhältnisse aus einem etwa eine halbe Stunde nach der Ablage konservirten Ei habe ich in einem kombinirten Bilde in Fig. 109 dargestellt. Wir haben es mit Längsschnitten zu thun. Eine ziemliche Strecke hinter dem oberen Ende des Eies sind drei fadenförmige Spermatozoen in mehr oder weniger deutlichen plasmatischen Ansammlungen zu bemerken. Oberhalb 3 sieht man, wie die Plasmaansammlung in der Umgebung dieses Spermatozoon (3) noch durch eine deutliche Plasmastraße mit dem Plasma der Eiperipherie in Verbindung steht. Bei den Spermatozoen 1 und 2 ist eine solche Verbindung nicht mehr direkt nachweisbar, obgleich die Plasmazone unterhalb von *b* möglicherweise zu dem Spermatozoon 1 gehören könnte, wengleich eine deutliche Unterbrechung zwischen beiden Territorien auf den Schnitten leicht festzustellen ist.

Der in das Ei eingedrungene Samenfaden scheint Anfangs völlig indifferent sich zu verhalten und keine Wirkungen auf das Plasma auszuüben, wenigstens ist nichts davon zu sehen. Eine besondere Anhäufung von Plasma in seiner Umgebung findet durchaus nicht statt, weder so lange als der Samenfaden im Randplasma sich aufhält, noch auch, wenn er beginnt tiefer zwischen die Dotterkügelchen zu rücken (Fig. 114, 105 *sp*). Bei tieferem Eindringen wird zwar der ihn umgebende Hof von Plasma größer, bietet aber in seiner Erscheinung weiter nichts Auffälliges.

Erst wenn der Samenfaden annähernd auf der Höhe der Richtungs-
spindel angekommen ist (Fig. 109), wird sein Einfluss auf die Umgebung energischer, aber die Bahn, die er vom Rande her genommen hat, ist noch immer durch eine zwar schwache, aber nur in seltenen Fällen nicht deutlich erkennbare Straße markirt: kleine Anhäufungen von Plasma sind gewissermaßen vom Samenfaden auf seinem Wege verloren worden.

Was nun das Aussehen des Samenfadens auf diesem seinem Wege

anbetrifft, so ist Anfangs, wie schon gesagt, nur der Kopf zu erkennen als ein intensiv gefärbter Faden (Fig. 440, 444). Dann tritt der Spitzenknopf auf als helles Kügelchen mit gefärbter Peripherie. Sein Aussehen wechselt nicht erheblich, ob die Eier mit FLEMING'S Flüssigkeit (Fig. 484) konservirt wurden oder mit heißem Wasser (Fig. 409). Oft jedoch sammelt sich in letzterem Falle die färbbare Substanz an der Peripherie des Kügelchens, besonders an drei oder vier Stellen, so dass der Anblick des Spitzenknopfes ein etwas anderer wird (Fig. 409, 484, 450).

Vom Schwanzfaden habe ich in der ersten Zeit nach dem Eindringen nichts bemerkt. Erst wenn der Spitzenknopf deutlich in Erscheinung tritt, habe ich in einigen Fällen an dem entgegengesetzten Ende des Kopffadens ein zartes Fädchen sehen können (Fig. 450 und Fig. 409), welches sich weiterhin in dem körnigen Plasma verlor.

Nach den bisher vorliegenden Angaben könnte man vermuthen, dass es der Spitzenknopf sei, welcher das Centrosoma einschließe und die späterhin auftretende Strahlung um sich erzeuge. Nach meinen Beobachtungen kann ich dieser Ansicht nicht beipflichten. Denn wenn nun eine reichlichere Plasmaanhäufung an einer Stelle des Samenfadens stattfindet und die wie Speichen zwischen die Dotterkügelchen sich erstreckenden Plasmastrahlen durch ihren Ursprung verrathen, wo sich die betreffende reizerregende Substanz befindet, so wird man an günstigen Präparaten erkennen, dass dieses Centrum für die Strahlen gerade am anderen Ende des fadenförmigen Kopfes liegt. Zur Entscheidung dieser Fragen scheinen mir die mit langgestrecktem Kopfe ausgerüsteten Samenfäden besonders günstig zu sein, weil die in Frage kommenden Stellen genügend weit getrennt sind, als dass ein Zweifel sich erheben könnte.

So sieht man an Fig. 484 und 450, dass das mit dem Spitzenknopf ausgerüstete eine Ende des Samenfadens in wenig verändertem Plasma liegt, während das andere Ende des Kopfes, d. h. eben jene Stelle, wo sich der Schwanzfaden ansetzt, von einem größeren Plasmahofe umgeben ist, welcher zahlreiche Strahlen ringsum aussendet.

Späterhin ist der Spitzenknopf nicht mehr zu erkennen und vermuthet ich daher, dass er der Auflösung anheimgefallen ist. Deutet doch auch schon der Umstand, dass er alsbald nach dem Eindringen des Samenfadens ins Ei zu einem ansehnlichen Kügelchen anschwellt, meines Erachtens darauf hin, dass er irgend welchen Veränderungen unterliegt.

Ziemlich zur gleichen Zeit, wenn sich der Spitzenknopf den Blicken entzieht, wird der bis dahin schwer sichtbare Endfaden zu einem oft recht deutlichen Gebilde von verschiedener Länge.

Der Kopftheil, Anfangs ein ziemlich homogener Faden, beginnt sich in der von mir schon öfter beschriebenen Weise zu verkürzen und dabei an Dicke zuzunehmen (Fig. 408). Hierbei werden schwächer und stärker gefärbte Stellen in ihm sichtbar (Fig. 408, 473). So geht der Kopf des Samenfadens, indem die Verbreiterung, wie auch sonst, besonders an der Basis des Kopfes stattfindet, schließlich zu der Form eines ellipsoiden Kernes über (Fig. 489), in welchem die Chromatinkörnchen ziemlich gleichmäßig vertheilt sind.

Schon zu einer Zeit, in welcher der Kopf noch die gestreckte Form hat und selbst der Spitzenknopf noch vorhanden ist, wird in der Umgebung jener Stelle, wo sich Schwanz und Kopf vereinigen, ein heller Schein bemerkbar, der nach und nach an Umfang gewinnt. Es kommt das Arrhenoid zur Ausbildung (Fig. 456, 444). Wie hier die helle Substanz sich vermehrt, vermehrt sich auch das gewöhnliche Plasma in der Umgebung und die radiär ausgehenden Strahlen weisen auf die Wichtigkeit dieses Punktes hin (Fig. 444). Späterhin kann im Inneren des hellen Hofes eine deutlichere Centralsubstanz bemerkbar werden (Fig. 473), welche eine Strecke abwärts am Schwanzfaden gelegen sein kann (Fig. 473).

Besonders deutlich trat die helle Centralsubstanz an Eiern hervor, welche einem vermehrten Druck ausgesetzt waren. Hier war sie in einigen Präparaten recht scharf von der Umgebung abgegrenzt, ohne dass man ihr jedoch eine besondere Membran oder dergl. hätte zuschreiben können. Ich glaube, dass die in der Centralsubstanz gegebene Masse hier nur einen dichteren Zusammenschluss gefunden hat, während sie sonst und für gewöhnlich etwas in die Umgebung hinein diffundirt sein mag. Auch Fig. 479 von einem normalen Ei hat eine gut abgegrenzte Centralsubstanz *c* mit einem Rest des Schwanzfadens.

Die Centralsubstanz *c* zeigt selbst bei scharfer Begrenzung und bei derselben Behandlung nicht unwesentliche Größenunterschiede, wie aus dem Vergleich von Fig. 466 und 457 hervorgeht. In beiden Fällen ist die noch in ihr bemerkliche dunkle Substanz ein Rest des Schwanzfadens, eine Erinnerung an die Herkunft derselben. Ganz ähnlich wie in Fig. 473 ist auch in Fig. 457 die Centralsubstanz eine beträchtliche Strecke vom Kerne entfernt, während sie bei Fig. 466 dem Kerne unmittelbar anliegt. Dass die plasmatische Strahlung in der That nur der Centralsubstanz zugewandt ist, kann aus solchen Fällen, wie sie in Fig. 473 und besonders in Fig. 457 vorliegen, mit großer Sicherheit erkannt werden. In diesem letzteren Falle ist der Hof des Arrhenoid durch eine bemerkbare Zone von der Plasmahülle des Kernes getrennt

und man sieht, wie viele Strahlen gewissermaßen am Kerne vorüber auf das Arrhenoid zueilen.

Was den Bau der Centralsubstanz anbetrifft, so ist dieselbe durchaus nicht ganz homogen, sondern enthält im Inneren ein Netzwerk einer wolkigen Substanz, welches eine schwache Färbung annimmt. Ein zartes Netz ist auch dann ganz gut zu erkennen, wenn in dem Arrhenoid keine besondere Centralsubstanz sich abhebt. Dann erfüllt das Netzwerk gleichmäßig den hellen Raum neben dem Kerne.

Wie ich oben bereits sagte, geht der Kern aus der Fadenform allmählich zur Eiform über. Ich verweise zum Verständnis dieses Vorganges auf die Figuren 444, 466, 457, 479, welche in der genannten Reihenfolge die Verkürzung des Kernes erkennen lassen. Aus der Zapfenform der Fig. 479 geht derselbe aber dann noch zu reiner Kugelform über und zeigt auf diesem Stadium sich recht homogen.

Dann aber wächst das Volumen, indem eine helle Substanz ihn aufbläht. Hierbei scheint es mir nicht unwesentlich zu sein, daran zu erinnern, dass auf den Stadien der Rückbildung des Kernes aus der Fadenform das Arrhenoid öfter eine Strecke vom Kerne entfernt war (Fig. 479, 457). Wenn aber der Kern sich aufbläht, berührt er nach meinen Erfahrungen stets das Arrhenoid, so dass ich auch hier, eben so wie ich es bei *Pieris* vermuthete, die Vergrößerung des Kernes theilweise auf Kosten des Arrhenoids stattfinden lassen möchte.

So ist z. B. in Fig. 478 der Kern erst am Anfange seiner Vergrößerung, das Arrhenoid ist ziemlich groß. Dann wächst der Kern und das Arrhenoid wird kleiner (Fig. 489, 469). Hierbei ist besonders zu beachten, dass der Kern gleichzeitig die von ihm vorher behauptete Seitenstellung (Fig. 457, 479, 478) verlässt und unter Volumenzunahme mehr in die Mitte seines Plasmahofes hineinrückt. Dadurch tritt er gewissermaßen offenkundig an die Stelle des Arrhenoid und dieses liegt ihm seitlich an (Fig. 489, 469) und zwar, wie es scheint, mit besonderer Vorliebe an dem einen spitzen Ende des ellipsoiden Kernes.

In Bezug auf die feineren Vorgänge der Kernumwandlung bemerke ich, dass beim Beginn der Volumenzunahme die körnige Chromatinsubstanz durch das Eindringen einer achromatischen Masse gelockert wird, so dass man Balken und Lamellen der ersteren zu Gesicht bekommt (Fig. 478). Geht die Aufblähung weiter, so wird das Netz außerordentlich fein und die Chromatinsubstanz vertheilt sich gleichmäßig, indem sie ziemlich gleich große Körnchen bildet (Fig. 489). Weiterhin aber treten an deren Stelle zarte Fäden, indem die sich färbende Substanz in Reihen sich sammelt (Fig. 469). Diese Anfangszarten Chromatinfäden verdicken sich und bekommen ein etwas un-

regelmäßiges Aussehen (Fig. 145), dann aber glätten sie sich mehr und durchziehen schließlich den noch ringsum abgeschlossenen Kern in ganz derselben Weise, wie ich es von *Pieris* und *Pyrrhocoris* abgebildet habe.

Der Eikern hat inzwischen ganz gleiche Veränderungen durchgemacht. Bei seinem Hervorgehen aus der zweiten Richtungsspindel trafen wir ihn, eben so wie seinen Partner, den zweiten Richtungskern, Anfangs in einer recht kompakten Form (Fig. 138). Man könnte wegen dieser Ähnlichkeit mit dem verkürzten Spermakern auf einem gewissen Stadium (Fig. 157) wohl von einem spermoiden Zustande des Eikernes sprechen. Denn von hier ab erleidet der Eikern ganz die gleichen Umwandlungen wie der Samenkern. Er rundet sich ab und bläht sich durch eine helle Substanz auf, so dass er von einem chromatischen Netzwerke durchzogen wird (Fig. 130 *Eik*). Dann nimmt er eine ovale Gestalt an, wenn er zwischen die Dottersubstanz eindringt (Fig. 129), und das chromatische Netzwerk lockert sich und die Chromatinkörnchen verteilen sich in schwächer färbbarer Form durch den Kernraum (Fig. 129). So ist ein Unterschied zwischen ihm und dem männlichen Kerne kaum vorhanden, wenn beide zur Copulation schreiten, höchstens ist der Eikern ein wenig größer (Fig. 145 ♀). Auch in ihm fließt die Chromatinsubstanz in gewissen Fäden zusammen, diese bekommen eine ziemlich glatte Oberfläche. Auf diesem Stadium sind beide Kerne so weit, dass sie ihre Umgrenzung verlieren und in die erste Furchungsspindel eingehen können.

Bietet also der Eikern als solcher in seinem Aussehen und Verhalten die größte Übereinstimmung mit dem Samenkern, so sind bei beiden die äußeren Umstände ganz verschiedene, wie hier noch einmal betont werden mag. Der Samenkern hat neben sich das Arrhenoid, liegt in einer reichlichen Plasmahülle und von dieser gehen radiär Plasmazüge zwischen die Dotterkügelchen. Es besitzt das den Samenkern begleitende Plasma eine Strahlung (Fig. 157). Lag das Arrhenoid einmal etwas ferner vom männlichen Kerne, so nähern sich beide späterhin einander bis zur Berührung. Jedenfalls dürfte eine Trennung von Kern und Arrhenoid nur zu den Abnormitäten gehören; ich habe dergleichen nicht beobachtet.

Anders der Eikern. Derselbe trennt sich von der Substanz (dem Thelyid), welche ihrer Entstehung nach von mir für identisch mit dem Arrhenoid gehalten wird. Rückt Samenkern und Arrhenoid näher zusammen, wenn sie Anfangs etwas getrennt waren, so entfernen sich im Gegensatze dazu Eikern und Thelyid von einander, während sie vorher dicht neben einander gelegen hatten. Wie der Samenkern ganz nackt übrig bleiben würde, wenn wir uns das Arrhenoid von ihm ab-

getrennt denken, so ist es eine Folge der Trennung vom Thelyid, dass der Eikern nackt auf den Samenkern zuwandert. Der Ausdruck nackt ist *cum grano salis* zu verstehen. Der Eikern wandert in dem zarten plasmatischen Netz, welches zwischen den Dotterkörnern an günstigen Präparaten zu sehen ist. Er ist deswegen wohl von einer zarten plasmatischen Hülle umgeben (Fig. 129, 143, 200 ♀), aber im Vergleich mit dem Samenkerne kann man ihn nackt nennen und, was von besonderer Wichtigkeit ist, es fehlt ihm die geringste plasmatische Strahlung.

So rückt der Eikern auf den Spermakern zu und tritt in dessen Plasmahof ein (Fig. 177). Hierbei hat es zuweilen den Anschein, als ob der Eikern von dem Plasma wie mit zwei Armen umfassen würde (Fig. 145 ♀). Meist platten sich die beiden Kerne an der Berührungsstelle etwas ab. In seinem Inneren erleidet der Eikern dieselben Veränderungen, welche ich weiter oben vom Samenkerne mitgeteilt habe. Der Schluss der Veränderungen beider Kerne ist, dass die Abgrenzung gegen die Umgebung verschwindet und dass nun die hier ziemlich lang schleifenförmig gestalteten Chromosomen sich gemeinschaftlich zu der Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel ordnen (Fig. 170). (Hier nur ein kleiner Theil der Chromosomen auf dem Schnitte getroffen.)

Das am isolirten Spermakern unpaar erscheinende Arrhenoid lässt aus sich die Polsubstanz der ersten Furchungsspindel hervorgehen. Zunächst erscheint nämlich in der Furche, wo die Geschlechtskerne sich berühren, beiderseits eine helle Substanz und sie bildet weiterhin die Pole der Furchungsspindel. Hierbei nimmt sie an Masse zu, wie aus Fig. 170 und der Polfigur einer etwas älteren Furchungsspindel (Fig. 163 *c*) hervorgeht. Die Polmasse setzt sich erkennbar gegen die gefärbte Umgebung ab und in ihrem Inneren werden einige schwache gebogene Linien und Pünktchen sichtbar. Sie bildet den Mittelpunkt einer Polsonne.

Inzwischen ist eine erhebliche Verkürzung der Chromosomen eingetreten. Aus der Theilung der Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel (Fig. 170) haben sich nämlich Tochterplatten mit ganz kurzen Chromosomen entwickelt. Ich habe dieselben in Fig. 163 *a* und *b* abgebildet. Die hier bei Polansicht körnchenförmig erscheinenden Chromosomen sind zwar etwas länger, als ihr hier sichtbarer Querdurchmesser, jedoch nur ganz wenig. Ihre Zahl beträgt zwischen 25 bis 35, ist aber nicht genau festzustellen.

Zu beachten ist, dass die Chromosomen in Fig. 170 und 163 stets noch die deutliche Färbbarkeit besitzen. Wenn dann aber die beiden ersten Furchungskerne sich abgerundet haben, tritt die gleiche Er-

scheinung ein, die ich bereits so vielfach auf dem entsprechenden Stadium habe konstatiren können, nämlich eine fast völlige Entfärbung (Fig. 444). In dem hier rechts liegenden Kerne ist zwar noch eine wolkige Substanz mit einiger Färbbarkeit vorhanden, bei dem Kerne links dagegen ist auch diese verschwunden und der Kern erscheint völlig homogen, von einer geringen Färbbarkeit, so dass darin das umgebende Plasma nur wenig übertroffen wird (die Plasmafärbung ist in der Abbildung Fig. 444 nicht angegeben). Es erscheint mir fraglich, ob das vorliegende Bild durch die Annahme einer einfachen feinen Vertheilung der vorher stark gefärbten Chromosomen (Fig. 463, 470) genügend erklärt wird. Denn wenn die Chromosomen sich sonst zu einem Kerne zusammenschließen, so erscheinen derartig intensiv gefärbte Kerngebilde, wie in Fig. 438 und 457. Oder lockert sich nur der Chromatinverband, so entstehen rundliche Kerne vom Aussehen der Kerne in Fig. 430. In ihnen vertheilt sich das Chromatin, aber es ist noch immer in Gestalt feiner und feinsten intensiv gefärbter Körnchen erhalten, welche sich in Züge und Bänder geordnet haben oder auch später diffuser ausgestreut sein können. Alles das geschieht hier nicht.

In den beiden ersten Furchungskernen ist das Chromatin in der charakteristischen Form und Farbe, welche wir durch alle die bisher beschriebenen Stadien und Veränderungen sicherhalten sahen, für unser Auge und unsere augenblicklichen Hilfsmittel als solches thatsächlich verschwunden. Es scheint mir, dass diese Thatsache doch einige Beachtung verdient.

Wenn in den beiden jugendlichen homogenen Kernen einige Vacuolen sichtbar geworden sind (Fig. 444), so glaube ich das auf Rechnung der Konservirung setzen zu sollen. — Die Umgrenzung des Kernes ist zwar eine deutliche gegen die Umgebung, aber von einer Membran kann keine Rede sein. Es macht vielmehr den Eindruck, als wenn ein Tröpfchen einer etwas anders beschaffenen Substanz im Plasma schwämme. Dieses Tröpfchen ist noch nicht so scharf abgerundet, wie es aus dem nicht genau durch die Mitte der Figur gehenden Schnitt Fig. 444 geschlossen werden könnte, sondern nach der Seite der Zellplatte hin zugespitzt (Fig. 428). Eine Zellplatte ist zwischen den sich trennenden Kernen deutlich vorhanden (Fig. 444).

Somit sind die beiden ersten Furchungskerne gebildet.

Die weiteren Theilungen derselben verlaufen in der gewöhnlichen Weise, wie es auch von mir schon mehrfach geschildert ist. Ich brauche daher nicht näher auf die Beschreibung dieser Vorgänge einzugehen.

7. Ausbildung der überzählig in das Ei eingedrungenen Samenfäden.

Wie ich bereits oben mittheilte, dringen auch bei *Agelastica* zahlreiche Samenfäden in das Ei ein. Gelang es mir, bis zu sieben Stück im Randplasma desselben zu zählen (Fig. 444), so habe ich späterhin, wenn die Spermatozoen erst in den Dotter sich begeben haben, doch nicht mehr als in maximo deren drei daselbst angetroffen (Fig. 409). Also sind diese Verhältnisse ganz eben so wie ich sie von *Pyrrhocoris* geschildert habe.

Anfangs ist nicht wahrzunehmen, welcher von den zwei oder drei gleich tief eingedrungenen Samenfäden dazu ausersehen ist, die Copulation mit dem Eikern vorzunehmen. Jedenfalls rüsten sie sich alle hierzu und mit derselben Einmüthigkeit machen sie gleichzeitig alle für den Copulationsvorgang nöthigen Schritte, wie ich es von *Pyrrhocoris* dargestellt habe. Es gilt demnach die weiter oben von mir gegebene Schilderung (p. 72) auch für die überzähligen Samenkerne.

Es wird sich das aus der Vergleichung der Abbildungen ohne umständliche Beschreibung ergeben. In Fig. 409 sind die drei tief eingedrungenen Samenfäden (1—3) noch fadenförmig und tragen alle drei noch den Spitzenknopf. Auf dem Stadium der Fig. 408 sind die beiden hier vorhandenen Samenelemente (1—2) bereits etwas verkürzt. Sie präsentiren sich in Fig. 476 als kurze Zapfen, welche nach der Schwanzseite zu das gleichmäßig lebhaft strahlende Arrhenoid tragen und ein beiderseits gleich stark ausgebildeter Plasmaschwanz kündigt den Weg an, den sie gekommen sind.

Hat sich alsdann der Eikern ausgebildet, so haben auch die Spermaköpfe sich aufgebläht und bieten nun dasselbe Aussehen wie der Eikern (Fig. 200, über *e* und *f* die Samenkerne ♂, über *d* der Eikern ♀). Dieser mag sich wohl einfach mit dem zunächst liegenden Samenkerne vereinigen.

Ist die Copulation von zwei Geschlechtskernen erfolgt, so stellt darum der etwa überzählig vorhandene Samenkern seine Weiterentwicklung nicht ein, auch die von ihm ausgehenden Strahlen erleiden keine Verkürzung. Ähnlich, wie ich es bei *Pyrrhocoris* schilderte, sammelt er auch hier seine Chromatinsubstanz zu Schleifen und stellt sie wohl, als wenn eine Theilung erfolgen sollte (Fig. 496 ♂). Tritt eine solche ein, dann ist sie aber jedenfalls gegen die Theilung der copulirten Kerne verzögert.

Leider bin ich jedoch auch hier, eben so wie in dem Falle von *Pyrrhocoris*, außer Stande, positiv anzugeben, ob eine Theilung wirklich eintritt oder nicht. Dazu ist das Material zu ungünstig. Außerdem

sind die Fälle, in denen es die überzähligen Samenelemente bis zur Vorbereitung einer Theilung bringen, nur recht selten.

Der letzterwähnte Umstand dürfte schon den Schluss gestatten, dass auch jene überzähligen Samenelemente, welche in die Tiefe des Dotters vorgedrungen sind und sich weiter entwickeln, doch leicht der Vernichtung anheimfallen. In der That habe ich öfter beobachtet, dass bei Polyspermie die Samenfäden nicht immer gleichwerthig sind, sondern dass in Bezug auf Strahlungen, Umfang etc. Unterschiede vorhanden sind. So mag wohl ein durch seine Lebensäußerungen kräftiger erscheinender Samenfaden seine Rivalen überflügeln.

Unverkennbar ist jedoch, dass derjenige Samenfaden, welchem die Vereinigung mit dem Eikerne gelingt, hierdurch den etwa noch vorhandenen gegenüber in großem Vortheile ist. Man kann die Vereinigung zweier Geschlechtskerne direkt als eine Kräftigung betrachten; denn die copulirten Kerne besitzen unzweifelhaft eine größere Theilungsenergie als die etwa noch vorhandenen überzähligen Samenkerne allein.

8. Spätere Veränderungen der Richtungskörperchen.

Wir hatten erfahren, dass das erste Richtungskörperchen sich nicht völlig vom Ei abschnürt, sondern dass es mit einer Vorbereitung dazu sein Bewenden hat. Die plasmatische Umgebung der vom Eikern getrennten Chromatinsubstanz erhebt sich im Umkreis der letzteren über die Eioberfläche zu einem Zapfen, welcher in seinem Querdurchmesser den Größenverhältnissen bei gewöhnlichen Richtungskörperchen entspricht. Wie es aber thatsächlich nicht zu einer Abschnürung kommt, verlängert sich der Zapfen noch etwas und krümmt sich in Folge des herrschenden Raummangels (Fig. 445—423 etc.). Die Chromatinsubstanz liegt, wie wir sahen, in der Spitze des Zapfens und der oben besprochene Zerfall der Chromosomen kann dahin führen, dass sich zwei Häufchen von chromatischen Elementen in der Spitze des Zapfens sondern (Fig. 430). Es ist das aber nicht immer der Fall.

Das zweite Richtungskörperchen zeigt merkwürdigerweise von vorn herein ein anderes Verhalten als das erste. Bei ihm wird überhaupt gar nicht mehr ein Versuch gemacht, dessen Substanz nach außen zu fördern. Der Kern bleibt im Randplasma liegen. — Auch darin liegt ein Unterschied gegen das Verhalten des ersten Richtungskörperchens, dass sofort die Struktur eines ruhenden Kernes von den Chromosomen angenommen wird, ganz im gleichen Schritt mit dem Eikerne. Durch Fig. 430 (*RkII*) wird das leicht erläutert.

Man kann das zweite Thelyid (*ThII* Fig. 430) mit einem Torpedo-

boote vergleichen, welches gleichzeitig von hinten und von vorn ein Geschoss entsendet. Wenigstens sehen wir, wie von ihm aus der Eikern nach innen, der zweite Richtungskern nach außen sich bewegen (Fig. 129). Der zweite Richtungskern trifft auf seinem Wege nach außen das erste Thelyid (*ThI* Fig. 129), er senkt sich in diese Masse hinein und bleibt schließlich in ihr liegen (Fig. 122). Gleichzeitig hat der Kern (*RkII*) sein Volumen nicht unbeträchtlich vergrößert, wie ein Vergleich von Fig. 130 mit Fig. 129 ergibt. Dann enthält er im Inneren ein zartes Netzwerk mit feinkörnig vertheiltem Chromatin. Späterhin tritt aber eine Änderung in so fern ein, als das Chromatin beginnt sich in der bekannten Schleifenform anzusammeln.

In den Fällen, dass die Chromosomen des ersten Richtungskörperchens sich in zwei Gruppen getrennt haben, beginnt nun die innere Gruppe (*ig*) in dem Zapfen herabzuwandern, während die äußere Gruppe (*ag*) an der Spitze des Zapfens verharret (Fig. 122). In älteren Eiern jedoch pflegt auch die Spitze des Zapfens keine Chromosomen mehr zu enthalten und stehen wir demnach vor der Alternative, entweder anzunehmen, dass die Chromosomen sich an ihrem alten Platze aufgelöst haben oder auch sie nach abwärts in das Ei wandern zu lassen.

Ich glaube, dass beide Annahmen verwirklicht werden können. Von anderen Insekten ist es bereits bekannt, dass alle drei Kerne sich vereinigen (*Musca*, *Pieris*). Hier aber kommt es zu einer Ausbildung von drei distinkten Kernen nicht, sondern nur von deren zweien, und die Chromosomen des dritten könnten sich zu denen des oberen Kernes vor dessen völliger Ausbildung gesellen. Geschieht das nicht, so verschwinden die im Zapfen zurückgebliebenen Chromosomen, wie aus Fig. 118 und 120 hervorgeht. In letzterem Beispiele betrachte ich die Stelle *K* als Rest der verschwundenen Chromosomen. Zuweilen aber erhalten sie sich länger an der alten Stelle (Fig. 116 *K*).

Wie dem nun aber auch sei, jedenfalls sehen wir, dass der noch immer frei vorragende Zapfen meist kein Chromatin mehr enthält (Fig. 134). An seiner Basis aber, in der Nähe des zweiten stets gut ausgebildeten Richtungskernes bemerkt man nun wohl ein Häufchen von Chromosomen. Dieses Häufchen (*h*) macht nun Veränderungen durch, indem es sich mehr abrundet und mit einem hellen Hofe umgiebt (Fig. 118). Dann werden die Chromosomen mehr schleifenförmig und auch im zweiten Richtungskerne treten durch ihren geschlängelten Verlauf charakterisirte Chromosomen in gleicher Weise auf. Die beiden Gruppen von Chromosomen können nun gleich unter der Basis des Zapfens bis zur Berührung an einander rücken (Fig. 134). In dem

Falle ist das erste Thelyid, welches den zweiten Richtungskern bisher kenntlich umgab (Fig. 122, 123), nun nicht mehr vorhanden.

Die Richtungskörper sind nach den Mittheilungen von anderen Thieren so häufig dem baldigen Verderben unterworfen, dass ihre Lebensenergie keine beträchtliche sein kann. Aber es mögen da Verschiedenheiten vorhanden sein. Auch bei unserem Thiere stellen sich gewisse Verschiedenheiten ein. So habe ich in Fig. 120 von einem normalen Ei ein aus dem Vorhergehenden leicht verständliches Verhalten abgebildet. Wir haben in den beiden neben einander liegenden Kernen nichts Anderes vor uns, als den zweiten Richtungskern (unten) und den Abkömmling des ersten Richtungskörperchens (oben), welche hier etwas tiefer in das Ei hinabgerückt sind.

Würde ich irgend einem in der Untersuchung der Copulationsvorgänge erfahrenen Forscher das Präparat der Fig. 120 vorlegen, so würde ich unzweifelhaft die Auskunft erhalten, dass hier ein männlicher und weiblicher Kern in Copula vorhanden sei. Ich brauche ja auch nur auf die Abbildungen hinzuweisen, welche ich hier in Fig. 1445 und 177 (bei stärkerer Vergrößerung) oder von *Pieris* (36, Fig. 44, 45) und *Pyrrhocoris* (hier Fig. 24, 25) in reichlicher Zahl gegeben habe. Auch ich selber habe beim Auffinden dieses Falles Anfangs der Auffassung Raum gegeben, dass einer der überzähligen Samenkerne hier mit dem zweiten Richtungskerne eine Vereinigung anbahne. Es sind nämlich im gleichen Ei der richtige Eikern und ein normaler Samenkern noch außerdem und an der richtigen Stelle in Copula vorhanden und gewähren ein Bild, welches dem der in Fig. 120 abgebildeten Kerne außerordentlich ähnlich sieht. Ich habe beides in Fig. 174 abgebildet.

So angenehm es nun auch für die Auffassung des zweiten Richtungskernes gewesen wäre, wenn er eine Copulation mit einem Samenkerne eingegangen wäre, so muss ich für das strahlenumgebene Kernpaar dennoch eine andere Deutung, eben die vorhin mitgetheilte, für richtiger halten. Es ist kein Zweifel, dass der untere der beiden Kerne als der zweite Richtungskern zu betrachten ist. Würden wir den oberen für einen Samenkern halten, so entsteht sofort die Frage, wo ist jener Theilkern des ersten Richtungskörperchens geblieben, welchen wir bei seinem Marsche nach abwärts bisher verfolgt haben? Dass er spurlos verschwunden sei, ist wenig wahrscheinlich.

Ich verweise noch einmal auf die besprochenen Figuren. Wir sehen, dass in Fig. 130 (*h*) sich ein Häufchen von Chromosomen von einem anderen in der Spitze des Zapfens verbleibenden gelöst hat und finden dieses Häufchen (*h*) in Fig. 133 noch weiter im Zapfen herunter

gewandert. In Fig. 122 ist es an der Basis desselben angekommen (*ig*) und umgibt sich mit einem hellen Hofe. Dann ist in Fig. 118 bereits durch Auflockerung und schärfere Abgrenzung ein ganz gut individualisirter Kern (*h*) daraus geworden. Er liegt dicht über dem zweiten Richtungskerne, welcher durch Zusammenziehen seines Chromatins von seiner Copulationsbereitschaft Zeugnis ablegt. Es ist nur ein Schritt weiter in der bisher verfolgten Entwicklungsrichtung, dass beide Kerne ganz an einander rücken und unter Abplattung sich derartig an einander schmiegen, wie es zwei Geschlechtskerne nur immer thun können. Dass die Kerne dabei etwas tiefer von der Oberfläche fortgerückt sind, bereitet dem Verständnis keine Schwierigkeiten.

Aber woher kommt die Strahlung, welche die beiden Kerne (Fig. 120) so auffällig umgibt und welche durchaus nicht nur an diesem einen Beispiele vorhanden ist, sondern von mir auf diesem Stadium an normalen Eiern immer beobachtet wurde? Auch hierfür kann ich eine Erklärung geben.

Ich theilte bereits oben mit, dass an normalen Eiern von mir häufiger eine schwache Strahlung am Hinterende des ersten Thelyid beobachtet wurde und verweise desshalb auf Fig. 121 und 123, wo es gezeichnet ist. Außerdem berichtete ich in einer kurzen Mittheilung (35) über die auffällige Erscheinung, dass nach Anwendung von höherem Druck auf lebende Eier eine beträchtliche Strahlung am Thelyid hervorgetreten sei. Genaueres hierüber werden wir weiter unten erfahren. Hier genügt es, auf Fig. 133, 138 und 197 zu verweisen, woselbst die gezeichnete Strahlung von dem umfangreichen ersten Thelyid (*ThI*) ausgeht.

Nach Kenntnis von dieser Strahlen erregenden Eigenschaft des Thelyid scheint es mir nicht mehr zweifelhaft zu sein, dass im Falle der Richtungskerncopulation die Strahlung dem ersten Thelyid zugeschrieben werden müsse. Denn von ihm umgeben erwartete der zweite Richtungskern die Annäherung des aus dem Zapfen kommenden Kernes (Fig. 123, 122, 118). Wie bei der Copulation der Geschlechtskerne das Arrhenoid einen Theil seiner Substanz einbüßt, indem die Kerne aufschwellen, so ist auch hier bei der Berührung der beiden Kerne eine zeitweilige Rückbildung des Thelyid unverkennbar.

Die beiden Kerne (Fig. 120) verschmelzen schließlich, indem an der Berührungsstelle die Abgrenzung verschwindet. Dann umschließt ein gemeinsames Oval die beiderseitige Kernsubstanz. Späterhin aber kann in manchen Fällen eine scharfe Grenzlinie gegen die Umgebung in Wegfall kommen, so dass die inzwischen zu deutlichen Schleifen kondensirte Chromatinsubstanz einfach in einem nicht scharf begrenzten

Raume liegt (Fig. 116). Es sind hier nur die auf diesem Schnitt getroffenen Chromosomen eingezeichnet. Die ein wenig dunklere periphere Zone möchte ich für das vergrößerte Thelyid halten, deren Strahlung andeutungsweise immer noch vorhanden ist (Fig. 116).

Vor Allem interessirt die Frage, ob die beiden copulirten Richtungkerne später etwa noch eine Theilung eingehen? In der Regel liegt die copulirte Kernmasse unverändert, wenn die ersten Theilungen der Furchungskerne sich abspielen. Nur in einem Falle habe ich den Versuch zu einer Theilung an derselben beobachtet und gebe in Fig. 172 eine Abbildung davon. Der Kernraum hat sich sehr vergrößert und in die Länge gestreckt. Dass wir es wirklich mit den veränderten Richtungskernen zu thun haben, dafür bürgt die Anwesenheit des in gewohnter Gestalt vorhandenen Zapfens des ersten Richtungskernes.

Man könnte zweifeln, ob wirklich in dem gestreckten Gebilde eine Theilungsfigur vorhanden sei, — wenn nicht eine unverkennbare Kernplatte den Raum durchschneidet. Die Chromosomen sind möglichst unregelmäßig zerstreut und nicht einmal auf die beiden durch die Kernplatte gegebenen Hälften der Figur gleichmäßig vertheilt. Sonst besitzen sie deutliche Schleifenform und ihre Zahl ist groß. Unter der Mitte der Figur liegt eine hellere Substanz, von welcher eine undeutliche Strahlung ausgeht, wohl das erste Thelyid.

Ob aus der beschriebenen Figur eine wirkliche Theilung mit Neuausbildung zweier Kerne hervorgeht, vermag ich nicht zu sagen. Die Erforschung des weiteren Schicksals des Richtungskörperchens dürfte zweckmäßig zunächst an einem Materiale in Angriff genommen werden, dessen Untersuchung weniger mühselig ist.

Das zweite Thelyid verschwindet früher als das erste. Deutliche Strahlungen habe ich an ihm nicht wahrgenommen. Das Plasma, welches dasselbe umgiebt, liegt schon in der Region der Dotterkugeln und erleidet mehrfache Veränderungen durch Vacuolisirung etc. Dadurch dürfte auch das zweite Thelyid so früh unkenntlich gemacht werden.

9. Über die Auffassung der Richtungskörperchen.

VON MARK, BÜTSCHLI, BOVERI und O. HERTWIG ist die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Richtungskörperchen als rudimentäre Eier aufzufassen seien. Es war diese Auffassung um so einleuchtender, nachdem sich bei Untersuchung der Spermatogenese [O. HERTWIG (42), HENKING (37)] herausgestellt hatte, dass die letzten Theilungen der Samenzellen den bei der Bildung der Richtungskörper sich abspielenden

Theilungen völlig gleichzusetzen seien. Da nun aus den Theilprodukten der Samenzellen lauter Spermatozoen werden, was lag näher, als darin einen sicheren Beweis zu erblicken, dass die Theilprodukte der jungen Eizellen für nichts Anderes als Eier betrachtet werden dürften. Denn wenn aus einer jungen Samenzelle vier Samenfäden werden, so müssen bei gleichwerthiger Theilung die aus einer jungen Eizelle hervorgehenden vier Zellen als Eier aufgefasst werden. Da von diesen vier Eiern jedoch nur eines den für die Einatur maßgebenden Anforderungen genügt, so müssen die drei übrigen als rudimentär bezeichnet werden. Worin aber besteht ihre rudimentäre Ausbildung? Offenbar darin, dass die eine Zelle wie ein großer Sack alles Dottermaterial für sich behält. In diesem Umstande mag es auch liegen, dass die Theilfähigkeit der Richtungskörperchen nur gering ist. Denn sonst müssten sie sich doch bei parthenogenetischen Eiern noch vielfach theilen, da ja ihre Schwesterzelle, das parthenogenetische Ei, im Stande ist aus sich zahlreiche neue Organismen, also eine unendliche Anzahl von Zellen, hervorgehen zu lassen.

In unserem Falle ist der Zustand der Richtungskörper noch rudimentärer als gewöhnlich, indem der Plasmaleib sich entweder nicht vom Eikörper abschnürt, oder überhaupt ganz damit vereinigt bleibt. Es spitzt sich demnach hier die Frage dahin zu, ob die Richtungskerne dem copulationsbereiten Eikerne für gleichwerthig zu erachten seien. Für den zweiten Richtungskern leuchtet die Gleichwerthigkeit direkt ein, für den ersten ebenfalls, wenn er sich getheilt hat.

Nun ist hiermit aber eigentlich nicht viel gewonnen; denn ich muss O. HERTWIG (42) darin beistimmen, dass Ei- und Samenkern gar nicht in einem geschlechtlichen Gegensatz stehen (p. 85), indem sie ja beide sowohl männliche als weibliche Vererbungstendenzen übertragen, so viel wir bis jetzt wissen. Wenn man von einem männlichen oder weiblichen Kerne spricht, so hat das demnach nur den Sinn, dass dieser Kern von einer für männlich resp. weiblich gehaltenen Zelle her stammt. Damit ist erklärt, dass die Definition der Geschlechtlichkeit auf anderen Zellbestandtheilen resp. Zellfunktionen beruhen muss.

Es kommt bei der Auffassung der Richtungskörperchen ganz darauf an, ob man mehr ihre morphologische oder ihre physiologische Seite betonen will. Von morphologischem Standpunkte kann man es zugeben, wenn sie als rudimentäre Eier angesehen werden, da sie ja, wie gesagt, gleiche Abstammung mit der aus eigener Kraft oder nach Anstoß durch ein Spermatozoon zu einem neuen Organismus auswachsenden Eizelle haben. Es wäre das jedoch nur ein kürzer

Ausdruck eben für die Thatsache, dass die Richtungskörper von der Eimutterzelle gebildet werden.

Anders ist es bei mehr physiologischer Betrachtung, bei welcher ein Gegensatz gegen die männlichen Geschlechtsprodukte hervorgehoben werden soll. Das dürfte die ganze Angelegenheit überhaupt erst diskutirbar machen, wenigstens wenn die Zellennatur der Richtungskörperchen zugegeben ist.

Hiernach würde man den Nachweis verlangen können für folgende zwei Punkte:

- 1) Entwickeln sich die Richtungskörper weiter, etwa gar zu einem neuen Organismus?

Diese Frage erledigt sich dahin, dass bisher, wie gesagt, nichts davon bekannt wurde. Hierbei ist zu betonen, dass von rudimentären Zellen, wie es die Richtungskörper sind, dergleichen nicht zu erwarten ist.

- 2) Sind die Richtungskörper durch Spermatozoen befruchtungsfähig?

Auch hiervon ist nichts bekannt, obgleich ihre rudimentäre Natur hier kaum als Hinderungsgrund aufgeführt werden könnte. Bei den Insekten sind thatsächlich häufig genügend Samenfäden im Ei vorhanden, die Richtungskerne liegen von ihnen kaum weiter ab als der Eikern, warum kommt nicht einmal ein Richtungskern zur Copulation?

Wir ersehen hieraus, dass ein Nachweis für die Einatur der Richtungskörper nicht erbracht ist.

Nun habe ich oben dennoch eine Copulation von Richtungskernen beschrieben und weise darauf hin, dass auch sonst bei Insekten eine Verschmelzung von Richtungskernen etwas sehr Gewöhnliches ist. Aber die Copulation resp. die Verschmelzung derselben findet unter einander statt.

Ich sprach oben von einer Copulation des zweiten Richtungskernes mit dem unteren Kerne des ersten Richtungszapfens wegen der Ähnlichkeit, den dieser Vorgang mit der Copulation der Geschlechtskerne besaß. Es dürfte hier der Ort sein, zu fragen, ob die Ähnlichkeit eine rein äußerliche ist, oder ob auch die sonstigen Verhältnisse passen.

1) Wenn der Samenkern sich abgerundet hat, so verschwindet auch der Schwanzfaden, und es hat ersterer neben sich nur noch das helle Arrhenoid, dessen Plasmahülle Strahlen aussendet. Später tritt der Samenkern in den Bereich des Arrhenoid hinein.—Ähnlich wie hier begiebt sich der zweite Richtungskern in das erste Thelyid, welches schon vorher von Strahlen umgeben sein konnte.

2) Der Samenkern verharrt in der Mittelachse des Eies und auf ihn zu wandert nackt der Eikern vom Rande her. Beide Kerne legen sich in der Mitte der Strahlung neben einander, ihre Chromosomen werden schleifenförmig und vereinigen sich in einem gemeinsamen Raume. — Der zweite Richtungskern bleibt an der Stelle des ersten Thelyid liegen, auf ihn zu gleitet ganz nackt vom Rande her das Häufchen der Chromosomen, es nimmt in der Nähe des zweiten Richtungskernes ebenfalls Kernform an, und diese beiden Kerne legen sich in der Mitte der Strahlensonne neben einander und später sind ihre Chromosomen völlig vereinigt.

Aus der soeben gegebenen Vergleichung erhellt die große Ähnlichkeit zwischen den beiden Copulationsvorgängen. Man kommt hierbei jedoch zu dem sonderbaren Resultate, dass der zweite Richtungskern in Verbindung mit dem ersten Thelyid männliche Funktionen erfüllt, während der vom ersten Richtungskörperchen herrührende Kern als Femininum fungirt. Die mangelhafte Theilungsfähigkeit des Copulationsproduktes ließe sich immerhin mit der Schwäche des Eies (und folglich auch seiner Theile), welche eine Befruchtung nöthig machte, wohl entschuldigen.

Eine solche Auffassung würde demnach ergeben, dass gewisse Theile der Richtungskörperchen weibliche Eigenschaften haben, dass aber andere resp. deren Kombinirung sich als männlich herausstellen. Theoretisch könnte hieraus gefolgert werden, dass bei Versetzung in eine neue gleichartige und mit genügend Nährmaterial ausgerüstete weibliche Zelle eine wirkliche Befruchtung durch Theile der Richtungskörperchen ausgeführt werden könnte, während für die weiblichen Bestandtheile der Richtungskörper die Aussichten in Folge des Nahrungsmangels auch theoretisch weniger aussichtsvoll lauten.

Noch merkwürdiger dürfte die folgende aus dem Vorigen sich direkt ergebende Schlussfolgerung klingen: Der Eikern ist weiblich, wie seine Vereinigung mit den vom Spermatozoon herrührenden Theilen ergibt, desswegen nennt ihn VAN BENEDEN den weiblichen Pronucleus. Mit dem Eikern völlig gleichwerthig ist seiner Entstehung nach der zweite Richtungskern; also ist er auch weiblich. Dieser weibliche Kern wird zu einem männlichen Kerne, wenn er sich mit dem Thelyid verbindet.

10. Die zeitlichen Verhältnisse der ersten Entwicklungsvorgänge.

Die erste Richtungsspindel (Fig. 404 etc.) wird bereits im Ovarium formirt. Liegen hier die Chromosomen derart neben einander, dass sie in der Spindel eine äquatoriale Platte bilden, so findet eine Trennung in die Tochterplatten erst kurz nach der Ablage statt. — Die Spermatozoen dringen, wie gewöhnlich, in das Ei ein, wenn dieses die Leitungswege passirt.

Bereits 5—40 Minuten nach der Ablage des Eies rücken die Chromosomenhälften polwärts aus einander, Anfangs noch durch derbe Verbindungsfäden an ihr Gegenstück gefesselt. Sind die Eier 20 Minuten alt geworden, so ist die Trennung der Tochterplatten vollendet, und diese bilden nun scheinbar den Pol der Spindel. — Die Samenfäden haben sich in der Zwischenzeit aus dem Keimhautblastem zwischen die Dottermassen begeben. Anfänglich ohne plasmatische Hülle, ist zu Ende der genannten Periode ein deutlicher strahliger Plasmahof um den Samenfadenskapf vorhanden.

Noch liegt die Spindel im Niveau des Randplasmas; dann, wenn die Eier etwa 35 Minuten alt geworden sind, beginnt sich langsam der Richtungszapfen zu erheben (Fig. 92). Erst wenn 50—60 Minuten verflossen sind (seit der Ablage) ist der Zapfen so hoch geworden, dass die nachrückende Pseudospindel zur Hälfte hineinragt. Die Basis des Zapfens steht also in gleichem Niveau mit der Zellplatte der Spindel (Fig. 96). Aus der Tonnenform ist die Spindel gleichzeitig in eine wirkliche Spindelform allmählich übergegangen (aus Fig. 93 zu 92 zu 96). — Noch langsamer sind die Veränderungen der Samenelemente. Kaum, dass sie sich etwas mehr kontrahirt haben, oder dass am Schluss dieser Periode (nach 65 Minuten) das Arrhenoid sich zu entwickeln beginnt.

Die Verlängerung des ersten Richtungszapfens nimmt noch langsam zu, derart, dass er sich noch beträchtlich über die Horizontale der Zellplatte emporhebt (Fig. 115), welche allerdings zu dieser Zeit meist schon verschwunden ist (Fig. 137). Ausbildung des ersten Thelyid. Bis dahin sind aber schon wieder etwa 100 Minuten verflossen, so dass das Ei nun etwa 160 Minuten alt ist. Die im Ei zurückgebliebenen Chromosomen haben sich an diesem Termine meist schon wieder um 90° zum Zweck der folgenden Theilung gedreht, während die Theilung oder besser der Zerfall der Chromosomen im ersten Richtungszapfen bereits vollendet ist. — Das Arrhenoid ist schon früher deutlich hervorgetreten, und an Eiern, welche etwa 145 Minuten alt sind, gut entwickelt. An solchen Eiern wird auch die Verkürzung des Kopffadens gut sichtbar, aber selbst nach Verlauf von im Ganzen 165 Minuten ist der

Kopftheil immer noch recht langgestreckt (Fig. 173), während nun auch der Schwanzfaden in Folge der günstigeren Beschaffenheit seiner Umgebung besser hervortritt.

Die soeben beschriebenen Zustände verändern sich in den folgenden 20 Minuten nicht erheblich und man muss abermals 20 Minuten verstreichen lassen, wenn man die Tochterplatten der zweiten Richtungsspindel deutlich getrennt haben will (Fig. 124). Dann ist das Ei also etwa 200 Minuten alt geworden. — Jetzt hat auch der Kopf des Samenfadens eine niedrige Kegelgestalt angenommen (Fig. 179) und das Arrhenoid kann sich weiter von ihm entfernt haben.

Wiederum nach 30 Minuten (Alter des Eies 230 Minuten) ist die Pseudospindel des zweiten Richtungskörperchens fertig. Die Tochterkerne haben sich zu Kugeln abgerundet und zwischen ihnen liegt das zweite Thelyid mit der deutlichen Zellplatte (Fig. 130). — Auch der Kopf des Samenfadens hat sich zu einem rundlichen Kerne aufgebläht und das Arrhenoid hat den Schwanzfaden des Spermatozoon verloren (Fig. 178).

In der nächsten halben Stunde rückt sowohl der zweite Richtungskern als auch der Eikern vom zweiten Thelyid fort. Der Eikern eilt durch die Dottermassen auf den Samenkern zu (Fig. 143), welcher sich noch erheblich vergrößert hat, während er aus der seitlichen Stellung mehr in die Mitte seines Plasmahofes rückte (Alter des Eies 260 Minuten).

Wenn etwa 270 Minuten seit der Ablage vergangen sind, liegen die beiden Geschlechtskerne neben einander. Auch der zweite Richtungskern ist in das erste Thelyid gerückt und seine Chromosomen nehmen Schleifenform an, gerade wie diejenigen der Geschlechtskerne. Es kommt nun auch zu einer Copulation zwischen zweitem Richtungskern und dem Theilkern des ersten Richtungskernes.

Erst in 400 Minuten alten Eiern ist die Entwicklung so weit gediehen, dass es zur Ausbildung der ersten Furchungsspindel gekommen ist. Diese theilt sich in die ersten beiden Furchungskerne im Laufe der nächsten halben Stunde.

11. Künstliche Beeinflussung der Eier¹.

I. Anwendung von höherem Druck.

a) Ich setzte Eier, seit deren Ablage 40—35 Minuten vergangen waren, einem Druck von zwei Atmosphären aus, während zweier Stunden. Bei Beginn des Versuches waren nach den weiter oben gemachten

¹ Die von mir angewandten Methoden habe ich (33) in Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie näher beschrieben.

Mittheilungen (p. 85) die Eier mit der Ausbildung der ersten Richtungsspindel beschäftigt. Die Entwicklung verlief in normaler Weise weiter, jedoch zeigte es sich, wie ich bereits mittheilte (HENKING, 35), dass das erste Thelyid eine höchst auffallende Strahlung um sich erzeugt hatte. Wie die Eier zu Anfang des Versuches schon etwas verschieden weit entwickelt waren, so boten sie auch bei Beendigung desselben etwas verschiedene Stadien, aus denen dann mit Sicherheit der Schluss gezogen werden konnte, dass die Strahlung in der That vom Thelyid ausging.

Die Eier zeigten bei der Abtödtung, dass in ihnen gerade die zweite Richtungsspindel ausgebildet wurde. In einigen Fällen waren die Chromosomen der Tochterplatten noch getrennt, in anderen dagegen hatten sie sich bereits zu den jungen Kernen zusammengefügt. Das erste Thelyid lag zwischen dieser Spindel und dem ersten Richtungszapfen, also an seiner ganz normalen Stelle. In kleinem Maßstabe sind die Lageverhältnisse aus Fig. 176 zu ersehen.

Die Strahlung ist nicht in allen Eiern gleich deutlich ausgebildet, ist dagegen in manchen Fällen außerordentlich stark. Das erste Thelyid ist auch hier eine helle Substanz, welche sich aber meist abgerundet hat und den Mittelpunkt für die Radien bildet. Es liegt die Strahlensonne (*ThI*) also stets nur außen von der zweiten Richtungsspindel (Fig. 176 *RspII*), und diese entbehrt an ihrer Innenseite, wie immer, völlig einer solchen. Also kann die Strahlung nicht mit dieser Spindel in Verbindung gebracht werden.

Man sieht in Fig. 176, dass die zweite Richtungsspindel noch getrennte Chromosomen hat und die Strahlung des ersten Thelyid ist gut ausgebildet. Noch jünger ist die zweite Richtungsspindel in Fig. 197 und über ihr liegt die umfangreiche Strahlung (*ThI*). Kann man in Fig. 197 die einzelnen Chromosomen zählen, so sind dieselben in Fig. 138 bereits zu neuen Kernen vereinigt, aber auch hier ist die Strahlung (*ThI*) in gleicher Ausdehnung wie vorher noch vorhanden. Ich bemerke, dass des Platzes wegen Fig. 138 umgekehrt orientirt ist als Fig. 176 und Fig. 197. Läge eine einfache vom Centrosoma der zweiten Richtungsspindel ausgehende Strahlung vor, so dürfte dieselbe auf einem so weit vorgertückten Stadium der Theilungsfigur kaum noch in dieser Weise vorhanden sein.

In dem Beispiele der Fig. 133 sind sogar die beiden aus der zweiten Richtungsspindel hervorgehenden Kerne fertig ausgebildet und dennoch ist die starke Strahlensonne vorhanden.

Kann demnach die Strahlensonne nicht mit der zweiten Richtungsspindel zusammenhängen, so ertübrigt noch der Nachweis, dass sie wirklich aus dem ersten Thelyid oder um dasselbe sich gebildet hat.

Hierzu erinnere ich an das Bild, welches das erste Thelyid in normalen Eiern gab. Es liegt ursprünglich fast ganz im Inneren des ersten Richtungszapfens (Fig. 115, 134, 137 *ThI*), wandert dann aber abwärts bis unter die Basis desselben (Fig. 130). Oft aber bleibt die Hauptmasse des Thelyid auch später noch durch eine dünne Brücke mit der Gegend der Chromosomen im Zapfen verbunden, während sie sich nach dem Dotter hin abrundet (Fig. 129, 123).

Einen ähnlichen Fall dürften wir in Fig. 133 vor uns haben. Hier hat sich die Hauptmasse des Thelyid zwar etwas tiefer in das Ei begeben, aber es erregt weiter keine Verwunderung, wenn wir einen kleinen Theil desselben unter der Basis des Zapfens zurückgeblieben sehen. Gerade an diesem Beispiele ist die Strahlung außerordentlich stark vorhanden. Sie umgibt das Thelyid und außerdem die natürlich gleichwerthige Substanz, welche auf den Zapfen zustrebt. Da beide ursprünglich zusammengehörende Substanzen hier räumlich getrennt sind, so kreuzen sich die Strahlen in der zwischenliegenden Region.

Ich glaube, dass die von mir gegebene Deutung alle Verhältnisse ungezwungen erklärt. Es mag auch sonst vielleicht häufig ein geringer Theil des Thelyid in seinem alten Lager an der Basis des ersten Richtungszapfens zurückbleiben. Da das Thelyid sich jedoch in der Regel nur durch ein negatives Merkmal, durch seine Farblosigkeit, kenntlich macht, so wird natürlich ein solcher kleiner Rest nur in besonders günstigen Fällen gesehen werden können, wie sie oben angeführt sind, oder wie hier, wo ein neues Merkmal, ein Strahlenkranz, Sicherheit giebt.

Noch ein Einwurf wäre zu erledigen. Wenn ich auch weiter oben nachgewiesen zu haben glaube, dass die vorliegende Sonnenfigur nicht mit der zweiten Richtungsspindel zusammenhängt, so wäre immerhin noch die Möglichkeit zu erwägen, dass das erste Richtungskörperchen mit irgend einem sonst nicht sichtbaren Centrosoma daran betheiligte sein könnte. Denn eine Theilung der Kernsubstanz findet ja in demselben noch statt, wie auch aus Fig. 133 zu ersehen. In der Spitze des Zapfens könnte ja wegen Mangel an Raum ein vielleicht auch dort vorhandenes zweites Centrosoma eine Strahlung zu entfalten verhindert sein, während für ein an der Basis des Zapfens vorhandenes Centrosoma ein solcher Hinderungsgrund kaum angenommen werden dürfte.

Wollte ich einer solchen Annahme auch zustimmen, so würde ich sagen: Gut, damit ist die Strahlung an der Basis des Zapfens in Fig. 133 erklärt. Aber wie steht es nun mit der viel größeren Strahlung, welche sich in der gleichen Figur weiter unten um ein helles Centrum gebildet

hat? Für die Erklärung dieser Strahlung wäre mit der obigen Annahme nichts gewonnen.

Außerdem erinnere ich noch einmal daran, dass ich auch an normalen Eiern eine schwache Strahlung gelegentlich an der Basis des ersten Thelyid wahrgenommen habe (Fig. 121, 123), sowie daran, dass an normalen Eiern um die copulirten Richtungskerne eine beträchtliche Strahlung ringsum bemerklich wurde (Fig. 120), welche ich auf das Thelyid zurückführen zu müssen geglaubt habe (oben p. 80).

Nach allen Diesem erscheint es mir unzweifelhaft, dass in dem ersten Thelyid eine strahlenerregende Substanz vorhanden ist.

Die Spermatozoen verhalten sich in den mir vorliegenden Eiern normal. Der Kopffaden ist bereits zu einem Kegel zusammengesunken (Fig. 166, 157). Das Arrhenoid ist sehr deutlich, die helle Centralsubstanz schärfer ausgeprägt, als gewöhnlich. Vom Schwanzfaden sind meist noch Theile sichtbar. Sehr deutlich ist die Plasmawolke, welche den Marsch der Spermatozoen anzeigt (Fig. 176).

Ein Unterschied in der Entwicklung und im feineren Bau zwischen Eiern, welche ich in ihrer normalen Lage (hängend), oder um 180° um ihre Längsachse gedreht (stehend) dem Druck von zwei Atmosphären aussetzte, war nicht vorhanden.

b) Eier, welche unter normalen Verhältnissen 2— $2\frac{1}{2}$ Stunde alt geworden waren, wurden während 5 Stunden einem Druck von zwei Atmosphären ausgesetzt, alsdann sofort abgetödtet.

Die Entwicklung war in ihnen weiter gegangen. Es waren die beiden ersten Furchungskerne gebildet, von denen eine deutliche Plasmastrahlung ausging. Die Richtungskerne waren zu einem einzigen großen Kerne mit Chromatinschleifen verschmolzen, in einem Falle zeigte ein solcher den in Fig. 172 abgebildeten und weiter oben besprochenen Theilungsversuch. Der erste Richtungszapfen war noch vorhanden.

c) Eier, welche unter normalen Verhältnissen über eine Stunde alt geworden waren, kamen für eine Stunde unter einen Druck von $2\frac{1}{2}$ Atmosphären.

Diese Eier befanden sich bei der sofort erfolgten Abtödtung auf demselben Entwicklungsstadium, wie die unter a) besprochenen. In ihrem feineren Bau zeigten sie von letzteren keine Abweichungen, nur

war die Strahlung des ersten Thelyid, wenn auch vorhanden, doch nicht so stark ausgebildet, wie ich es dort beschrieben habe. Ich habe in Fig. 122 ein von hier entnommenes Beispiel abgebildet.

Im Allgemeinen folgt aus den mitgetheilten Thatsachen, dass durch erhöhten Druck die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern von *Agelastica* beschleunigt wurden. Denn in solchen Eiern sehen wir bereits nach 130—150 Minuten dasjenige Stadium ausgebildet, welches von normalen Eiern erst nach 200—230 Minuten erreicht wird.

Die sub b) besprochenen Eier boten die ersten beiden Furchungskerne bereits im Ruhestadium nach 440 Minuten.

II. Anwendung von vermindertem Druck.

a) Eier, welche am 12. Juni 1890 zwischen 9¹/₂ und 9³/₄ Uhr abgelegt wurden, kamen auf 2 Stunden unter den Recipienten einer Luftpumpe bei einem Barometerdruck von 400 mm.

Sie wurden um 12 Uhr abgetödtet, hatten demnach ein Alter von 135—150 Minuten.

Die von mir untersuchten sechs Eier befanden sich sämtlich noch auf dem Stadium der ersten Richtungsspindel. Die chromatischen Tochterplatten waren überall bereits getrennt, jedoch waren die Eier meist auf jener Entwicklungsstufe stehen geblieben, welche auch sonst unter normalen Verhältnissen die längste Zeit beansprucht (Fig. 139, 140).

Während aber bei normalen Eiern die Spindel sich senkrecht gegen die Eioberfläche zu stellen pflegt, hatte sie in drei Fällen eine parallele Lage dazu eingenommen (Fig. 139, 140). Auffallend war die Dicke und starke Färbbarkeit der Verbindungsfäden an den jüngsten Spindeln (Fig. 139). Waren diese Fäden auffallend stark, so war dafür die helle Zwischensubstanz, welche der »Pseudospindel« sonst ihr charakteristisches Aussehen giebt (Fig. 92, 96), um so schwächer vorhanden. Dadurch bekam die Spindel ein krankhaft schwächtiges Aussehen (Fig. 139).

Das Auffallendste an einigen dieser Eier bestand darin, dass eine deutliche Ausbildung von Spindelfäden stattgefunden hatte. Es ist eine solche Spindelbildung in Fig. 140 links gezeichnet: die von den Chromosomen ausgehenden Spindelfäden strahlen auf ein winziges Centralkörperchen zu, welches eine beträchtliche Strecke von den Chromosomen entfernt liegt. An den Chromosomen der Gegenseite habe ich trotz angestrebter Bemühung von derartigen

Spindelfäden nichts bemerken können, wie auch z. B. an dem etwa gleichaltrigen Präparate der Fig. 139 von solchen Spindelfäden keine Spur zu entdecken war. Die Verbindungsfäden in Fig. 140 sind schwächer als gewöhnlich und in der Mitte wie unterbrochen.

Ein außerordentlich instruktives Bild giebt das in der Entwicklung am weitesten vorgeschrittene Ei. Hier hat sich der erste Richtungszapfen bereits in der gewohnten Weise vorgestülpt und nach rückwärts umgebogen (Fig. 147). In ihm bemerken wir das Häufchen der Chromosomen an ihrer gewöhnlichen Stelle; aber die Chromosomen sind wie durch Fäden an ein winziges Centrakörperchen befestigt, welches die äußerste Stelle im Zapfen einnimmt (Fig. 147c). Sehen wir in dieser Figur gewissermaßen eine halbe Spindel vor uns, so erhalten wir noch im Ei liegend das zugehörige aber viel stärker ausgebildete Gegenstück: Von den großen etwas eingeschnürten Chromosomen gehen derbe Spindelfäden aus, welche, sich zuspitzend, in einem kleinen Centrakörperchen (*c'*) endigen. In der Umgebung desselben ist eine kleine Attraktionssphäre ausgebildet.

Äußerst merkwürdig ist ferner, dass die beiden weit getrennten Spindelhälften zwischen sich noch die anscheinend in ganzer Länge erhaltenen Verbindungsfäden führen. An der stärkeren inneren Spindelhälfte sind sie am deutlichsten. Trotz ihrer großen Länge sind sie nicht etwa straff gespannt, sondern gewellt und gebogen. Als Andeutungen einer Zellplatte, welche in Fig. 140 fehlt, in Fig. 139 als gebogenes Querband gezeichnet ist, betrachte ich hier einige Pünktchen, welche im Bereich der Verbindungsfäden an der Basis des Zapfens kenntlich sind (Fig. 147).

Auch hier fällt der Mangel der hellen Zwischensubstanz zwischen den Verbindungsfäden, welcher sonst für die »Pseudospindel« der normalen Eier und späterhin für das Thelyid so charakteristisch ist, nicht wenig auf. Nur einmal habe ich dieselbe stärker ausgebildet gefunden (Fig. 135). Da war die Region der Verbindungsfäden stärker aufgebläht; Zerfallsprodukte derselben waren es aber wohl, welche der Figur durch ihre unregelmäßige Vertheilung und wahrnehmbare Färbung ein kernartiges Aussehen verliehen (Fig. 135).

Ich komme noch einmal auf die Spindelfäden und Centrakörperchen zurück. In der typischen und deutlichen Ausbildung wie in den Fig. 140 und 147 habe ich sie sonst niemals bei der Ausbildung der Richtungskörper in Insekteneiern auftreten sehen. Ja in weitaus den meisten Fällen sind nicht einmal Spuren derselben vorhanden.

Da nun in den soeben beschriebenen Beispielen Spindelfasern und Centrakörperchen in solcher Schärfe sichtbar waren, so erhebt sich

natürlich die Frage, ob wir nicht auch in den normalen Eiern trotz aller negativen Resultate dennoch das Gleiche anzunehmen hätten, ob nicht durch die angewandte Methode oder sonst irgend einen Umstand die ja auch bei anderen Theilungen sonst stets vorhandene Struktur hier nur zerstört und ausgelöscht sei.

Nun wird zwar durch Hitze gewisse achromatische Struktur thatsächlich ausgelöscht, aber die Eier, welchen die Abbildungen Fig. 440 und 447 entnommen sind, wurden in genau derselben Weise durch Hitze abgetödtet wie alle übrigen. Außerdem bieten auch die mit der sonst für diese Zwecke ausgezeichneten FLEMMING'schen Flüssigkeit konservirten Eier von Spindelfasern oder Centalkörperchen gar nichts.

Ist demnach in normalen Eiern von Spindelfasern und Centralkörpern wirklich etwas bei den Theilungen vorhanden, so kann es nur in so schwacher Ausbildung vorliegen, dass die Struktur des Plasmas bereits genügt, um Beides zu verdecken. Der Konservierungsmethode dürfte kaum dabei ein Vorwurf gemacht werden können, da sie ja sich in vorliegendem Falle so gut bewährt hat.

Wie man sich nun aber auch zu der Frage stellen möge, es scheint mir immerhin wichtig genug, dass eine Druckverminderung eine stärkere Ausbildung der eigentlichen Spindel zur Folge gehabt hat.

Was die Spermatozoen anbetrifft, so besitzen sie noch die Fadenform. Die plasmatische Strahlung ist an ihnen bereits vorhanden, liegt jedoch in einigen Fällen merkwürdig weit vom Kopf des Samenfadens ab. Sonst bieten dieselben nichts Außergewöhnliches.

b) Eier, welche etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden unter normalen Verhältnissen sich befunden hatten, wurden für fast 5 Stunden dem verminderten Druck (ansteigend bis 400 mm) ausgesetzt. Die Eier waren bei der Abtödtung etwa 430 Minuten alt und befanden sich auf dem Stadium, dass die beiden ersten mit reichlicher Plasmastrahlung umgebenen Furchungskerne gebildet waren. Die Richtungskerne verhielten sich normal.

Im Allgemeinen ist zu sagen, dass durch Verminderung des Atmosphärendruckes Anfangs eine Verlangsamung der Entwicklung eintritt, welches jedoch bei späterer Anwendung des Vacuums nicht zu konstatiren ist. — Während der erhöhte Druck auf die Substanz der Verbindungsfäden einen besonderen Einfluss durch deren Strahlerregung äußerte, war umgekehrt durch den verminderten Druck eine stärkere Ausbildung der Spindelfasern möglich geworden.

III. Anwendung von Kohlensäure (CO₂).

Es wurden zu dem Versuche Eier benutzt, welche am 28. Juni 1890 von kurz vor 10 Uhr bis 11 Uhr abgelegt waren. Dieselben kamen von 11 Uhr 15 Minuten bis 12 Uhr 5 Minuten in reines Kohlendioxyd, wurden alsdann rasch in der gewohnten Weise konservirt.

Die jüngsten Eier enthielten die erste Richtungsspindel im Stadium des Diaster. Die Spindel ist etwas verkümmert, war in einem Falle außerordentlich klein. Die Verbindungsfäden sind gelegentlich stark ausgebildet (Fig. 136), aber wellig gebogen. Zellplatte vorhanden, aus Körnchen bestehend. — In älteren Eiern ist der Richtungszapfen in gewohnter Stärke ausgebildet, die Verbindungsfäden auch jetzt noch zwischen den weit getrennten Tochterplatten vorhanden. Ihre Umwandlung in achromatische Substanz unterbleibt ganz oder ist jedenfalls nur geringfügig. Die ältesten dieser Eier befinden sich auf dem Stadium der zweiten Richtungsspindel und zeigen keine Abnormitäten.

Die Samenfäden verhalten sich in allen Eiern normal und dem betreffenden Stadium entsprechend.

Im Allgemeinen ergibt sich aus dem Mitgetheilten, dass die jüngsten Eier, welche also ziemlich kurze Zeit nach der Ablage in die Atmosphäre von Kohlendioxyd gebracht wurden, eine wesentliche Verzögerung in ihrer Weiterentwicklung erlitten, indem sie nicht über das Stadium der kurz nach der Ablage eintretenden ersten Richtungsspindel hinauskamen. Hierin und in der ganzen Ausbildung der Spindel giebt sich eine Ähnlichkeit mit den unter vermindertem Druck sich entwickelnden Eiern kund, wie z. B. aus dem Vergleich der unter diesen beiden Methoden entstandenen Spindeln Fig. 139 (Vacuum) und 136 (CO₂) ergibt. Auch die lange Erhaltung der Verbindungsfäden in älteren Spindeln erinnert daran.

Umgekehrt lassen die älteren Eier, welche bei Beginn des Versuches schon ein wenig weiter entwickelt sein mussten, als Fig. 108, eben so unverkennbar eine Beschleunigung ihrer Weiterentwicklung feststellen. Denn in ihnen, welche also bis zu ihrer Abtödtung im Ganzen ein Alter von 130 Minuten erreicht haben, sind die Tochterkerne an der Spitze der zweiten Richtungsspindel bereits gebildet und die Samenkerne zu kurzen Kegeln kondensirt, so dass fast das in Fig. 126 abgebildete Stadium von diesen Eiern repräsentirt wird. Es wird dieses Stadium von normalen Eiern aber erst nach etwa 200 Minuten erworben.

Die Samenfäden haben durch die Wirkung des Kohlendioxyd

anscheinend gar nicht gelitten, sei es, dass dessen Wirkung schwer in die Tiefe des Eies eindringt, oder sei es, dass sie überhaupt weniger davon berührt werden.

IV. Einwirkung von Sauerstoff.

a) Von Eiern, welche am 12. Juni 1890 von 8 $\frac{1}{2}$ —9 $\frac{1}{2}$ Uhr abgelegt wurden, brachte ich einen Theil von 10—11 Uhr in ein Gemisch von $\frac{1}{3}$ Vol. reinen Sauerstoff und $\frac{2}{3}$ Vol. Luft. Alsdann wurden dieselben rasch konservirt.

Die Eier, welche von mir untersucht wurden, befanden sich sämmtlich etwa auf dem Stadium der Fig. 442: der erste Richtungszapfen war in normaler Weise ausgebildet und das erste Thelyid war deutlich an dem ihm zukommenden Platze vorhanden. Überhaupt bot der weibliche Theil keine bemerkenswerthen Abweichungen. — Der männliche Theil war im Allgemeinen ebenfalls ganz normal, nur fiel es mir auf, dass der auf diesem Stadium ja noch langgestreckte Kern oft eine Neigung zur Zerbröckelung zeigte, wie ich es an einem Beispiel in Fig. 480 abgebildet habe.

b) Eier wurden am 13. Juni 1890 bis 4 $\frac{1}{2}$ Uhr abgelegt. Sie kamen von 5 $\frac{1}{2}$ —6 $\frac{1}{2}$ Uhr in das gleiche Sauerstoffgemisch wie oben, wurden dann abgetödtet.

Die Eier befanden sich z. Th. bereits auf dem Stadium, dass die zweite Richtungsspindel die Tochterplatten ausgebildet hatte. Die Samenfäden waren etwa bis zu dem in Fig. 466 abgebildeten Stadium vorgeschritten. Wesentliche Abweichungen vom normalen Verhalten habe ich nicht beobachtet, die Samenkernkerne waren nicht zerbröckelt, nur habe ich mir notirt, dass die zweite Richtungsspindel stark längsstreifig erschien mit einer aus einzelnen Körnchen gebildeten Zellplatte.

Bei der Benutzung von Sauerstoff habe ich ein allgemeines Resultat nicht gewonnen und gilt für diesen Versuch noch mehr wie für die übrigen, dass er nur als ein kleiner Vorstoß in ein bisher unerforschtes Gebiet betrachtet werden darf.

12. Biologische Mittheilungen.

Agelastica alni legt ihre Eier im Mai und Juni an die Unterseite von Erlenblättern, besonders von *Alnus glutinosa*, ab. Die Eier haben eine gelbe Farbe, welche jedoch in Alkohol einer weißen Färbung Platz macht. Da ihre Oberfläche durch ein Drüsensekret sehr klebrig ist, so haften die Eier an der Blattfläche mit derjenigen Spitze, mit welcher sie den Leib des Mutterthieres zuerst verlassen. So kommt es, dass die

Eier fast sämmtlich aufrecht neben einander stehen, gelegentlich aber fallen sie doch einmal um.

Wenn das Thier ein Ei abgelegt hat, so rückt es ein wenig vor oder dreht sich etwas zur Seite und stellt nun ein zweites Ei neben das erste. So wird ein Satz von Eiern auf demselben Blatte befestigt, deren Anzahl betrug in drei Fällen 82, 77, 76 Stück. Ein Thier gebrauchte zum Ablegen von 30 Eiern 32 Minuten. Größere Unterschiede sind mir an denselben nicht aufgefallen.

Ein solcher auf einem Blatte geborgener Eisatz stellt jedoch nicht den ganzen Eivorrath des Thieres dar, sondern dieses legt öfter ab. Es ist daraus zu folgern, dass ein periodenweises Reifen der Eier stattfindet. Nämlich die oben angegebene Zahl wird auf einmal abgegeben. Unterbricht man ein Thier, bevor es sich derselben völlig entledigt hat, wie es bei der Benutzung der Eier sofort nach der Ablage von mir öfter geschah, so kann man doch leicht sehen, dass das Thier an einer anderen Stelle und nach kurzer Zeit, etwa einer viertel Stunde, wiederum mit dem Legen beschäftigt ist. Es müssen also die reifen Eier heraus.

Nach einigen Tagen kommt das Thier mit einem zweiten Eisatz nieder, und so geht es eine längere Zeit fort. Man kann aus Fig. 102 bequem ersehen, auf welchem Stadium sich das für den folgenden Satz bestimmte Ei befindet. Denn unten haben wir den soeben entleerten Follikel *f*, darüber das noch mit großem Keimbläschen versehene nunmehr älteste Ei. Es gebraucht dasselbe also von diesem Stadium an bis zur völligen Ausreifung die gleiche Zeit, welche zwischen zwei Ablagen verstreicht.

So hatte ich vom 30. Mai 1890 an vier ♀ in der Gefangenschaft sitzen an in Wasser gestellten Erlenweigen. Diese vier Thiere haben bis Anfang Juli gelebt und in dieser Zeit 24 Eisätze producirt und zwar wurden von mir gefunden:

2	Eihaufen	am	4. Juni	1890;	abgelegt	früh	Morgens,
4	»	»	3.	»	»	11—12 ^h	Morgens,
4	»	»	5.	»	»	9 ^h 25 ^m —11 ^h	Morgens,
3	»	»	7.	»	»	vor 8 ^h Morgens,	
						4—5 ^h	Nachmittags,
3	»	»	7.	»	»	Mittags,	
4	»	»	9.	»	»	zwischen 8. bis 9. Juni,	
3	»	»	12.	»	»	9 ¹ / ₂ —12 ^h Morgens,	
						8 ¹ / ₂ —10 ¹ / ₂ ^h Morgens,	
						9 ¹ / ₂ —10 ¹ / ₂ ^h Morgens,	
4	»	»	13.	»	»	bis 4 ¹ / ₂ ^h Nachmittags,	
2	»	»	16.	»	»	5—6 ^h Nachmittags,	

4	Eihaufen	am 17. Juni 1890;	abgelegt	von 10 ¹ / ₂ ^h	Morgens an,
1	»	» 20. »	»	»	von 2 ^h Nachmittags an,
1	»	» 25. »	»	»	von 4 ^h Nachmittags an,
1	»	» 27. »	»	»	von 7 ^h Abends an,
1	»	» 28. »	»	»	10—11 ^h Morgens,
2	»	» 6. Juli	»	»	zwischen 1. bis 6. Juli,
1	»	» 8. »	»	»	von 12 ¹ / ₂ ^h Morgens an,
1	»	» 18. »	»	»	8 ^h —11 ¹ / ₂ ^h Morgens.

Es war natürlich bei den einzelnen Haufen nicht anzugeben, von welchem Weibchen sie herrührten, da dieselben zusammengehalten wurden, doch scheint mir die von den Thieren innegehaltene Zeitdistanz zwischen je zwei Ablagen aus der Distanz zwischen jenen beiden Tagen hervorzugehen, an welchen je drei Haufen producirt wurden. Es ergibt sich daraus ein Zwischenraum von fünf Tagen. Das vierte Weibchen dürfte hiernach zwischen 8.—9. Juni und danach wieder am 13. Juni niedergekommen sein; es würde das ein Zeitintervall von 4—5 Tagen bilden.

Wir würden hierin eine verhältnismäßig kurze Frist sehen, welche gegen Ende der Legeperiode sich vergrößern dürfte.

Von den vier Weibchen fand ich am 6. Juli zwei gestorben, die übrig bleibenden haben noch zwei Eihaufen am 8. und 18. Juli geliefert und besonders aus letzterem Termine ist das beträchtliche Zeitintervall zu schließen. Dann starben auch diese beiden Thiere ab.

Es wurden von den vier Thieren im Ganzen in der Gefangenschaft 23 Eihaufen hervorgebracht. Schätzen wir jeden derselben zu nur 75 Stück, so ergibt das eine Anzahl von 1725 Eiern, was auf jedes Weibchen etwa 450 Stück ausmachen würde. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Thiere im Freien schon mehrere Male abgelegt haben können.

Was die Dauer der Entwicklung anbetrifft, so waren von dem einen am 16. Juni abgelegten Eihaufen die Larven am 2. Juli, also nach Verlauf von 17 Tagen, ausgeschlüpft. Aus dem Haufen vom 7. Juni Morgens waren die meisten Larven bereits am 20. Juni ausgekrochen, also nach 13 Tagen. Der Haufen vom 25. Juni hatte am 10. Juli, also nach 16 Tagen, die Jungen entlassen, welche sämmtlich noch neben den leeren Eihüllen saßen. Wir dürfen demnach also sagen, dass etwa 14 Tage zur Ausbildung der Larven erforderlich sind. — Die Eihaufen vom 16., 17. und 27. Juni zeigten sich zum 10. Juli sämmtlich ausgeschlüpft und die Jungen hatten sich bereits zerstreut. Die beiden zwischen 1. bis 6. Juli abgelegten Eihaufen entließen die Jungen am 15. resp. 16. Juli.

Wenn die Thiere ausgeschlüpft sind, so halten sie sich längere Zeit,

etwa einen Tag, neben den leeren Eischalen auf und zerstreuen sich dann erst. Vielleicht gewöhnen sie sich erst an die gestreckte Haltung. Denn da die jungen Thiere länger sind als das Ei, so müssen sie sich in der Eischale zusammenkrümmen. Hierbei sind sie alsdann mit dem Kopfe bald der Blattfläche zugewandt und bald von derselben abgewandt.

Noch habe ich über einige Versuche zu berichten.

1) Eier, am 5. Juni 1890 abgelegt, wurden umgekehrt (d. h. mit dem Mikropylenende aufwärts) aufgestellt. Es erschienen die ersten Larven am 18. Juni, krochen auf den Eiern umher, ein Theil der Larven war noch nicht ausgeschlüpft.

2) Eier, am 7. Juni 1890 Morgens gefunden, wurden normal (d. h. mit dem Mikropylenende abwärts) aufgestellt. Die Larven waren am 20. Juni meist ausgekrochen, einige Eier enthielten noch die Larven und unter diesen war bei einigen der Larvenkopf bereits pigmentirt, bei anderen noch nicht. Von den noch nicht ausgeschlüpften Eiern war bei sieben Stück der Kopf der Larve der Blattfläche zugekehrt, bei zwölf Stück derselben abgewandt.

3) Eier vom 7. Juni 1890 Mittags wurden am gleichen Abend (7 $\frac{1}{2}$ Uhr) umgekehrt aufgestellt. Am 20. Juni befanden sich in den Eiern bereits Larven mit pigmentirten Köpfen, davon hatten 18 Stück ihren Kopf der Blattfläche zugewandt, 14 Stück abgewandt.

4) Die Eier vom 7. Juni Nachmittags waren vom Thier wie gewöhnlich in der Längsrichtung des Blattes successive abgelegt. Ich theilte nun den Eihaufen in zwei genau gleichaltrige und gleichwerthige Theile, indem ich die Blattfläche der Länge nach zwischen ihnen durchschnitt. Nun stellte ich die Blattfläche mit der Schnittkante nach oben senkrecht auf, so dass also die Eier auf die Seite zu liegen kamen. Vergewärtigen wir uns die Stellung, welche der Käfer bei der Ablage der Eier innehatte, so theilte ich durch den Schnitt den Eihaufen in einen rechten und linken Theil. Ich stellte nun den linken Theil mit der linken Seite nach oben, den rechten mit der rechten Seite nach oben auf und ließ die Eier sich in dieser Lage entwickeln. Es ergab sich, dass die linke Portion (28 Stück) am 20. Juni bereits vollständig ausgeschlüpft war, von der rechten Portion dagegen zu derselben Zeit erst zwei Stück. Jedoch war bei den übrigen Eiern die Larve schon überall mit einem pigmentirten Kopfe versehen und unter diesen hatten 19 Stück ihren Kopf der Blattfläche abgewandt, dagegen neun Stück derselben zugewandt.

5) Die zwischen den 8.—9. Juni abgelegten Eier brachte ich auf einen Tag unter den Recipienten der Luftpumpe bei 360 mm Barometerdruck. Als dann wurden sie wieder unter normalen Verhältnissen aufbewahrt. Am 20. Juni zeigte es sich, dass die Entwicklung weiter ge-

gangen war. Die Thiere besaßen bereits pigmentirte Augenflecken, waren aber sonst noch ohne Pigment.

Aus dem Mitgetheilten folgt, dass durch Änderungen in der Stellung der Eier und folglich durch abweichende Wirkung der Schwerkraft keine bemerkenswerthe Verzögerung in der Entwicklung der Eier veranlasst wird. — Auch die zeitweilige Herabsetzung des Atmosphärendruckes verhindert eine, so viel erkennbar normale Weiterentwicklung der Eier durchaus nicht.

13. Über Polyspermie.

Ich habe versäumt mir ausdrücklich zu notiren, ob ich bei Revision der entwickelten Eihäufen auch sog. taube Eier bemerkt habe. Jedenfalls können dieselben nur in geringer Zahl vorhanden gewesen sein, da ich mich an solche Fälle nicht mehr erinnere. Ich habe nur die Notiz, dass ich in einigen Eiern vertrocknete Junge fand, während dieselben aus den übrigen bereits ausgeschlüpft waren.

Es ist diese Frage aus dem Grunde von einigem Interesse, weil auch bei Agelastica Polyspermie häufiger vorkommt, wodurch ja nach der herrschenden Ansicht Abnormitäten bis zum Absterben hervorgerufen werden sollen.

Nun ist es jedoch ganz unzweifelhaft, dass wohl in den meisten Fällen mehrere Samenfäden in das Ei eindringen; aber nur wenigen gelingt es über das Randplasma hinauszukommen und im Dotter weitere Veränderungen durchzumachen. Ich habe da gezählt, dass 85 Eier nur einen einzigen Samenfaden resp. Samenkern enthielten, während 43 Eier mit je zwei und drei Eier mit je drei Samenkernen ausgerüstet waren. Sind die Polyspermen hier demnach auch in geringerer Zahl vorhanden als bei *Pyrrhocoris*, so sind sie andererseits zahlreich genug, um erkennen zu lassen, dass sie nicht alle dem Verderben anheimfallen, sondern dass Polyspermie durchaus noch kein Zeichen einer krankhaften Weiterentwicklung zu sein braucht.

14. Über die Beschaffenheit des Eiplasmas und des Dotters.

Auch bei Agelastica ist die größte Menge des Protoplasmas im Ei an der Peripherie angehäuft und durchzieht von hier ausstrahlend als ein feines Netzwerk die Dottersubstanz (Fig. 426, 443 etc.). Das Plasma selbst erscheint feinkörnig, mit stärker färbaren Pünktchen; es ist an der Peripherie und besonders im ersten Richtungszapfen oft stark vacuolisirt (Fig. 430, 437 etc.).

Sehr merkwürdig ist es, dass die Eier unserer Thiere unter dem Oolemm noch einen sehr zarten und dichten Wimperbesatz

tragen, welcher durch FLEMMING'S Flüssigkeit gut konservirt wird (Fig. 95). Die Wimpern stehen außerordentlich dicht über der ganzen Oberfläche und es hat den Anschein, als wenn an ihren freien Enden je eine kleine knötchenförmige Verdickung säße.

Sind die Wimpern auch über die ganze Eioberfläche gleichmäßig vertheilt, so werden sie an jener Stelle stärker und länger, an welcher der Richtungzapfen sich emporwölbt (Fig. 95). Bei Konservirung mit heißem Wasser sind sie an der Oberfläche des Eies als solche meist nicht mehr erhalten, nur am Richtungzapfen treten sie noch ganz erkennbar hervor (Fig. 92, 96), wenn auch etwas verklebt und verändert. Meist allerdings sind sie nicht mehr so deutlich erhalten, wie in den beiden soeben citirten Figuren, sondern sie sind zu einer gestrichelten Masse verquollen. Als solche auch durch ihr Verhalten gegen Farbstoffe gut charakterisirte Masse überziehen sie stets den Richtungzapfen, wie man aus Fig. 129, 130 und den übrigen betreffenden Figuren auf der gleichen Tafel unschwer erkennen wird.

Die Dotterkügelchen bleiben auch in den konservirten Präparaten kugelig; ihre Größe wechselt nicht unbeträchtlich, wenn auch selbst die größten sich noch in recht bescheidenen Grenzen halten (Fig. 129, 200). Ihr Aussehen wechselt etwas, wohl ganz nach dem Stande ihrer Resorption; die einen erscheinen glatt und glänzend, die anderen fein und dicht punktirt. Auch ihr Verhalten gegen Farbstoffe ist ein wechselndes: Wenn sie im Allgemeinen ihre Farbe auch sehr leicht abgeben, so halten doch manche Kügelchen den Farbstoff, z. B. Bismarckbraun, sehr fest, so dass sie durch ihre ganz intensive Färbung unter den übrigen nicht gefärbten stark hervorleuchten. Ich habe in Fig. 200 solche Körperchen bei x gezeichnet. Übrigens kommt ein gleiches Verhalten bei anderen Insekteneiern ebenfalls vor.

Vielleicht ist es der Verdauung resp. Auflösung von Dotterkörnern zuzuschreiben, wenn das Plasma an der äußeren Grenze der Dotterkörnchenzone ein mit einer Flüssigkeit gefülltes Maschenwerk bildet (Fig. 130 rechts). Ein solches Maschenwerk tritt dann auch stärker hervor in der Umgebung des zweiten Thelyid und lockert daselbst das bisher kompaktere Plasma, indem es Inseln desselben von der breiten Verbindung mit dem Randplasma absprengt (Fig. 129). — Eigenthümlich ist die Vertheilung von dichterem Plasma und solchem Maschenwerk in späteren Stadien unterhalb des Richtungzapfens. Riffartig liegt meist noch eine Lage dichteren Plasmas im Inneren der Umgebung des zweiten Richtungskernes (Fig. 118, 122), und bietet auf Schnitten oft ganz das Ansehen eines Saumriffes, wenn dieser Kern tiefer in das Ei hinabgerückt ist (Fig. 120).

Erwähnenswerth sind noch die Strahlungen des Plasmas. Man kann deren zweierlei unterscheiden:

1) In dem sonst körnig erscheinenden Plasma machen sich hellere und dunklere Streifen bemerklich, welche geradlinig von einem Mittelpunkte radiär ausgehen. Ich habe wohl beobachtet, dass alsdann der Bau des Plasmas derartig war, wie ich es schematisch in Fig. 499 abgebildet habe: von einem hellen Centrum gehen helle Radien aus. Diese hellen Radien besitzen einen Mantel einer dunkel gefärbten Substanz und der Zwischenraum des dunklen Mantels von je zwei hellen Radien wird von einer schwächer gefärbten, mehr spongiösen Substanz ausgefüllt.

2) Von einem Centrum gehen ziemlich geradlinig und sich nach der Ferne zuspitzend Plasmastrahlen aus, welche weiterhin den Bau des gewöhnlichen Plasmas erkennen lassen. Solche Strahlungen finden sich in auffallender Weise in der Umgebung des Arrhenoids (Fig. 443). Sie können in dieser Form natürlich nur sichtbar werden in dotterreichen Eiern; denn für sie ist es ja charakteristisch, dass sie die Dotterkugeln in Reihen anordnen.

Beide Strahlungen deuten darauf hin, dass in ihrem Centrum irgend Etwas vorgeht. Beide kommen (vielleicht immer) vergesellschaftet vor, nur ist die erstere Form leichter zerstörbar, daher die zweite für die Beurtheilung vielleicht die sicherere.

In der Besprechung habe ich die beiden Arten von Strahlungen nicht besonders unterschieden.

6. *Donacia (sericea L. ?)*.

Tafel XII.

Die Eier werden von den weiblichen Thieren in das Innere der oberflächlichen Gewebstheile gewisser unter Wasser befindlicher Pflanzentheile abgelegt. Die zur Untersuchung benutzten Eier waren in *Glyceria fluitans* untergebracht; man sah sie aus der Tiefe durchschwimmern. In Fig. 442 habe ich den Längsschnitt eines Eies an seinem natürlichen Orte abgebildet: das Ei steckt in einem Interzellularraume des Pflanzengewebes (*p*). Man sieht, dass das Ei erheblich länger als breit ist. Es ist eingehüllt von einem zarten Oolemm (Fig. 408 *o*) und einem dünnen Chorion (Fig. 408 *ch*) und besitzt den normalen Bau. Es tritt nun die Frage heran, welches das Vorderende und welches das Hinterende sei. Es ist das eine Frage, welche aus der Betrachtung des Eies an sich nicht sofort entschieden werden kann. Denn der Eikern liegt nicht an einem der Enden, welches dadurch als das Vorderende

wahrscheinlich gemacht würde, sondern an der Längsseite (Fig. 407, 408, 420). Nun besitzen die Eier der Käfer meist keine deutliche Mikropyle, so dass auch von dieser Seite keine Auskunft gegeben wird, und wenn ich nun noch hinzufüge, dass, wie wir noch sehen werden, auch das in vielen Fällen charakteristische Eindringen der Samenfäden hier seine Besonderheiten hat, so wird es klar, dass eine einigermaßen sichere Auskunft eigentlich nur durch genaue Beobachtung des Legeaktes gewonnen werden kann. Indessen sind doch noch einige Indicien vorhanden, welche eine Aufklärung geben.

Es sind nämlich an beiden Polen des Eies Ansammlungen eines Drüsensekretes vorhanden. An dem stumpferen Pole (unten Fig. 408) ist eine beträchtliche Menge davon vorhanden, an dem spitzen Pole (Fig. 408 oben) dagegen sehr viel weniger. Es ist eine von Vakuolen durchsetzte, sonst ziemlich homogene Substanz, welche nun noch kleine rundliche Körperchen in beträchtlicher Zahl umschließt (Fig. 408 unten). Diese Körperchen sind annähernd alle von derselben Größe und färben sich recht kräftig mit Farbstoffen. Sie sind oft in Zügen angeordnet, entsprechend den Bewegungen, welche das Drüsensekret vor seiner Erhärtung erlitten hatte. Außerdem ist eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Samenfäden in das Innere des Drüsensekretes eingebettet. Sie werden an den gefärbten fadenförmigen Köpfen leicht erkannt, wenn auch von ihren Schwänzen nichts wahrzunehmen ist (Fig. 408 *sp*).

Was ich hier über das Drüsensekret gesagt habe, gilt für beide polaren Ansammlungen. In beiden sind die chromatophilen Körnchen und Samenfäden vorhanden, nur darin ist ein Unterschied, dass wir sie an dem spitzen Pole ganz vereinzelt antreffen, am stumpfen Pole (Fig. 408) in großer Menge.

Ich halte nun den spitzen Pol für den oberen, Mikropylen-tragenden. Denn die größere Menge des Sekretes wird gewöhnlich an dem unteren Eipole gefunden (vgl. Fig. 424 *df* von *Crioceris asparagi*), indem die sich über dem Ei schließende Legeröhre bei der Ablage eine hohe Haube von Sekret wohl abstreifen würde. Außerdem liegt in dem jüngeren Entwicklungsstadium der Fig. 420 der Samenfaden näher am spitzen Pol, später aber mehr dem stumpfen Pole angenähert (Fig. 407), so dass man also eine Bewegung vom spitzen nach dem stumpfen Pole hin anzunehmen hat.

Als ich die ersten Eier zum Zweck ihrer Untersuchung konservierte waren etwa $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden seit ihrer Ablage verflossen. In ihnen war das erste Richtungskörperchen soeben gebildet (Fig. 446, 420, 422). Es lag in einer kleinen Vertiefung der Eioberfläche, etwa

$\frac{1}{3}$ der Eilänge vom oberen Eipole entfernt. Dies Richtungskörperchen, welches durch den Druck gegen die Eihüllen etwas abgeplattet ist, wird nicht völlig vom Ei abgeschnürt, sondern bleibt durch eine kleine stielförmige Verbindung damit im Zusammenhang.

Der Spaltkern nimmt die gewöhnliche Stellung ein: er liegt unterhalb des ersten Richtungskörperchens in einer hier ziemlich bedeutenden Ansammlung von Plasma, welche sich vom Rande her ziemlich tief zwischen die Dottermassen einsenkt, und schließlich mit pseudopodienartigen Fortsätzen im Dotter endigt (Fig. 446, 420). Zwischen erstem Richtungskörperchen und Spaltkern liegt ein nur sehr schwach ausgebildetes Thelyid (Fig. 422 *th*, 446, 420 *Th*) als ein heller Fleck, der nur in einigen Fällen deutlicher hervortrat.

Was die Zahl der Chromosomen anbelangt, so möchte ich hierfür die Zahl 45 annehmen. In Fig. 444 habe ich die Polansicht der Äquatorialplatte eines Spaltkernes abgebildet, in Fig. 423 diejenige eines anderen Spaltkernes. Die Chromosomen erscheinen bald einfach rundlich, bald hantelförmig. Ich glaube, dass sie alle hantelförmig gestaltet sind und dass die Verschiedenheit ihres Anblickes von der wechselnden Neigung gegen den Blick des Beschauers herrührt. Denn es ist wohl kein Zweifel daran, dass die Chromosomen auch hier die bekannte Drehung vollführen, bis sie alle senkrecht gegen die Oberfläche des Eies gerichtet sind (Fig. 446, 447, 420). Je nachdem sie diese Drehung bereits vollführt haben, oder noch nicht, erscheinen sie bei Polansicht einfach rundlich oder hantelförmig. Man würde bei dieser Auffassung zwei etwas abweichend gestaltete Chromosomen der Fig. 423 (rechts) dahin erklären können, dass die Keulen der Hantel in seltenen Fällen abermals wieder eingeschnürt sein können.

Die Chromosomen der Richtungskörperchen lassen die Grundzahl sehr viel schwerer erkennen, weil sie dichter zusammengedrängt liegen und andererseits auch eher zerfallen. Ich habe in Fig. 443 die Chromosomen des zu dem Spaltkern Fig. 444 gehörenden ersten Richtungskörperchens abgebildet, und eben so ist Fig. 448 der Partner zu Fig. 423. Wenn auch im Allgemeinen die Hantelform der Chromosomen unverkennbar ist, so mag ich doch nicht unternehmen, hier über die Zahl etwas auszusagen. Gelegentlich können jedoch die Chromosomen auch im Richtungskörperchen eine regelmäßigere Stellung einnehmen.

Es ist mir nicht zweifelhaft, dass die Chromosomen des ersten Richtungskörperchens eben so gut eine Theilung erfahren, wie auch diejenigen des Spaltkernes. Allerdings habe ich diesen Vorgang hier nicht in allen Übergängen verfolgt, da ich durch die kontinuierliche Beobachtung an Insekten (*Musca*, *Pieris*, *Pyrrhocoris*, *Agelastica*, *Lasius*,

Rhodites) eine genügende Basis gewonnen zu haben glaube, um einigermaßen sichere Analogieschlüsse zu machen. Demnach nehme ich an, dass der Kern des ersten Richtungskörperchens in Fig. 407 seine Theilung vollendet hat: der eine Tochterkern verbleibt im Richtungskörperchen, der andere rückt in den Stiel hinab, welcher das Richtungskörperchen noch mit dem Ei verbindet (Fig. 407). Gleichzeitig hat auch der Spaltkern seine Halbierung vollendet: der Eikern rückt in die Tiefe des Dotters, um mit dem Samenkern zu copuliren, der zweite Richtungskern (*rkII*) dagegen verbleibt in der wandständigen Plasmaansammlung. Man sieht den letzteren unterhalb des ersten Richtungskörperchens liegen, in einem Plasma, welches eine strahlige Beschaffenheit angenommen hat. Ob es bei der Theilung des Spaltkernes zur Ausbildung eines zweiten Thelyid kommt, vermag ich aus Mangel an den betreffenden Stadien nicht zu sagen.

Höchst eigenthümlich ist der Unterschied, welcher besonders in etwas älteren Eiern an den Richtungskernen hervortritt. Die Eier waren etwa fünf Stunden nach der Ablage getödtet. Es zeigt sich nämlich, dass die im ersten Richtungskörperchen verbliebenen Chromosomen (*rk₁*) zwar wohl nahe an einander gerückt waren, aber doch ihre anfängliche Beschaffenheit beibehalten hatten (Fig. 407, 449, 424). Der zunächst in den Richtungkörperstiel, dann in die Oberfläche des Eiplasmas herabgewanderte Abkömmling des ersten Richtungskernes (*rk₂*) wird zuerst bläschenförmig (Fig. 407) und nimmt dann eine homogene Beschaffenheit an (Fig. 449 *rk₂*, 424). Dieser Kern ist deutlich gefärbt, wenn auch nicht mehr so intensiv als derjenige, welcher im Richtungskörperchen selber verbleibt (*rk₁*). Jedenfalls ist die Chromatinsubstanz völlig gleichmäßig in ihm vertheilt, und eine Abgrenzung der Chromosomen sowohl nach innen wie nach außen hin völlig verwischt.

Die bedeutendste Abweichung jedoch zeigt das »zweite Richtungskörperchen« (Fig. 449 *rk₃*). Schon in Fig. 407 war dieser Kern zu einem ovalen Bläschen mit wenigen Chromatinkörnchen umgewandelt. Später befindet er sich näher am Rande und bietet nun die Form einer verhältnismäßig großen kugeligen Blase. Er ist völlig ungefärbt, so dass es immerhin schon einiger Achtsamkeit bedarf, ihn überhaupt wahrzunehmen. Die Beurtheilung wird dadurch erleichtert, dass dieser helle Kern recht scharf gegen die Umgebung abgesetzt ist. Im Inneren desselben können in der hellen Grundsubstanz dunklere Partikelchen gesehen werden (Fig. 449 *rk₃*), oder er kann auch völlig homogen erscheinen (Fig. 424).

Es ist dieser Unterschied in den drei Richtungskernen (Fig. 449 *rk₁*,

rk_2, rk_3) recht bemerkenswerth, weil diese drei Kerne direkt aus den Theilungen eines Mutterkernes hervorgegangen sind. Ist man doch geneigt, die vier ersten Abkömmlinge eines Kernes für einander völlig gleichwerthig anzusehen. Hier dagegen ist der Unterschied sehr erheblich: Die beiden Tochterkerne (rk_1 und rk_2 Fig. 449) des ersten Richtungskernes weichen bereits von einander ab, aber nicht so sehr wie von dem »Vetterkerne« (rk_3 Fig. 449), welcher bereits durch eine Generation von ihnen getrennt ist.

Es fragt sich nun, wie verhält sich der Eikern, welcher ja als nächster Verwandter der drei Richtungskerne hier in Bezug auf seine Ausbildung noch besondere Betrachtung erfordert. Er ist, wie schon theoretisch erwartet werden kann, seinem Schwesterkerne, nämlich dem zweiten Richtungskörperchen (Fig. 449 rk_3), recht ähnlich gestaltet: er ist ebenfalls eine helle Blase ohne jegliches erkennbares Chromatin, aber mit scharfer Abgrenzung gegen die Umgebung. Durch das darüber und darunter liegende Plasma können die Kerne den Anschein erwecken, als wenn sie ziemlich genau die Färbung des Plasmas hätten. Da der männliche Kern dem weiblichen auf diesem Copulationsstadium (Fig. 444, 445) völlig gleicht, so sind sie nicht leicht zu erkennen. In Fig. 407 ist es mir z. B. nicht möglich gewesen, die Geschlechtskerne mit Sicherheit aufzufinden, obgleich sie nach der ganzen Konstellation inmitten des Dotters in der Nähe der dort gezeichneten Strahlenfigur vorhanden sein müssen. Sehr deutlich sind dagegen die beiden Geschlechtskerne in Fig. 408 und 409. Gerade der Umstand, dass hier der weibliche Kern noch gesondert vorhanden ist, giebt eine Garantie dafür, dass der im Randplasma gelegene helle Kern ($RkII = rk_3$) tatsächlich als das »zweite Richtungskörperchen« aufgefasst werden muss.

Wir erhalten also das Resultat, dass die beiden Abkömmlinge des ersten Richtungskernes noch Chromatin führen, während die ihnen gleichwerthigen Kerne, nämlich »zweites Richtungskörperchen« und Eikern, völlig chromatinlos sind auf diesem Stadium (Fig. 408, 409). Nun nehme ich ja an, dass mit der Ausbildung des ersten Richtungskörperchens eine Theilung von ganz besonderer Art vollzogen wurde, welche ich früher als Reduktionstheilung bezeichnete. Man könnte demnach in der verschiedenen Ausgestaltung der beiden Kernpaare nur einen neuen Beweis dafür suchen, dass tatsächlich verschiedenartige Chromosomen einerseits im ersten Richtungskörperchen, andererseits im Spaltkerne vorhanden sein müssten, eine Verschiedenartigkeit, welche sich in der Ausbildung der aus jenen beiden Kernen hervorgegangenen Tochterkernen sofort äußere. Ich glaube jedoch nicht, dass hierin der wahre Grund liegt; denn thatsächlich zeigt sich ja auch zwischen den

beiden Abkömmlingen des ersten Richtungskernes ein auf diese Weise nicht erklärlicher Unterschied (Fig. 419 rk_1 und rk_2).

Ich möchte vielmehr den Unterschied in der Verschiedenheit der Umgebung begründet finden: der äußere Abkömmling des ersten Richtungskernes liegt in dem Plasma des ersten Richtungskörperchens, welches schon äußerlich eine besondere Struktur erkennen lässt und kaum noch sich irgendwie aktiv bethätigen dürfte. Diese Chromatinstanz ist daher fast unverändert. Der zweite Kern (Fig. 419 rk_2) ist dagegen schon an die Oberfläche des Eies herabgerückt, seine Chromosomen sind verschmolzen und der Kern verräth eine Neigung zur Aufblähung. Man möchte fast sagen, dass die Zone, unterhalb welcher die Umwandlung und Aufblähung der Kerne stattfindet, aus der Fig. 419 herausgelesen werden könnte; denn der Kern rk_2 trägt an seiner äußeren Oberfläche ein unverändertes Chromatinkorn, von dem es nicht zu sagen ist, ob es eigentlich dem ersten (rk_1) oder dem zweiten Kern (rk_2) angehört. — Die Aufblähung ist völlig vollendet an denjenigen Kernen, welche ganz und schon seit längerer Zeit im Ei plasma selber liegen, das sind die Geschlechtskerne und das zweite Richtungskörperchen. Die gleiche Beschaffenheit der Grundsubstanz erklärt leicht das sonst räthselhafte Phänomen, dass weit von einander getrennte Kerne dieselben Veränderungen zu gleicher Zeit durchmachen.

Über die Verhältnisse der Samenfäden und Samenkerne kann ich mich kurz fassen, da keine Abweichungen von dem uns von anderen Insekten bereits Bekannten vorliegen.

Die Samenfäden haben nach dem Eindringen in das Ei noch längere Zeit einen fadenförmigen Kopftheil (Fig. 420), besitzen also noch etwa dieselbe Gestalt, wie diejenigen, welche außerhalb des Eies in der Drüsensekretalotte (Fig. 408 *sp*) festgehalten wurden. Im Inneren des Eies habe ich die Samenfäden immer schon tief eingedrungen gefunden, wie sich aus dem Alter der von mir untersuchten jüngsten Eier von selbst ergibt (etwa 3 Stunden alt). Natürlicherweise war auch schon eine erhebliche Plasmaansammlung am Samenfaden vorhanden (Fig. 420).

Nun findet die gewohnte Verkürzung des Samenfadens nach der Basis hin statt (Fig. 410) und das Plasma beginnt Strahlen auszusenden. Ein Arrhenoid als eine deutlich erkennbar helle Substanz habe ich hier nicht bemerkt.

Das Ende der Verkürzung des Samenkernes ist damit gegeben, dass ein ovales Kügelchen vorliegt, welches nun weiterhin sich zu einem schließlich ganz hellen Bläschen umbildet (Fig. 408, 409, 411, 415). In diesem Zustande findet die Copulation mit dem Eikern statt.

Die Strahlung, welche Anfangs den Samenkern allein, nach Hinzutreten des weiblichen Kernes sie beide umgiebt, erreicht eine bedeutende Ausdehnung (Fig. 407, 408, 409). Besonders in der Längsachse des Eies erstreckt sich nach beiden Seiten von den etwa in der Mitte des Eies gelegenen Geschlechtskernen ein langer plasmatischer Fortsatz.

Was die Zahl der Samenfäden anbetrifft, so habe ich auch hier gesehen, dass nur einer oder auch deren zwei zwischen die Dottermassen eindringen, um dort im gleichen Schritt dieselben Veränderungen durchzumachen (Fig. 446, 447).

7. *Lampyris (Lamprorrhiza) splendidula* L.

Tafel XII.

Die Möglichkeit, die Eier unseres Leuchtkäferchens untersuchen zu können, verdanke ich der Güte des Herrn Cand. rer. nat. E. TROBITIUS, welcher mir ein von ihm in Copula gefangenes Pärchen lebend überbrachte. Das Weibchen hat dann in dem Kästchen, in welchem ich es mitsammt dem Männchen untergebracht hatte, am 8. Juli 1888 einen Eihaufen abgelegt. Die Eier waren unregelmäßig über und neben einander abgelegt. Eigenthümlich ist es, dass die Eier nach der Ablage nicht in eine bestimmte Form elastisch zurückfedern; denn von Haus aus kugelig, sind sie außerordentlich plastisch und erleiden bereits durch ihr eigenes Gewicht eine Abplattung gegen die Grundfläche (Fig. 404, 393 g). Hieraus wird es verständlich, dass sie auch durch den Druck der darüber geschichteten Eier eine Gestaltsveränderung erfahren.

Dass die Eier thatsächlich überall sehr plastisch sind, ergiebt sich aus der Lage der Richtungskörperchen. Diese können auf einer abgeplatteten Seite liegen (Fig. 393, 397) oder auf einer gewölbten Fläche (Fig. 398, 404) oder auch an einer Kante (Fig. 395), je nachdem das Ei hier oder dort gedrückt wurde.

Im Übrigen ist das Ei, wie immer, von einem Oolemm, einem Chorion, und außen von einer Drüsensekretthülle umgeben. Durch letztere werden benachbarte Eier mit einander verklebt.

Was den Bau des Eies anbetrifft, so liegt auch hier außen eine Schicht von Plasma (WEISMANN'S Keimhautblastem), innen die natürlich von einem zarten Plasmanetz durchzogenen Dottermassen. Die Dotterkugelchen sind verhältnismäßig klein (Fig. 394 do), nur in einigen Fällen habe ich eine kolossale ungefärbte Dotterkugel in der Nähe der Richtungskörperchen gesehen (Fig. 395 d).

Die jüngsten Eier, welche ich untersucht habe, zeigten die erste Richtungsspindel in jener Ausbildung, welche bei den Insekteneiern, wie wir sahen, überhaupt von längerer Dauer zu sein pflegt. Es waren die Chromosomen bereits nach den Polen aus einander gewichen (Fig. 403) und zwischen den beiden Tochterplatten befand sich, wie gewöhnlich, eine helle Substanz von spindelförmiger Gestalt. An der breitesten Stelle war diese helle Spindel quer durchsetzt von einer feinkörnigen Zellplatte, welche in der Mitte die größte Dicke hatte (Fig. 403).

Diese Kerntheilungsfigur befindet sich in einem plasmatischen Zapfen, welcher so weit über die Oberfläche des Eies vorspringt, dass der weitaus größte Theil der Spindel außerhalb der Grenzlinie des Eies liegt. In anderen Fällen, als dem oben abgebildeten, ist der Zapfen noch länger und die innere chromatische Tochterplatte liegt etwa in einer Flucht mit dem äußeren Kontour des Eies. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass jener Zapfen nicht der freien Oberfläche des Eies aufsitzt, sondern sich aus dem Boden einer Grube erhebt. Es kann dies Verhalten ja gar nicht anders sein, weil das Ei dicht von seinen Hüllen umschlossen wird. Die freie Oberfläche des Plasmazapfens ist auch hier wieder mit einer Art von Wimperbesatz umgeben, wie ich es ähnlich bereits von *Pieris* und *Agelastica* beschrieben habe.

Nun findet die Abschnürung des ersten Richtungskörperchens statt, wohl derart, dass der größte Theil der hellen Spindelfigur mit in das Innere des ersten Richtungskörperchens eingeschlossen wird. Ich habe diesen Vorgang selber aus Mangel an passenden Stadien nicht im Einzelnen verfolgen können, möchte ihn jedoch aus dem Umstande folgern, dass das erste Richtungskörperchen gewissermaßen glatt von der Oberfläche des Eies abgeschnitten wird. Hierbei muss der größte Theil der achromatischen Kernfigur für das Ei verloren gehen und in das Innere des ersten Richtungskörperchens eingeschlossen werden. Würde der plasmatische Zapfen etwa in der Höhe der Zellplatte (Fig. 403) durchschnürt, so müsste nothwendig über den nach innen gewandten Chromosomen ein plasmatischer Höcker bestehen bleiben, von welchem ich jedoch nichts gesehen habe. Andererseits habe ich einmal neben den Chromosomen im Richtungskörperchen eine helle Substanz bemerkt, welche recht wohl von der achromatischen Spindel herkommen und also als Thelyid bezeichnet werden könnte (Fig. 404).

Es wird hier also das erste Richtungskörperchen völlig abgeschnürt. Dieses wird dann besonders deutlich, wenn durch einen Riss der Eihüllen oder dergleichen dem Richtungskörperchen Gelegenheit gegeben

wird, sich etwas weiter von dem Eikörper zu entfernen. Für gewöhnlich liegt es demselben natürlich ziemlich dicht angeschmiegt.

Die im Ei zurückbleibende chromatische Tochterplatte liegt gleich nach der Ablösung des ersten Richtungskörperchens in einer nur geringen Verdickung des Keimhautblastems (Fig. 397, 398 *sk*). Die plasmatische Ansammlung wird jedoch beträchtlicher, wenn die zweite Richtungsspindel gebildet ist (Fig. 404). Auch hier ist jenes Stadium von besonders langer Dauer, in welchem die Tochterplatten bereits getrennt sind und zwischen sich eine helle Substanz haben, entsprechend der Region der Verbindungsfäden (Fig. 404). Dass es zu der Bildung einer förmlichen Zellplatte käme, habe ich an der zweiten Richtungsspindel nicht beobachtet, wohl aber, dass an deren Stelle einige Kügelchen von geringer Färbbarkeit vorhanden sind, welche wohl als Rudiment einer Zellplatte angesehen werden könnten.

Das zweite Richtungskörperchen wird gebildet, indem sich das Plasma abermals in Gestalt eines Zapfens emporhebt (Fig. 394 *IIRk*). Es geschieht das hier jedoch etwas später im Vergleich mit dem ersten Richtungskörperchen. Der Zapfen ist ebenfalls wie mit einem Saume von Wimperhärchen in ganzer Länge besetzt (Fig. 394). In diesem Beispiele ist der Eikern schon fortgerückt und auch der zweite Richtungskern (Fig. 394 *IIRk*) hat sich von der achromatischen Substanz, welche ich als ein schwach ausgebildetes zweites Thelyid bezeichnen möchte (Fig. 394 *II Th*), bereits abgetrennt.

Das zweite Richtungskörperchen wird hier ebenfalls völlig vom Ei abgelöst. Die Durchschnürung findet offenbar derartig statt, dass das zweite Thelyid ganz oder zum größten Theile in das zweite Richtungskörperchen mit aufgenommen wird. Wenn ich auch diesen Vorgang nicht schrittweise habe verfolgen können, so scheint es mir doch aus einem Vergleich von Fig. 394 und 400 hervorzugehen. Man sieht hier, dass das ziemlich große zweite Richtungskörperchen (Fig. 400 *IIRk*) an seiner Basis (d. h. dort, wo es abgeschnürt wurde), von einer ziemlich beträchtlichen Art von Strahlung umgeben ist, und da wir ja bei *Agelastica alni* erfahren haben, dass die Region der Verbindungsfäden mit einem Strahlenkranze umgeben sein kann, so ist auch hier wohl die sonst schwer erklärliche Erscheinung auf das gleiche Princip zurückzuführen (Fig. 400). Späterhin verwischt sich das Bild, dann ist der Kern (*k*) des zweiten Richtungskörperchens (*Rk II*) zunächst von einer dichteren Plasmaschicht (*m*) umgeben und um diese liegt nun eine Hülle (*h*) ganz lockeren und unregelmäßig begrenzten Plasmas (Fig. 404).

Bei der Bildung dieses zweiten Richtungskörperchens bleibt

Anfangs ein kleiner plasmatischer Höcker an der Oberfläche des Eies zurtück (Fig. 404). Er hat an seiner freien Oberfläche wimperartige Fortsätze. Unter ihm hat sich der Eikern formirt als eine kugelige helle Blase. Im Inneren derselben zähle ich in dem in Fig. 404 abgebildeten Falle sechs kugelige Chromosomen, welche je von einem hellen Hofe umgeben sind.

Was die Zahl der Chromosomen überhaupt anbetrifft, so kann ich in Bezug darauf keine ganz feste Angabe machen. Wie gesagt, zähle ich in dem Eikerne Fig. 404 sechs Chromosomen, im Inneren eines ersten Richtungskörperchen lagen deren sieben oder acht vor (Fig. 405). Die Polansicht einer zweiten Richtungsspindel zeigte das in Fig. 396 dargestellte Bild, d. h. vier kreuzförmig gestellte Chromosomen. Ich glaube, dass unter den in Fig. 396 gezeichneten Chromosomen noch einige versteckt sein mögen; doch geht aus dem vorher Gesagten, sowie auch aus einer Betrachtung der Fig. 403 hervor, dass die Chromosomenzahl nur gering ist und sechs bis acht betragen mag.

Ich sagte oben, dass das abgeschnürte zweite Richtungskörperchen aus drei Theilen bestehe (Fig. 404), dem Kerne (*k*), einer dichteren Plasmamasse (*m*) und einer lockeren plasmatischen Hülle (*h*), wenn wir die Stücke von innen nach außen hin aufzählen. Ganz ähnliche Verhältnisse bietet nun auch das abgeschnürte erste Richtungskörperchen (Fig. 405). Auch hier liegt im Inneren einer dichteren Plasmamasse (*m*) die Kernsubstanz (*chr*) und das Ganze ist von einer beträchtlichen Hülle lockeren Plasmas umgeben (Fig. 405 *h*).

Trotz dieser großen Ähnlichkeit des ersten und zweiten Richtungskörperchens giebt es dennoch ein Kriterium, an welchem sie sofort erkannt werden können, das ist die Beschaffenheit der Kerne. Das erste Richtungskörperchen enthält keinen abgerundeten Kern, sondern nur die lockeren Chromosomen (Fig. 405). Diese können wohl einmal zu einem Klumpen zusammengeballt sein, aber auch dann erkennt man noch die Zusammensetzung aus kugeligen Körperchen. — Anders das zweite Richtungskörperchen: In ihm nimmt die Kernsubstanz die Form eines Bläschens an schon bevor der Zapfen sich vom Leibe des Eies gelöst hat (Fig. 394 *IIRK*). Diese Bläschengestalt des Kernes wird auch nach der Abtrennung beibehalten (Fig. 400 *IIRK*), und selbst wenn, wie in Fig. 404 (*k*), der Kern als eine homogene Masse erscheint, anstatt wie sonst aus einer helleren Grundsubstanz und einem chromatischen Netze zu bestehen, so ist doch durch seine gleichmäßige Abrundung die Deutung gesichert.

Die Beachtung dieses Unterschiedes im Baue der Richtungskörperchen ist nach mehreren Richtungen nicht ohne Werth. Zunächst kann

er wichtig werden für die Beurtheilung der Verhältnisse im Ei selbst. So ist z. B. in dem Präparate, welchem Fig. 401 entnommen ist, nur das dort gezeichnete Richtungskörperchen vorhanden. Wie ist nun der im Randplasma des Eies liegende Kern (Fig. 401) aufzufassen? Würde ich das Richtungskörperchen für das erste halten, so läge der äußerst merkwürdige Fall vor, dass die Kernsubstanz im Ei vor Bildung der zweiten Richtungsspindel einen regelrechten Kern formire. Da kommt der Bau des Richtungskörperchens zu Hilfe, aus welchem folgt, dass wir es für das zweite zu halten haben. Das erste mag irgendwie verdeckt sein. Nun folgt, dass der Kern im Randplasma des Eies der Eikern sein muss, von dem wir wissen, dass er z. B. bei *Pyrrhocoris* vor dem Hinabwandern in das Ei ganz diesen Bau besitzt. — Auch die Deutung des zweiten Richtungszapfens (Fig. 394) ist bei Beachtung der Kernverhältnisse eine sichere, selbst wenn das bereits ausgestoßene erste Richtungskörperchen nicht sichtbar sein sollte.

Man fragt natürlich nach dem Grunde der Verschiedenheit zwischen den Kernen der beiden Richtungskörperchen. Da ist zunächst zu bedenken, dass der Kern des ersten Richtungskörperchen dem Spaltkerne gleichzusetzen ist. Nun wird für den Spaltkern immer betont, dass er ausgezeichnet sei durch die Eigenschaft, den Bau eines ruhenden Kernes nicht anzunehmen, sondern seine Chromosomen direkt in eine Theilungsstellung überzuführen. — Es kann also nicht verwundern, wenn der mit ihm völlig gleichwerthige Kern des ersten Richtungskörperchens sich eben so verhält. Auch dessen Chromosomen fügen sich nicht zum Bau eines ruhenden Kernes zusammen. Für die weiteren Veränderungen derselben ist natürlich die frühzeitige Trennung vom Eikörper entscheidend.

Für das zweite Richtungskörperchen liegen die Verhältnisse anders. Der Kern desselben besitzt in gleicher Weise wie sein Partner, der Eikern, die Neigung, sich früh zu einem Bläschen mit Chromatinnetz umzubilden. Es ist die Bläschenform bereits angenommen, bevor das zweite Richtungskörperchen abgeschnürt ist (Fig. 394, 400).

Die beiden Richtungskörperchen scheinen nicht wieder in das Ei aufgenommen zu werden, wenigstens liegen sie zu einer Zeit, in welcher schon zahlreiche Furchungszellen gebildet sind, noch außerhalb des Randplasmas (Fig. 393 *RkI*, *RkII*).

Was die Samenkern betrifft, so ist ihr Verhalten das Gewöhnliche. Nur eine auch sonst von mir hervorgehobene Eigenthümlichkeit besitzen sie in hervorragendem Maße, nämlich zu einer gewissen Zeit, wenn sie noch Fadenform haben, absolut nicht tingibel zu sein. Sie

sind alsdann nicht aufzufinden, obgleich eine plasmatische Strahlung ihre Anwesenheit verräth (Fig. 398). Ich habe in solchen Fällen das Präparat wiederholt mit den verschiedensten Farbstoffen behandelt, mit Boraxkarmin, BÖHMER'schem und EHRLICH'schem Hämatoxylin und Bismarckbraun ohne irgend etwas zu erreichen. Zuweilen dagegen war der Samenfaden schwach erkennbar (Fig. 399, 397 *sp*₁), er konnte gelegentlich auch sich einmal recht intensiv färben (Fig. 406). Andererseits trat im Inneren einer plasmatischen Strahlung wohl nur ein heller Schein auf (Fig. 398), während vom Samenfaden selber nichts zu sehen war. Vielleicht ist dieser helle Schein als die Andeutung eines Arrhenoid aufzufassen. Im Übrigen ist das Arrhenoid als eine besondere Substanz in der Regel nicht erkennbar, wie auch das Thelyid nur eine geringe Ausbildung aufwies.

Da die von mir untersuchten jüngsten Eier in der Entwicklung schon ziemlich vorgerückt waren, so ist es erklärlich, dass die um die Samenfäden sich bildenden Strahlungen stets bereits tief im Dotter angekommen waren. Nur in einem Falle sah ich, dass noch eine Plasmastraße an das Keimhautblastem hin bestand. Dort, wo diese Plasmastraße an das Keimhautblastem anstieß, befand sich im letzteren eine eigenthümliche Einziehung; nicht eine einfache Falte, sondern eine schmale und tiefe Grube, welche mit einer hellen Substanz angefüllt war.

In der Mitte der im Dotter liegenden plasmatischen Strahlungen bilden sich späterhin die copulationsfähigen Samenkerne aus. Es sind das zarte helle Bläschen mit feinsten Chromatinkörnchen, also im Baue auch hier den Eikernen außerordentlich gleichend (Fig. 395). — Ich habe sowohl einen (Fig. 398, 399, 404 *sp*), als auch zwei Samenkerne (Fig. 397, 395 *sp*₁ und *sp*₂) im Ei beobachtet.

Dass Abweichungen bei der Copulation etc. vorkommen sollten, ist nicht anzunehmen. Wenigstens ist aus der Beschaffenheit der Furchungskerne (*fk*) solches nicht zu entnehmen (Fig. 393). Dieselben befinden sich nicht alle auf dem gleichen Entwicklungsstadium (Fig. 393). Auch für sie ist der geringe Reichthum an Chromatinsubstanz charakteristisch.

Erwähnenswerth ist noch, dass das Keimhautblastem zur Zeit der Ausbildung der Geschlechtskerne eine Besonderheit aufweist. Es erstrecken sich nämlich plasmatische Verlängerungen in gewissen Abständen zwischen die oberflächlichen Dotterkügelchen (Fig. 395). Diese plasmatischen Ansammlungen sind auch noch vorhanden, wenn zahlreiche Furchungszellen im Dotter liegen, nur sind sie dann etwas kompakter geworden (Fig. 393). Ich vermuthete Anfangs, dass bereits

Kerne zur Bildung des Blastoderm an den Rand gerückt seien und die plasmatischen Verdickungen erzeugt hätten; doch habe ich keine Kerne in ihnen aufgefunden.

8. *Tenebrio molitor*.

Tafel XI.

Die zur vorliegenden Untersuchung benutzten Eier des Mehlwurmkäfers habe ich im Anfange des Monat August 1888 konservirt. — Die mitgetheilten Resultate verdienen aus dem Grunde ein besonderes Interesse, als sich zeigen wird, dass hier das Thelyid ein sehr eigenthümliches Verhalten zeigt, und zwar sowohl nach Konservirung mit heißem Wasser wie auch nach Anwendung erwärmter FLEMMING'scher Flüssigkeit.

Die Gestalt der Eier erhellt aus dem Längsschnitt Fig. 380 und den Querschnitten Fig. 389, 392. Die Eier sind weich, indem ihr Chorion (Fig. 380 *ch*) von großer Zartheit ist. Mit Hilfe eines Sekretüberzuges kleben sie entweder selber an größeren Gegenständen der Umgebung fest oder diese, z. B. Mehl, heftet sich an ihre äußere Oberfläche an. — Innerhalb des Chorion ist das Ei von einem zarten Oolemm eingeschlossen (Fig. 380 *o*).

Die weiblichen Kerntheile liegen Anfangs im Keimhautblastem etwa um $\frac{1}{3}$ der Eilänge von der vorderen Eispitze entfernt.

Die Bildung des ersten Richtungskörperchens erfolgt in der gewöhnlichen Weise, indem ein plasmatischer Zapfen mit den äußeren Chromosomen im Inneren sich über die Eioberfläche emporwölbt. Jedoch kommt es nicht zu einer völligen Abschnürung des Zapfens, sondern wie bei Agelastica zieht derselbe sich länger aus und legt sich an die Eioberfläche an (Fig. 384). Nur in seltenen Fällen kommt es zu einer unzweifelhaften Abtrennung des ersten Richtungskörperchens vom Eileibe (Fig. 382). Es wurde das von mir nur dies eine Mal beobachtet.

Zwischen den aus einander weichenden chromatischen Tochterplatten tritt eine deutliche Zellplatte (*Kp*) schon frühzeitig auf (Fig. 386, 388), auf Schnitten die Form einer geschlängelten dunklen Linie darbietend. Sie ist sowohl vorhanden, wenn die Eier mit FLEMMING's Flüssigkeit, als auch, wenn sie mit heißem Wasser konservirt wurden (Fig. 384). Es ist wohl kein Zweifel daran, dass wir in ihr und in der nicht sehr stark ausgebildeten hellen Umgebung derselben (Fig. 384) ein Thelyid (*th*) zu erkennen haben.

Dieses Thelyid nimmt an den älteren Eiern, welche mit FLEMMING's

Flüssigkeit konservirt wurden, eine eigenthümliche Beschaffenheit an (Fig. 390 *Th*). Es wird zu einem ziemlich großen Körperchen, welches eine scharf begrenzte Oberfläche hat. Dann buchtet sich die Oberfläche und faltet sich hirntartig (Fig. 384 *th*), so dass dieses Gebilde auch äußerlich eine große Ähnlichkeit mit dem Aussehen mancher »Nebenkerne« bei der Spermatogenese erhält. — Es ist dieses Thelyid in solcher Gestalt zu sehen bis zu der Zeit, in welcher der Eikern gebildet wird (Fig. 382, 383 *th*). Nachher habe ich keine Spur davon mehr auffinden können. Es dürfte aufgelöst sein.

Dass der erste Richtungskern (*RkI*) in allen Fällen eine nochmalige Theilung erleidet, ist nicht wahrscheinlich und möchte ich das in Fig. 385 dargestellte Bild nicht für das Gewöhnliche halten, vielmehr glauben, dass hier nur zufällig einige Chromosomen sich von der Hauptmasse (oben) getrennt haben.

Dagegen theilt sich ganz regelmäßig der Spaltkern (Fig. 384, 384, 390 *Sp*). Die Chromosomen weichen aus einander und formiren sich zu kleinen kugeligen Kernen (Fig. 383), dem zweiten Richtungskern (*RkII*) und dem Eikerne (*Eik*). Die Kerne blähen sich auf, indem die Chromatinsubstanz in Form eines Netzwerkes aus einander weicht (Fig. 382). Schließlich aber schwellen sie stärker auf und werden heller als das umgebende Plasma, indem die Chromatinsubstanz in Gestalt feiner Pünktchen darin sichtbar ist (Fig. 394 *RkII* und *Eik*).

Der zweite Richtungskern rückt alsdann an den Rand des Eies unter den ersten Richtungszapfen. Im Laufe der Weiterentwicklung tritt Chromatin in dem Kerne in größerer Menge auf, und zwar in Gestalt von unregelmäßigen Schleifen (Fig. 385, 387 *RkII*). — Der Richtungszapfen ist in gleichem Schritt niedriger geworden und die Chromosomen des ersten Richtungskernes rücken herab und an den zweiten Richtungskern heran, ohne dass sie jedoch sich zu einem wirklichen Kerne zusammenschließen (Fig. 387).

Die Samenfäden dringen zwischen die Dottersubstanz und veranlassen daselbst die bekannten Plasmazüge. Es stehen dieselben nicht in ganzer Länge mit einander in Zusammenhang, sondern man trifft auf den Schnitten mehr vereinzelt, meist etwas strahlige Ansammlungen von Plasma, wie es in Fig. 392 darzustellen versucht wurde. An oder in nicht umfangreicheren Plasmahäufchen liegen die Samenfäden. In dem zu Fig. 392 benutzten Beispiele sind es deren zwei (*sp*₁ und *sp*₂).

In älteren Stadien sind die von den Bewegungen der Samenfäden herrührenden Plasmaansammlungen meist verschwunden bis auf diejenigen, welche die Samenkerne selber begleiten (Fig. 380 *sp*). Der Kern geht, wie gewöhnlich, aus der Fadenform in die Gestalt eines

ovalen Körperchens über. Dass er sich weiterhin aufbläht und in der schon oftmals beschriebenen Weise mit dem Eikern copulirt, nehme ich auch hier an, wenn ich auch diese Stadien nicht gesehen habe.

Die beiden ersten Furchungskerne sind in Fig. 389 abgebildet. Sie sind noch fast farblos und das Chromatin ist in ihrem Inneren nur unter der Gestalt feinsten Körnchen in einem Netzwerke sichtbar. Dann gehen die Theilungen in gewohnter Weise vor sich und bald erscheint an der Oberfläche des Eies das Blastoderm. Dieses bietet in seiner Ausbildung keine Besonderheiten, nur ist erwähnenswerth, dass im Dotter eine so große Menge von Zellen zurückbleibt, wie ich es bei keinem anderen Insekt gesehen habe.

9. *Adimonia tanacetii* L.

Tafel X.

Die zu den nachfolgenden Untersuchungen herangezogenen Käfer fand ich am 8. September 1889 am hohen Meißner, später bis zum 8. Oktober auch in der Nähe von Göttingen. Die weiblichen Thiere besaßen zu dieser Zeit einen kolossal geschwellten Hinterleib und schritten auch alsbald zur Ablage, wenn ich ihnen *Achillea millefolium* vorsetzte.

Die Eier werden nicht sorgfältig aufgestellt, sondern zu einem nicht sehr großen Haufen aufgethürmt. Sie schwimmen dabei gewissermaßen in einer gleichzeitig mit abgesonderten gelblichen stark klebenden Flüssigkeit. So fließt das Gemisch wie ein zäher Brei aus einander. Ist die Flüssigkeit, welche die Eier bedeckt und verbindet, Anfangs von einer hellen gelblichen Farbe, so beginnt sie nach etwa 45 Minuten dunkler zu werden. Die Dunkelung nimmt zu, wie gleichzeitig die Masse erhärtet. Schließlich erscheinen die Eier wie in einem schwarzen Lack eingeschlossen.

Das Drüsensekret erhärtet in eigenthümlicher Weise, so dass man auf Schnitten dasselbe in Lamellen angeordnet sieht, welche kammförmige Seitenzähne tragen. Bei durchfallendem Lichte erscheinen dieselben bräunlich gelb.

Die Eier haben eine ellipsoide Gestalt (Fig. 348), sind außer dem Drüsensekrete von einem verhältnismäßig derben Chorion (Fig. 348 *ch*) und einem zarten Oolemm (*o*) umhüllt. Sie bieten den gewöhnlichen Bau: außen ein deutliches Keimhautblastem, innen das kuglige Dottermaterial von gewöhnlicher Beschaffenheit. Jedoch habe ich an solchen Eiern, welche mit der starken FLEMMING'schen Flüssigkeit konservirt waren, die Verbreitung eines plasmatischen Netzwerkes durch die gesammte Dottersubstanz hier mit solcher Deutlichkeit gesehen, wie sonst

nirgend (Fig. 349). Vielleicht sind die Dotterkörner durch die Behandlung etwas geschrumpft, obgleich sie genaue Kugelgestalt behalten haben; oft haben sie mehrere runde Vacuolen im Inneren. Jedenfalls liegen sie verhältnismäßig locker und lassen daher zwischen sich die zarten plasmatischen Maschenwände wahrnehmen. Die Maschen sind eckig und von ganz verschiedener Größe (Fig. 349). An den Plasmafäden lassen sich dickere und dünnere Stellen unterscheiden. Ich spreche von Fäden, weil ich nicht den Eindruck bekommen habe, als ob wir es hier mit Lamellen zu thun hätten.

Die Plasmafäden verbinden sich einerseits mit dem Keimhautblastem, andererseits mit größeren Plasmaanhäufungen im Inneren des Dotters. Eine solche von einem eingedrungenen Samenfaden herführende Plasmaansammlung ist bei *x* (Fig. 349) im Schnitt getroffen. Man kann sich aus diesem Bilde recht wohl vorstellen, wie das durch den Reiz des Samenfadens neu gebildete Plasma nach der Stelle des Reizes hinströmen kann.

Die erste Richtungsspindel liegt etwa in der Mitte der Eilänge in einer etwas verdickten Stelle des Keimhautblastems (Fig. 348). Sie hat eine recht ähnliche Form wie diejenige von *Agelastica alni*, d. h. die Chromosomen sind polwärts zusammengerückt und die helle Teilungsfigur ist in der Äquatorialgegend verbreitert und dort von einer deutlichen Zellplatte durchsetzt (Fig. 348).

Lag die geschilderte Figur Anfangs unterhalb des Niveaus der Eioberfläche, so treibt sie dieselbe doch bald in der bekannten Weise auf. Gleichzeitig kommt es in der Umgebung zu einer geringen Einsenkung (Fig. 350). Schließlich liegt die äußere Reihe der Tochterchromosomen an der Spitze eines ziemlich weit vorgeschobenen Plasmazapfens (Fig. 353). In der Fig. 353, welche mit FLEMMING'S Flüssigkeit konservirt wurde, bemerkt man in der Mitte des Zapfens eine dichtere Zone. Ob das nur geschrumpftes Plasma ist, oder ob es auf Rechnung der Verbindungssubstanz gesetzt werden muss (also ein Thelyid repräsentirt), vermag ich nicht sicher zu sagen, obgleich ich Letzteres vermüthe. Bemerkenswerth ist noch an Fig. 353 der gewissermaßen wollige Überzug des Richtungszapfens. Setzt sich dieser Pseudopodienbelag auch noch eine Strecke weit auf das Ei fort, so habe ich doch auf der übrigen Oberfläche desselben keine deutlichen Pseudopodien beobachten können.

Die Chromosomen des Spaltkernes sind tiefer in das Ei gerückt und haben bereits wieder die Theilstellung zur Bildung des zweiten Richtungskörperchens inne. Die einzelnen Stufen in der Ausbildung desselben habe ich nicht verfolgt, da das Aussehen der von mir

beobachteten späteren Stadien so sehr mit dem von mir schon öfter geschilderten Verhalten übereinstimmt, dass keine Abweichungen von der Regel vorkommen dürften.

Das zweite Richtungskörperchen liegt zu der Zeit, wenn die Geschlechtskerne copuliren, als ein wohl umgrenztes Kernbläschen unterhalb des ersten Richtungszapfens. Dann theilt sich die Kernsubstanz des letzteren in zwei Portionen, die untere formirt sich ebenfalls zu einem Kernbläschen ($r\bar{k}_2$) und rückt hinab zu dem zweiten Richtungskerne ($r\bar{k}_3$), an welchen es sich dicht anlegt (Fig. 354). Die obere Portion der Chromosomen verbleibt einstweilen in der Spitze des ersten Richtungszapfens (Fig. 354 $r\bar{k}_1$).

Die Samenfäden dringen etwas seitlich von dem oberen Eipole zwischen die Dottersubstanz, indem eine Plasmastraße ihren Weg kenntlich macht (Fig. 348 *sp*). Anfangs haben sie noch die Fadengestalt, dann aber, wenn sie sich tiefer zwischen die Dotterkörner begeben, beginnt ihr Kopftheil sich in der schon öfter geschilderten Weise zu verkürzen (Fig. 354). Auch hier² ist es mir geglückt, zu beobachten, dass noch ein längeres Stück des Schwanzfadens an dem tief eingedrungenen Samenfaden erhalten war (Fig. 354). — Das Ganze ist von einem ansehnlichen Plasmahofe umgeben, eine Strahlung habe ich jedoch andeutungsweise an der Grenze von Kopf und Schwanz beginnen sehen. Auch hier habe ich öfter in der Dottersubstanz zwei eingedrungene Samenfäden beobachtet (Fig. 350 sp_1 und sp_2).

Die Geschlechtskerne sind einander auf gewissen Stadien der Copulation außerordentlich ähnlich. Sie haben gleiche Größe und platten sich an der Berührungsstelle an einander ab (Fig. 352). Das Chromatin ist in unregelmäßigen Bröckchen in ihnen vertheilt. Äußerst auffällig ist aber die Plasmastrahlung, welche von zwei gegenüberliegenden Stellen ihrer Berührungsebene ausgeht. Die Strahlen sind nicht sehr zahlreich, sie bestehen aus feinkörnigen in ganzer Ausdehnung etwa gleich dicken Plasmastreifen und haben eine ganz erstaunliche Länge. Dort wo sie alle jederseits zusammentreffen, findet sich nur eine geringe Plasmaanhäufung. Deutliche Centrosomen habe ich jedoch trotz Konservirung mit FLEMMING'S Flüssigkeit nicht bemerken können.

Durch Theilung bilden sich aus ihnen die Furchungskerne in gewohnter Weise.

Was die Zahl der Chromosomen anbelangt, so habe ich dieselbe an meinem Materiale nicht genau feststellen können. Nur so viel kann ich sagen, dass dieselbe nicht gering ist und dass bei Bildung des ersten Richtungskörperchens mindestens 42 Chromosomen vorhanden sind.

10. *Crioceris asparagi* L.

Tafel XII.

Die von mir untersuchten Eier sind in der Zeit vom 24.—23. Mai 1890 abgelegt worden. Das Weibchen stellt dieselben senkrecht an die Spargelblätter, aber auch an Blütenknospen und Blütenstiele vereinzelt auf. Es hält sich daselbst fest und zwar stets derart, dass der Hinterleib nach außen, der Spitze des Zweiges zugewandt ist. Dann macht das Thier mit seiner kurzen vorstreckbaren Legeröhre wippende Bewegungen. Nach und nach bekommt das Ende derselben ein gelbliches Ansehen, dann tupft das Thier damit gegen den Zweig und heftet das durch die wippenden Bewegungen herabgeförderte Ei mit der Spitze an den Zweig. Durch ein Drüsensekret klebt das Ei fest, das Weibchen zieht nun langsam den Hinterleib fort und das auch völlig von dem klebrigen Überzuge eingehüllte Ei sitzt an der Unterlage.

Nun rückt das Thier einen Schritt abwärts vor, gewöhnlich etwa eine halbe Eilänge und bereitet eine neue Ablage vor. In drei beobachteten Fällen verstrichen zwischen der Ablage zweier Eier 2—2 $\frac{1}{2}$ Minuten, in welcher Zeit das Weibchen 22 mal mit der Legeröhre vor und zurück gewippt hatte. Auch hin- und herdrehende Bewegungen werden mit der ausgestreckten Legeröhre ausgeführt.

Das Weibchen legt in einer Sitzung meist nur drei oder vier Eier, höchstens deren sieben, ab, dann läuft es fort.

Das Ei erhält durch das Drüsensekret meist einen besonderen Fuß, mit dem es an dem Substrat festsetzt (Fig. 424 *df*). Von da erstreckt sich das Sekret in ziemlich gleichmäßiger Dicke über das Ei und ist nur an dem freien Mikropylenpole etwas dicker (Fig. 424 *m*). Während es Anfangs gelblich war, wie das Ei, dunkelt es beim Eintrocknen beträchtlich und bekommt dabei Vacuolen.

Das Chorion ist sehr zart und unter dem Drüsensekrete nur mit starker Vergrößerung zu sehen. Auch das Oolemm ist sehr dünn (Fig. 424 *o*).

Merkwürdig ist die Ausbildung der Mikropylen. Während dieselben für gewöhnlich an den Eiern der Käfer außerordentlich undeutlich sind oder wohl ganz fehlen, sind sie hier verhältnismäßig groß. Ich habe dieselben in Fig. 426 von der Innenseite des Eies her abgebildet. Man bemerkt fünf chitinartige Zapfen, welche mit dickerer Basis an der Eischale entspringen und dann in einen dünneren Fortsatz übergehen. Fig. 427 zeigt einige Mikropylen im Schnitt, bei *sp* scheint in einer derselben ein Stück von einem Samenfaden zu stecken. Die Mikropylen durchsetzen natürlich nur das Chorion, die Hauptmasse der

Hülle bildet das erhärtete Drüsensekret (*dr*), welches gerade über den Mikropylen einige größere Vacuolen (*v*) enthält.

Die Richtungsspindeln bilden sich fast in der Mitte der Eilänge (Fig. 424 *rm*). Die erste Richtungsspindel liegt in einer etwas verdickten Stelle des Keimhautblastems, von dem aus sich ein deutlich wahrnehmbares Plasmanetz zwischen die kugligen Dotterkörner erstreckt. Mit dem ersten Richtungskörperchen werden acht Chromosomen abgeworfen, während acht hantelförmige Chromosomen im Ei verbleiben (Fig. 428). Das erste Richtungskörperchen besteht aus einem sich schwächer färbenden Plasma, doch kommt es auch hier nicht zu einer völligen Abtrennung desselben. Wenigstens habe ich später gesehen, dass die Richtungskerne wieder in dem Randplasma des Eies liegen (Fig. 425 *rm*). Der erste Richtungskern dürfte sich auch hier theilen, wenigstens fasse ich den Kern links (Fig. 425), welcher zwei Reihen von Chromosomen enthält, für ein Copulationsprodukt zwischen dem zweiten Richtungskerne und einem Abkömmling des ersten Richtungskernes auf, während der Kern rechts (Fig. 425) den anderen Abkömmling des ersten Richtungskernes darstellt. Später verschmelzen wohl alle drei Richtungskerne zu einer gemeinsamen Masse (Fig. 424 *rm*).

Die Samenfäden dringen seitlich von der Spitze zwischen die Dottermassen.

Die ersten Furchungszellen stellen sich etwa in der Höhe der Richtungskerne ein und verbreiten sich von hier (Fig. 424). Charakteristisch ist es, dass dieselben durchaus nicht alle auf dem gleichen Theilungsstadium sich befinden, sondern dass man alle Stadien neben einander zu Gesicht bekommen kann. Auffallend sind die großen Attraktionsphären z. Z. der Metakinese. Es sind runde Körperchen mit feinen Körnchen im Inneren, welche in der Mitte der plasmatischen Strahlenfigur an jedem Pole liegen und zwischen sich die Reihe der Chromosomen haben (Fig. 424).

11. *Lina aenea* L.

Tafel XII.

Die Thiere wurden von mir Ende Mai 1890 zusammen mit *Agelastica alni* auf Erlen gefangen und legten alsbald ihre Eier ab, ohne dass die Weibchen durch einen besonders stark geschwellten Hinterleib irgend wie das vorher angedeutet hätten. Darin unterscheiden sie sich also von *Agelastica*. Die Eier haben die Form wie bei letzterem Thiere, also ellipsoidisch, sind jedoch nicht unerheblich größer, etwa $1\frac{1}{2}$ mm lang und vielleicht halb so breit an der breitesten Stelle. Dieselben

werden nicht gleichmäßig auf dem Blatte aufgestellt, sondern mehr in Form eines Haufens neben, aber auch über einander und lagen vielfach auf der Seite.

Der Bau des Eies ist wie gewöhnlich. Außen ein zartes Chorion, welches von einem stark vacuolisirten hellen Drüsensekret umhüllt wird, nach innen eine sehr dünne Dotterhaut bilden die Umhüllung desselben. Das Keimhautblastem und die Dotterkügelchen haben etwa die Beschaffenheit wie bei *Agelastica*; jedoch ist hervorzuheben, dass auch hier am hinteren Eipole, ähnlich wie bei *Lasius niger*, sich innerhalb vom Keimhautblastem, und davon getrennt eine eigenthümliche Plasmazone befindet, welche aber an ihren Enden in das Keimhautblastem übergeht.

Der Kern des Eies hat seinen ursprünglichen Sitz unweit der Mitte an der Längsseite, wenigstens schließe ich das aus dem Umstande, dass ich in älteren Eiern die Richtungskernmasse, welche aus einem Häufchen hantelförmiger Chromosomen bestand, dort aufgefunden habe. Auch habe ich gesehen, dass die Samenfäden mit ihrer Strahlung bis zu diesem Punkte vordringen.

Bemerkenswerth ist noch, dass die ersten Furchungszellen in der Theilung sich durch außerordentlich deutliche Attraktionssphären (ohne erkennbare Centrosomen) mit starker Plasmastrahlung auszeichnen (Fig. 430). Während die Kernmembran noch erhalten ist, sitzen derselben zwei etwas zugespitzte gegenüberliegende Punkte der Kernmembran dicht an (Fig. 430). Ich erwähne dieses Stadium besonders aus dem Grunde, weil trotz des Vorhandenseins der Kernmembran und obgleich keine Spindelfäden vorhanden sind, die Chromosomen sich innerhalb des fast homogenen Kernes zu einer Äquatorialplatte angeordnet haben (Fig. 430). Es weist das darauf hin, dass unter dem Einfluss der Chromosomen der Kern selber wohl die Fähigkeit besitzen müsse, die Chromosomen in richtiger Weise aufzustellen. Später ist die Membran verschwunden und an die Chromosomen setzen sich Spindelfäden an von ähnlicher Beschaffenheit wie diejenigen, welche ringsum von den Attraktionssphären ausstrahlen.

12. *Gastroides polygoni* L.

Tafel XI.

Am 22. August 1894 wurde von mir ein Weibchen dieser Käferart in der Nähe Göttingens gefangen, welches ein ganz mächtig aufgetriebenes Abdomen besaß. Ich setzte das Thier auf *Polygonum aviculare*, von deren Blättern es sofort fraß und alsbald auch mit dem Ablegen der

Eier begann. Das Thier producirte alle 2—3 Minuten ein Ei und legte dieselben auf die Unterseite der Blätter und zwar auf die Seite. Sie klebten durch das Drüsensekret an die Blattfläche an.

Wenn das Thier ein Ei gelegt hatte, so bewegte es das Abdomen etwas hin und her, als wolle es die Eier in die Tuben schütteln. Dann streckte sich das kurz legeröhrenartig zugespitzte Hintertheil vor und das Ei erschien. Merkwürdig ist es, dass das Thier etwas zauderte, sobald das Ei mit der Spitze erschienen war, als sollte den Samenfäden Zeit gelassen werden, einzudringen. Dann aber zog sich die Legeröhre rasch über das Ei fort.

Im ersten Satze legte das Thier 14 Eier auf ein Blatt, welche etwa $\frac{1}{8}$ der Blattunterseite bedeckten. Es ist das von Interesse in Bezug auf das Quantum von Nahrung, welches den ausschlüpfenden Larven sofort dargeboten ist. Auf einem zweiten Blatt wurden 24 Eier niedergelegt, einige derselben lagen über einander. Diese beiden am 24. August abgelegten Eihaufen schlüpften beide aus am 31. August, also nach sieben Tagen. Am 3. September legte das Thier, welches inzwischen auf trocken gewordenen Pflanzen gesessen hatte, nach Empfang frischer Nahrung auf ein Blatt abermals 23 Eier ab. Diese wurden zur Untersuchung benutzt, indem sie um 4 Uhr konservirt wurden, nachdem die Ablage die Zeit von 11 $\frac{1}{2}$ bis 12 $\frac{1}{2}$ Uhr in Anspruch genommen hatte.

Die Eier sind etwas über 1 mm lang und halb so breit, dabei in der Mitte am dicksten, also ellipsoidisch. Sie sind gelb und durchscheinend.

• Ihr von dem Drüsensekret überzogenes Chorion ist sehr zart, während die Dotterhaut hier deutlicher ist und fast die Dicke des Chorions erreicht. Das Keimhautblastem ist verhältnismäßig stark ausgebildet und am Hinterende des Eies findet sich ebenfalls eine eigenthümliche Plasmalamelle innerhalb desselben, ähnlich wie bei *Lasius* und *Lina aenea*. — Der Dotter hat dieselbe Beschaffenheit wie bei *Agelastica*. Die kleinsten Kügelchen liegen peripher.

Der Kern liegt etwa in der Mitte der Längsseite. Ich fand daselbst einmal ein Häufchen unregelmäßiger Chromosomen in einer hellen Vacuole, wohl ein pathologischer Fall. Im Übrigen habe ich noch die Bildung des ersten Richtungskörperchens gesehen. Sie erfolgt, wie gewöhnlich, indem ein Plasmazapfen sich über die Oberfläche vorschiebt, welcher an der Spitze die zu eliminirenden Chromosomen trägt (Fig. 365 *R/I*). Bemerkenswerth ist die deutliche Ausbildung eines Thelyid. Es ist das eine helle Vacuole, welche eine dunklere krümelige Masse, wohl die Reste der Zellplatte und Verbindungsfäden, ent-

hält (Fig. 365 *th*). Nach innen davon liegt der Spaltkern (*Sp*). Diese Theile sind von einer beträchtlichen Plasmaansammlung umgeben.

Ich will nicht versäumen, hervorzuheben, dass ich in den vier von mir geschnittenen Eiern keine Samenfäden gesehen habe.

Litteratur über Coleoptera.

HEIDER (34) giebt an, dass an den großen Eiern von *Hydrophilus piceus* eine Mikropyle in Gestalt einer trichterförmigen Einsenkung in der Mitte des vorderen Poles vorhanden sei.

»Die« Richtungsspindel wird bereits vor der Ablage des Eies so weit vollendet, dass die beiden Tochterkernplatten von einander getrennt sind. HEIDER betont, dass er öfter »aufs deutlichste eine zwischen beiden Tochterplatten der chromatischen Figur sich ausdehnende Mittelplatte der achromatischen Figur« erkannte. Nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde ist »das« Richtungskörperchen nach außen befördert und liegt frei in einer Grube des Randplasmas.

Da HEIDER nur diesen einen Richtungskörper auffand, hielt er ihn für die vereinigte Masse der zwei zur Abscheidung kommenden Richtungskörperchen. In der Nähe desselben, in einer Plasmainsel am Rande des Eies, erwähnt nun HEIDER einen großen, bläschenförmigen Kern, den er für den ♀ Pronucleus hält. Er vermuthet, dass die Befruchtung durch den von ihm nicht gesehenen ♂ Vorkern hier am Rande stattfinde und dass erst »der aus dieser Vereinigung hervorgegangene erste Furchungskern« (?) die Wanderung ins Innere des Dotters antrete.

Nach meinen Erfahrungen halte ich die oben erwähnte Richtungsspindel für die erste und »das« Richtungskörperchen ebenfalls für das erste. Was HEIDER für den Eikern ansieht, betrachte ich als zweites Richtungskörperchen. Wenn HEIDER den ♂ Vorkern nicht gesehen hat, so ist die Gefahr nicht gesehen zu werden, für den ♀ Vorkern noch erheblich viel größer; denn ersterer dürfte auch hier kaum völlig einer Strahlung entbehren. Ich nehme also an, dass auch hier, wie bei allen von mir beobachteten Insekteneiern, ♂ und ♀ Vorkern im Inneren der Dottersubstanz vorhanden sein werden, woselbst sie aufzufinden allerdings bei den großen Eiern von *Hydrophilus* nicht ganz leicht sein dürfte. — Besonders betonen möchte ich noch, dass das zweite Richtungskörperchen (nach meiner Auffassung) von HEIDER als ein äußerst schwach gefärbtes Bläschen mit nur einem Pünktchen im Inneren gezeichnet ist (l. c. Taf. IV, Fig. 33), auch erwähnt derselbe von den Blastodermkernen, dass diese »zunächst als ganz homogene Bläschen« erscheinen. »In späteren Stadien dagegen tritt das Kerngerüst deutlicher hervor« (p. 47).

WHEELER (74) hat den Aufbau der ersten Richtungsspindel von *Doryphora decemlineata* (p. 346 ff.) beschrieben. Auf die unwahrscheinlichen Angaben in Bezug auf die Veränderung des Kernes im noch nicht ganz reifen Ei, dass nämlich acht Chromosomen in den Dotter gehen und verschwinden, während der Rest sich zur Spindel umformt, gehe ich nicht näher ein. Interessant ist jedoch seine Fig. 59 und die Angabe, dass das Chromatin in perlschnurartiger Anordnung die Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel aufbaut. Aus Fig. 59 geht hervor, dass thatsächlich drei Chromatinkörnchen in der Achse der Figur hinter einander liegen. Füge ich hinzu, dass aus der späteren Fig. 60 hervorgeht, dass außerordentlich deutliche Verbindungsfäden vorhanden sind, nachdem die Tochterplatten aus einander gerückt sind, Verbindungsfäden, welche in der Mitte deutlich verdickt sind (being noticeably thickened), so ist es wahrscheinlich, dass die mittleren Chromatinkörnchen der Fig. 59 nichts Anderes sind, als die noch komprimirten Verbindungsfäden. Eine ähnliche Bildung habe ich bei *Agelastica alni* vermuthet und in Fig. 124, 125, 132 (Taf. V) abgebildet. Bei *Pieris brassicae* habe ich es als ganz sicher festgestellt (36).

IV. Hymenoptera.

13. und 14. Die ersten Entwicklungsvorgänge in den befruchteten und unbefruchteten Eiern von *Lasius niger* L.

Mit Tafel VIII—X.

I. Befruchtete Eier.

Eine Anzahl weiblicher *Lasius niger* wurden von mir nach ihrer Rückkehr vom Hochzeitsfluge eingefangen und legten nach und nach eine größere Zahl von Eiern ab. Da die Thiere bei dem Legeakte kaum beobachtet werden können, so kann ich über das Alter der einzelnen Stadien keine genaueren Angaben machen.

Die Eier, welche ich erhielt, waren von ungleicher Größe. Ich fand kleinere ovale neben größeren nierenförmigen. Einen Unterschied in der Entwicklungsfähigkeit und Entwicklungsart zwischen diesen beiden Formen habe ich jedoch nicht bemerken können.

Die Eier weichen von dem gewöhnlichen Schema nicht ab: Ein ziemlich gut entwickeltes Keimhautblastem schließt die Dottermassen ein. Das Oolemm ist zart und auch das Chorion recht dünn. Letzteres trägt nur am oberen Pole eine geringe langsam ansteigende Verdickung und in ihr befinden sich die Mikropylen.

1. Bildung der Richtungskerne.

Die erste Richtungsspindel tritt uns bei *Lasius* an den abgelegten Eiern in jener Gestalt entgegen, welche auch bei den übrigen Insekten von besonders langer Dauer war. Es sind nämlich die Chromosomen bereits zu den Tochterplatten aus einander gewichen (Fig. 254). Die Chromosomen erscheinen stäbchenförmig oder kugelig. Zwischen den Tochterplatten ist eine zarte Streifung als Andeutung der Verbindungsfäden zu betrachten und in der Mitte der Figur macht sich eine Zellplatte in Gestalt einer gestreiften verhältnismäßig hohen und etwas abweichend gefärbten Lamelle bemerklich.

Diese Lamelle besteht aus neben einander gestellten Stäbchen, welche in jüngeren Spindeln verhältnismäßig sehr lang sind (Fig. 281). Zu zählen sind dieselben nicht, jedoch habe ich den Eindruck, dass ihre Anzahl erheblich größer ist als diejenige der Chromosomen. An gut gefärbten Präparaten sieht man, dass einige der Stäbchen stärker gefärbt sind als die übrigen. Sie erstrecken sich seitlich oft erheblich über die Reihen der Chromosomen hinaus. — Zwischen ihnen und den Chromosomen habe ich gelegentlich noch getrennte Körnchen bemerkt, wie es in Fig. 281 gezeichnet ist. In älteren Spindeln sind die Stäbchen der Kernplatte beträchtlich zusammengeschrumpft (Fig. 282), so dass die von ihnen gebildete Zellplatte zwar wohl noch die gleiche seitliche Ausdehnung besitzt, aber längst nicht mehr dieselbe Höhe wie früher.

Die meisten Chromosomen in den Tochterplatten der Fig. 282 sind hantelförmig gestaltet. In der äußeren Tochterplatte habe ich deren zehn gezählt, wie denn überhaupt die Zahl zehn von mir öfter in den Äquatorialplatten der Richtungskerne festgestellt wurde.

Die Abschnürung des ersten Richtungskernes und des Spaltkernes erfolgt in ähnlicher Weise, wie ich es bereits bei *Pyrrhocoris* geschildert habe. Es setzt die Furche, welche die beiden Kerne von der Spindel abtrennt, zwischen der Zellplatte einerseits und den beiden chromatischen Tochterplatten andererseits hindurch. Das Resultat dieses Vorganges ist in Fig. 283 abgebildet. Jederseits ist ein verhältnismäßig großer Kern zur Abschnürung gelangt, während zwischen denselben die Zellplatte mit einer Umgebung der hellen Spindelsubstanz übrig geblieben ist. Letzteres repräsentirt das Thelyid. Dieses Thelyid bleibt in der Nähe des ersten Richtungskernes liegen, während der Spaltkern ein wenig tiefer in das Ei hineinrückt (Fig. 256 sk).

Jetzt erfolgt eine Theilung sowohl des ersten Richtungskernes als auch des Spaltkernes (Fig. 284) und zwar geschieht die Theilung etwa gleichzeitig. Ich fasse diese Theilungen als Äquationstheilungen auf,

da ich in günstigen Fällen habe beobachten können, dass in den Tochterkernen keine Verminderung der Chromosomenzahl stattgefunden hat. Die beiden Mutterkerne, d. h. erster Richtungskern und Spaltkern, resp. deren Abkömmlinge, sind auch jetzt noch durch das meist sehr deutliche erste Thelyid (Fig. 284 *Th*) von einander geschieden.

Die Theilung der Kerne geschieht, indem sie sich etwas in die Länge strecken und zuspitzen (Fig. 256); dann schnüren sich die Chromosomen durch, indem zwischen je zweien derselben ein gefärbter Verbindungsfaden auftritt, welcher zuweilen noch deutlich sichtbar ist, wenn die Tochterplatten schon weit aus einander gerückt sind (Fig. 284, 257). In dem hier abgebildeten Beispiele habe ich sogar beobachtet, dass ein Verbindungsfaden von dem unteren Abkömmlinge des ersten Richtungskernes hinüberzog nach einem Chromosom des zweiten Richtungskernes. Es passirte also dieser Verbindungsfaden die Region des hier schwach sichtbaren ersten Thelyid, zu dessen Bezirk er natürlich zu rechnen ist.

Es rücken nun die Tochterchromosomen beiderseits aus einander: die Chromosomen, welche den Eikern formiren werden, wandern in der Richtung nach dem Einneren zu, diejenigen des zweiten Richtungskernes streben nach außen. Ihnen kommen aber von oben her entgegen die Chromosomen, welche den unteren Abkömmling des ersten Richtungskernes bilden sollen, während dessen oberer Abkömmling nach dem Rande zu wandert. Man kann diese vier Gruppen von Chromosomen an der (auffallend schräg liegenden) Richtungskernfigur in Fig. 258 deutlich erkennen.

Es sind auf dem nun folgenden Stadium mit besonderer Deutlichkeit in den Präparaten zu sehen die Chromosomen des unteren Abkömmlings vom ersten Richtungskern und die Chromosomen des zweiten Richtungskernes. Dieselben wanderten ja bei der Theilung ihrer Mutterkerne auf einander zu und liegen nun auch thatsächlich nahe bei einander (Fig. 286 und Fig. 304 *RkI* [2] und *RkII*). Sie werden nur noch getrennt durch das erste Thelyid, welches ja bereits vorher den Bezirk des ersten Richtungskernes nach unten abgrenzte (Fig. 283 *Th*). Die beiden Kerne schmiegen sich dem ersten Thelyid sehr eng an (Fig. 286, 304), und jedenfalls enger als vorher (Fig. 283, 284).

Die Chromosomen dieser beiden Kerne bleiben getrennt von einander. Sie sind von einem hellen Hofe umgeben, welcher jedoch nicht durch eine scharfe Begrenzung von dem Plasma getrennt ist, sondern unmerklich darin übergeht (Fig. 286). — Anders verhalten sich in Bezug auf den ersten Punkt der äußere Kern des ersten Richtungskörperchens und der Eikern, also die beiden Endkerne des Richtungskernsystems.

In ihnen ballen sich nämlich die Chromosomen sehr rasch nach der Kerntheilung eng an einander (Fig. 286, 259, 260). Anfangs kann man an diesen Haufen die ursprüngliche Zusammensetzung aus den einzelnen Chromosomen noch an der warzenförmigen Oberfläche errathen. In dieser Gestalt trennt sich der Eikern (*Eik*), umgeben von einer verhältnismäßig großen Plasmamasse (Fig. 261), von der für die Richtungskerne und den Eikern bisher gemeinsamen Verlängerung des Randplasmas ab und wandert in die Tiefe des Eies.

Von der Ausbildung eines zweiten Thelyid habe ich nichts bemerkt.

Wenn der Eikern sich eine Strecke von der plasmatischen Randverlängerung entfernt hat, verstreichen die Vorrangungen, welche die Chromosomen bisher an der Oberfläche bildeten und der Kern nimmt eine ovale Gestalt an mit glatter Kontour (Fig. 288). Der Kern wird gleichzeitig nicht unerheblich heller, indem nur die äußere Hülle und einige Körnchen und Züge im Inneren die alte intensive Färbung beibehalten. Dann bemerkt man wie der Kern größer wird (Fig. 289), und schließlich sein Volum durch Substanzaufnahme um ein Vielfaches vermehrt (Fig. 294). Im Allgemeinen behält er dabei das Aussehen, welches er gleich nach seiner Formirung (Fig. 288) zeigte, jedoch ist auch die färbbare Substanz in seinem Inneren etwas voluminöser geworden.

Wenn der Eikern zur Copulation schreitet, vertheilt sich die eben erwähnte färbbare Substanz gleichmäßiger und der Kern nimmt noch etwas an Volumen zu. Dann rückt er tiefer in das Ei und begiebt sich auf den Spermakern zu, welcher, wie gewöhnlich, von einer plasmatischen Strahlung umgeben ist. Auch in diesem Falle dürfte der Eikern, wenn überhaupt, so nur ein ganz geringes Quantum von Plasma zur Copulation mitbringen (Fig. 294, 262), wenn er auch Anfangs von einer größeren Menge umgeben war (Fig. 261).

2. Die Samenfäden im Ei.

Die Samenfäden dringen auch bei *Lasius* zu mehreren in das Randplasma ein und zwar in der Nähe des Eikernes resp. der ersten Richtungsspindel noch in der etwas verbreiterten Spitze des Eies. Der Kopftheil derselben hat die bekannte Nadelform und ist deutlich gefärbt. An seinem hinteren Ende ist öfter ein kurzes Ende des Schwanzfadens in Gestalt einer zarten blassen Linie mit guten Linsen und bei günstiger Beleuchtung zu sehen (Fig. 254, 294, 295, 315).

Die Mikropylen sind sehr eigenthümlich gebaut und sehr abweichend von dem bei anderen Insekten Bekannten. Es ist nämlich das Chorion an der Spitze des Eies etwas verdickt. Diese verdickte Stelle

ist an der Oberfläche etwas rauh und wie grubig (Fig. 278 u. 279) und außerdem bemerkt man zarte Höhlungen von verschiedenem Kaliber im Inneren dieser verdickten Stelle. An ihrer Oberfläche bekommt man oft Samenfäden zu Gesicht, deren Kopftheil stark gefärbt ist und dadurch von einem gelegentlich mit erhaltenen zarten Schwanzfaden leicht unterschieden wird.

Dass die Samenfäden thatsächlich an dieser Stelle in das Ei eindringen, darauf deutet schon der Umstand hin, dass ich sie an der Oberfläche von konservirten Eiern stets nur hier gefunden habe. Ich bilde in Fig. 278 und 279 zwei Präparate ab, aus welchen hervorgeht, dass die Samenfäden in die Substanz des Chorions eindringen. Der Samenfaden Sp_1 war als scharf gefärbter Faden durch zwei Schnitte deutlich im Inneren des hellen Chorion zu verfolgen, auf einem dritten Schnitte war ein Stück seines helleren Schwanzfadens zu sehen, welches über die äußere Oberfläche des Eies emporrage.

Die in Fig. 278 und 279 gegebenen Abbildungen erläutern das gewöhnliche Aussehen der Mikropylen. Klarer ist das Bild, wenn man im Schnitte die das Chorion durchsetzenden Kanäle der Länge nach getroffen hat, wie in Fig. 280. Feine Kanäle durchdringen die Schale in geneigter Richtung, in einem derselben steckt noch ein Stück Samenfaden. Nur einmal habe ich an einem Ei eine tiefe grubenförmige Einsenkung gefunden, welche möglicherweise das Chorion direkt durchsetzte. Spermatozoen sah ich neben dieser Öffnung nicht.

So gelingt es den Samenfäden die Innenseite des Chorions zu gewinnen und weiterhin auch das Oolemm zu durchbrechen und dann in das Eiplasma einzudringen. Man findet demnach die Samenfäden, und ich habe in Fig. 264 diese Verhältnisse abgebildet,

- 1) außerhalb des Chorions (r_1),
- 2) zwischen Chorion und Oolemm (r_2),
- 3) zwischen Oolemm und der Eisubstanz (r_3),
- 4) im Randplasma des Eies (r_4),
- 5) eingesenkt zwischen die Dottermassen des Eies (r_5).

Die Spermatozoen haben Fadengestalt an den vier ersten Orten. Gewöhnlich ist vom Schwanzfaden nur ein kleines und schwer sichtbares Stück erhalten. Der Kopftheil ist nadelförmig und nach dem Schwanzfaden zu etwas verbreitert (Fig. 294). Der Samenfaden gleitet wohl stets erst eine Strecke flächenhaft im Randplasma hin, bevor er sich in die Tiefe des Dotters einsenkt. Es wird hierbei eine andere Kraft wirksam als diejenige war, welche ihn in das Ei hineintrieb. Denn wir sehen auch hier, dass der Samenfaden mit dem etwas dickeren Hinterende des Kopfes voran sich zwischen die Dotterkörner begiebt

(Fig. 292). — Allerdings bekommt man wohl auch Bilder (Fig. 293), in welchen es den Anschein hat, als wenn das Spermatozoon mit der Spitze des Kopfes voran sich zwischen die Dotterkörner begeben wolle. Aber daraus ist noch nicht der Schluss herzuleiten, dass nun auch die treibende Kraft an der Spitze des Kopfes gesucht werden müsse. Übrigens war in dem abgebildeten Beispiele Fig. 293 das Ei nach der Beschaffenheit der Richtungskerne zu urtheilen schon ziemlich lange Zeit abgelegt. Es war also dem Samenfaden thatsächlich nicht gelungen auf diese Weise, mit dem Kopfe voran, in die Tiefe des Eies sich zu begeben.

Anfangs hat es den Anschein, als wenn der Samenfaden fast ohne plasmatische Einhüllung zwischen die Dotterkörner wandern wollte (Fig. 292, 293); aber er muss doch nun recht bald einen Reiz auf das Plasma ausüben, denn wenn er noch nicht weit unter das Niveau des Keimhautblastems herabgesunken ist, sammelt sich um ihn eine beträchtliche Menge von Plasma, welche kaum geringer ist an Volumen als diejenige, in welcher die Richtungsspindeln liegen (Fig. 255 *sp*).

Der Kopf hat inzwischen wohl durch Aufquellung ein etwas größeres Volumen angenommen (vgl. Fig. 294, 292 mit Fig. 313) und ist dabei oft eigenthümlich gekrümmt. Dann beginnt er sich in derselben Weise zu verkürzen, wie ich es schon so oft beschrieben habe. Bemerkenswerth scheint mir zu sein, dass der Samenfaden im Stadium der Aufquellung und des Beginnes der Verkürzung sich nur sehr schlecht und schwach (z. B. mit Hämatoxylin, Bismarckbraun) färbt. Es deutet das doch auf irgend welche inneren Vorgänge hin.

Die Verkürzung erfolgt, indem die Substanz des Kopftheiles nach der Basis hin zusammenströmt (Fig. 304). So geht der Kern alsbald zu der Gestalt eines Ovals über, um bei fortgesetzter Verkürzung sich immer mehr der Kugelform zu nähern. Ich habe, ähnlich wie bei *Pieris* (36, Taf. XXVI, Fig. 64) an der Kernkugel dieses Stadiums wohl auch zwei chromatische Fortsätze gesehen, welche eine helle Substanz zwischen sich hielten (Fig. 307).

Das Arrhenoid kommt an diesen Samenfäden nicht zu starker Ausbildung und ist überhaupt nur wahrzunehmen, wenn das Auge für die Erkennung desselben an günstigeren Objekten geübt ist. Meist bemerkt man nicht mehr als höchstens einen schwachen hellen Schein am einen Ende des Samenkernelns, und nur selten ist derselbe deutlicher (Fig. 304). Am sichersten habe ich das Arrhenoid wahrgenommen in einigen Fällen, in welchen je ein riesenhaftes Spermatozoon in das Ei eingedrungen war.

In welcher Häufigkeit abnorm große Samenfäden bei Ameisen

vorkommen, ist mir nicht bekannt, da ich keine Gelegenheit hatte, männliche Thiere darauf hin zu untersuchen. Dagegen habe ich (37) bei *Pyrrhocoris* die Entstehung ungewöhnlich großer Spermatozoen geschildert und habe ferner in den Hoden von *Pieris* beobachtet, dass kleine und auch gewaltig große Samenfäden gebildet werden. Eine Befruchtung durch solche ist aber meines Wissens bisher nicht beobachtet.

Hier jedoch liegt der unzweifelhafte Fall vor, dass ungewöhnlich große Samenfäden in das Ei einzudringen vermögen (Fig. 314, 315). Dass die Samenfäden wirklich ungewöhnlich groß sind, lehrt ohne Weiteres der Vergleich von Fig. 315 mit 313, welche beide unter Anwendung genau der gleichen Vergrößerung und derselben Linsen gezeichnet sind. Fig. 313 stellt den Kopftheil eines normalen Samenfadens dar. Die zu Fig. 313, 314 und 315 gehörigen Eier sind wohl von demselben Thiere abgelegt, da sie von mir zu gleicher Zeit und am gleichen Orte gefunden und konservirt wurden.

Das Arrhenoid ist am Basalende des Kopfes dieser Riesenspermatozoen stärker ausgebildet als an den gewöhnlichen, wie ja auch erwartet werden konnte (Fig. 314, 315). Der Schwanzfaden jedoch ist bei ihnen ebenfalls nur sehr gering entwickelt und von mir derartig eingezeichnet, wie ich die Sache ansehe. — In Fig. 295 *rsp* jedoch ist der Schwanzfaden an einem Riesenspermatozoon außerordentlich deutlich und weithin zu verfolgen. Der Kopf desselben macht die charakteristische Abrundung durch und am Schwanzfaden hinter dem Kopfe ist das deutliche Arrhenoid aufgetreten. Auf dem gleichen Schnitt befindet sich noch ein normales fadenförmiges Spermatozoon (*sp*) mit ebenfalls völlig deutlichem Schwanz (Fig. 295), ein frappirendes Beispiel für die erwähnten Größenunterschiede der Samenelemente.

Ob die Riesenspermatozoen sich in copulationsfähige Kerne umzuwandeln vermögen, kann ich nicht sagen.

Was nun die Weiterentwicklung der normalen Samenkerne anbelangt, so findet nach Absolvirung des Kugelstadiums eine Aufblähung statt (Fig. 290), indem sich wohl ein Kernsaft bildet, der die dichte Chromatinsubstanz zu Balken und Maschen aus einander drückt (Fig. 290). — Dann aber wird die Aufblähung eine allgemeinere, wohl mit Erzeugung neuer Kernsubstanz. Denn späterhin ist der Kern noch erheblich größer geworden (Fig. 311) und sieht dabei ziemlich gleichmäßig feinkörnig aus.

Wenn der Samenkern diese Ausbildung erreicht hat, ist er zur Copulation bereit und der Eikern, welcher inzwischen ganz gleiche Umwandlungen durchgemacht hat, tritt nun heran.

3. Die Copulation der Geschlechtskerne.

Wenn die Geschlechtskerne an einander rücken, ist von eigentlicher Chromatinsubstanz in ihnen nicht viel zu sehen, sondern den Kernraum durchzieht die schon vorhin erwähnte eigenthümliche Masse, welche zwar eine gewisse Färbung annimmt, jedoch längst nicht in dem Maße, wie die Chromatinsubstanz, welche später deutlicher wird. Letztere erscheint erst wieder deutlicher, sobald der Eikern an die Plasmawolke des Samenkernes herantritt (Fig. 309). Dann tauchen in dem trüben Kerngerüst kleine stark gefärbte Pünktchen in beschränkter Zahl auf, ein Hinweis darauf, dass chemische Umsetzungen auch im Inneren des scheinbar abgeschlossenen Kernes vor sich gehen.

Rasch rücken nun die beiden Geschlechtskerne bis zu völliger Berührung an einander. Dabei vergrößert sich ihr Volumen noch mehr und gleichzeitig werden sie heller, indem das trübe Netzwerk mehr zurücktritt. Statt dessen haben sich nun aber die vorhin erwähnten stark gefärbten Chromatinkörnchen nicht unerheblich vergrößert (Fig. 303). Ihre Größe ist allerdings recht verschieden, wie aus Fig. 303 und Fig. 346 bis 348, 324 hervorgeht. Ihre Gestalt ist ziemlich genau kugelig. Sie sind ziemlich locker in dem Kernraume verstreut. Eben so wie ihre Größe schwankt auch ihre Zahl. Ich habe dieselbe in den angezogenen Figuren möglichst genau wiedergegeben. Hieraus erhellt, dass ein Festhalten der als normal angenommenen Zehnzahl auf diesem Stadium nicht stattfindet. Da ferner die beiden Geschlechtskerne, so viel ich habe erkennen können, ein identisches Verhalten beobachten, so ist nicht mehr anzugeben, welcher von den beiden Copulanten der männliche, welcher der weibliche Kern sei.

Es ist bei *Lasius* nicht ganz leicht, Eier von genau bestimmtem Alter zu erhalten. So hat man es auch nicht in der Hand, mit einiger Bestimmtheit und nach Belieben sich die gewünschten Stadien zu verschaffen. Aus diesem Grunde bin ich genöthigt, direkt zu der ersten Furchungsspindel überzugehen, welche ich in Polansicht in Fig. 267 und stärker vergrößert in Fig. 323 abgebildet habe. Es sind thatsächlich 20 Chromosomen vorhanden, wie theoretisch zu erwarten war. Denn da zehn Chromatinelemente in den Richtungsspindeln gezählt werden konnten, so müssen die übrigen zehn Chromosomen von dem Spermakerne hinzugebracht sein.

Die Chromosomen der ersten Äquatorialplatte haben nicht mehr die deutliche Kugelgestalt, wie sie in den Copulationskernen vorlagen (Fig. 303 etc.), sondern sie sind etwas unregelmäßig, länglich, gebogen oder eingeschnürt. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass die

Theilung dieser Chromosomen in der gewohnten Weise erfolgt, derart, dass jede Tochterzelle ebenfalls 20 Chromosomen erhält.

Die beiden ersten Furchungskerne verhalten sich genau eben so, wie ich es stets habe beobachten können: Das Chromatin verschwindet in ihnen völlig. In ihrer Gesamtfärbung übertreffen sie das umgebende Plasma nicht, sind gewöhnlich noch etwas geringer gefärbt (Fig. 268). Der Vergleich mit den Richtungskernen (Fig. 268) lässt keinen Zweifel daran, dass die Änderung in der Tinktionsfähigkeit nicht auf der angewandten Methode oder dergl. äußeren Umständen beruht, sondern auf einer besonderen Beschaffenheit der Kerne selber. Gegen die Umgebung sind selbige recht gut abgegrenzt (Fig. 322) und lassen im Inneren eine Anzahl schwach gefärbter Körperchen bemerken.

Wollen diese ersten Embryonalkerne sich theilen, so wird in ihnen die Chromatinsubstanz wieder in Form von Körnchen sichtbar, welche sich in Reihen anordnen (Fig. 308). Es scheint mir jedoch nicht so, als wenn diese Andeutung einer Reihenstellung etwas Definitives sei, weil ich bei anderen Theilstadien die Chromatinsubstanz wieder in jener Kugelform habe auftreten sehen (Fig. 298, 299, 340), welche für die Geschlechtskerne auf einem gewissen Stadium so charakteristisch waren (Fig. 316—324). Ich bemerke hierzu, dass Fig. 298 und 299 die beiden Furchungskerne aus Fig. 277 in stärkerer Vergrößerung darstellen, während Fig. 340 einen der Kerne aus Fig. 276 repräsentirt.

Es verdient noch Erwähnung, dass im Verlauf der Theilung der Furchungskerne jedes Mal eine deutliche Zellplatte gebildet wird (Fig. 275), aber erst dann, wenn die Tochterchromosomen sich zu den beiden Tochterkernen am Spindelpole abzurunden beginnen. Ich habe Bilder erhalten, welche darauf hinweisen, dass die Zellplatte nicht in die neuen Kerne einbezogen wird, sondern im Plasma zurückbleibt. Die Bildung einer solchen Zellplatte geschieht auch in den späteren Embryonalzellen (Fig. 274).

4. Topographie der Furchungskerne.

Wenn wir uns vorstellen, dass das Ei von *Formica* die Gestalt einer Niere habe, so müssen wir an ihm eine stärker und eine schwächer gewölbte Seite unterscheiden. Da nun die Richtungsspindeln etc. ziemlich genau an der einen Spitze des Eies liegen, so ist es von Interesse, dass die Samenfäden mit Vorliebe seitlich von den Richtungsspindeln und zwar an der flacheren Seite des Eies zwischen die Dottermassen einzudringen pflegen. Ich habe das auch dann beobachtet, wenn die Richtungsspindel, wie in Fig. 259, von der Eispitze sich entfernt hatte.

Das ist jedoch nicht auffällig, wenn wie hier, gleichzeitig die Mikropyle eine Verschiebung in derselben Richtung erfahren hat (Fig. 259 m).

Samen- und Eikern dringen zwischen die Dotterkügelchen ein und vereinigen sich in der Nähe der Eilängsachse. Auch dann, wenn sie den Zusammenhang mit dem Randplasma verloren haben, giebt einerseits die Verlängerung des Plasmahofes, welcher die Richtungskerne umschließt, und andererseits des Plasmazapfens von dem eingedrungenen Samenfaden (Fig. 263) her die Richtung ihres Verschwindens an.

Es ist eine sehr auffällige Erscheinung, dass der Weg, welchen der Samenfaden eingeschlagen hat, nach der Copulation der Geschlechtskerne oft eine beträchtliche Verstärkung durch reichliches Auftreten von Plasma erfährt. Dann hängen die ersten Furchungskerne durch eine breite Plasmastraße mit dem Keimhautblastem zusammen, welche ich in so bedeutender Ausbildung vorher niemals angetroffen habe. Es scheint demnach, als wenn von dem Samenfaden eine plasmareizende Substanz auf seinem Wege zurückgelassen sei. Man denkt natürlich zunächst an den Schwanzfaden.

Wenn die Theilung des ersten Kernes stattgefunden hat, so wandern die beiden Tochterkerne etwas tiefer in das Ei hinab. Da jeder Kern von einem Plasmahofe umgeben ist, so ist es bemerkenswerth, dass dieselben durch den Plasmahof öfter noch mit der Plasmastraße des Samenfadens in Zusammenhang bleiben (Fig. 274). Dasselbe kann noch der Fall sein, wenn nach abermaliger Theilung der Kerne nun im Ganzen deren vier vorhanden sind (Fig. 276). An dem Verhalten der Plasmahöfe ist alsdann auch bei weiter Trennung noch ganz wohl zu erkennen, welche Paarlinge zusammengehören. Auch sie begeben sich noch etwas tiefer in das Ei, obgleich nun bald eine Abweichung eintritt. — Nur in einem Falle habe ich einmal gesehen, dass die beiden ersten Furchungskerne sich verschieden verhielten derart, dass der eine derselben nicht in das Innere, sondern nach dem Rande zu sich bewegte (Fig. 277). Dasselbe Ei war jedoch auch in der Hinsicht abweichend, als außer den beiden Furchungskernen und den im Randplasma liegenden Richtungsmassen noch zwei kleine kernartige Gebilde sich im Dotter fanden (Fig. 277), welche wohl auf überschüssige Samenfäden am sichersten zurückgeführt werden könnten. Die Kernmassen sind in Fig. 300 (s und s') von ihren Plasmahöfen umgeben, in stärkerer Vergrößerung abgebildet.

Die Vermehrung der Furchungskerne schreitet nun in der bekannten Weise weiter, jedoch treten Unterschiede in der Wanderung derselben ein. Es stellen sich nämlich die Kerne derartig auf, dass sie

sich etwa gleich weit von der Oberfläche des Eies entfernt halten und so einen elliptischen Raum einschließen (Fig. 269). Durch weitere Theilungen vergrößert sich der Raum und die Kerne nähern sich immer mehr der Peripherie des Eies, nur wenige von ihnen bleiben in der Mitte zwischen den Dotterkugeln zurück (Fig. 270). Es scheint mir nun beachtenswerth zu sein, dass die ersten Kerne jener allseitig vorrückenden Phalanx die Eiperipherie in einer Zone erreicht, welche das Ei senkrecht zur Längsachse umkreist in einem dem hinteren Eipole etwas mehr genäherten Bezirke (Fig. 270), ähnlich wie es HEIDER (31) bei *Hydrophilus* beobachtet hat.

Bald erreichen die Kerne allseitig die Eioberfläche, und nun beginnt auch das Keimhautblastem sich in Territorien zu gliedern, was durch seine bekannte Erscheinung zum Ausdruck kommt, dass über jedem Kerne das Plasma sich kuppenförmig vorwölbt, während auch seitlich sich eine Grenzlinie zu markiren beginnt (Fig. 271).

Die Vermehrung der Kerne schreitet besonders am hinteren Pole rasch weiter, während an den Seiten des Eies die Kerne weniger dicht gedrängt liegen. In so fern ist jetzt auch ein Unterschied gegeben, als die konkave Seite des Eies öfter eine stärkere Anhäufung von Plasma zeigt (Fig. 269, 272), ein Verhalten, welches sich späterhin völlig ändert.

Es zeigte nämlich das älteste Stadium, welches ich bekommen habe, das Blastoderm derartig weiter entwickelt, dass auf der flachen Seite des Eies nur eine ganz dünne Schicht von Plasma vorhanden war, welche nur in der Umgebung der spärlich vertheilten Kerne eine geringfügige Verdickung erfuhr (Fig. 273). An der gewölbten Seite des Eies dagegen sind nun wohl umgrenzte Zellen von ansehnlicher Größe und dichter Lagerung vorhanden.

Jede dieser Zellen hat noch die gewölbte äußere Kuppe wie bei der ersten Bildung des Blastoderms, und innerhalb des Plasmas dieser Kuppe liegt auch der Kern. Nach dem Eiinnern zu aber spitzen sich die Zellen der Längsseite scharf zu und schließen in einer *Vacuole* eine Anzahl Dotterkügelchen ein (Fig. 273, 312). Die Zellen am Vorderende des Eies sind mehr cylindrisch gestaltet (Fig. 273, 306), verhalten sich im Übrigen jedoch ähnlich wie die vorhin genannten, nur dass sie auch außerhalb des Kernes (*k*) noch Dotterkügelchen einschließen können (Fig. 306).

Bereits auf dem Stadium der Fig. 272 ist zu erkennen, dass die Blastodermzellen der konvexen Seite des Eies jene Ausbildung vorbereiten, welche in Fig. 273 voll ausgebildet vorliegt. Man sieht nämlich, wie jene Zellen pseudopodienartige Fortsätze zwischen die Dotterkugeln

entsenden. In ganz geringen Anfängen ist dieses Verhalten ja auch schon den ersten Blastodermzellen eigen (Fig. 274), denn dieselben haben nach der Dotterseite durchaus keine scharfe Abgrenzung. Auf dem Stadium der Fig. 273 haben also die Ektodermzellen, wie wir sie hier wohl schon nennen können, sich je eine Portion des Dottermaterials incorporirt, so dass kein Zweifel daran sein kann, dass sie sich aktiv an der Bewältigung der Dottersubstanz mit betheiligen.

Die dotterführenden Zellen der gewölbten Seite des Eies sitzen mit ihrer Basis, sei dieselbe nun breit (Fig. 306) oder zugespitzt (Fig. 342), einer schmalen aber scharf umgrenzten Plasmalamelle auf, welche deutlich erkennbar unter ihnen sich erstreckt, aber ebenfalls dort aufhört, wo sie selber an die flachen Zellen der platten Eiseite angrenzen. Diese schmale Plasmaschicht hat noch aus einem anderen Grunde ein besonderes Interesse.

Am Hinterende des Eies (Fig. 273) findet nämlich eine Einstülpung der äußeren Zellschicht statt. In den ersten Anfängen ist dieselbe bereits auf dem Stadium der Fig. 272 zu bemerken, indem hier sich einige Zellen unter das Niveau der übrigen hinabsenken an einer Stelle, welche gleichzeitig die erste Andeutung der genannten Plasmalamelle aufzuweisen scheint (Fig. 272 unten). Ein solches Einwandern von, der Oberfläche entstammenden, Zellen ist in Fig. 273 in stärkerem Maße zu beobachten. Es schieben sich hier die Oberflächenzellen nach der konvexen Seite des Eies hin unter diejenigen Zellen, welche an der Oberfläche verbleiben. Sie gleiten dabei gewissermaßen an jener oben erwähnten Plasmalamelle entlang. Ich habe in Fig. 324 ein benachbartes Stück der Hinterseite des in Fig. 273 abgebildeten Schnittes in stärkerer Vergrößerung abgebildet, welches bei z eine der durch Einstülpung dorthin gelangten Zellen an der Plasmalamelle (l) darstellt.

Was aus den eingestülpten Zellen wird, vermag ich aus Mangel an älterem Materiale nicht zu sagen.

Die im Dotter zurückgebliebenen Zellen vermehren sich Anfangs noch durch Theilung (Fig. 270, 274). Auf dem Stadium der Fig. 273 jedoch hat es nicht mehr den Anschein, als wenn noch eine lebhaft Vermehrung eintreten sollte: die Kerne haben nur einen kleinen Hof von Plasma, und dieses sendet nicht mehr die straffen Strahlen zwischen die Dottermassen, welche vorher, als noch eine Vermehrung beobachtet werden konnte, so lebhaft hervortraten.

5. Über Polyspermie.

Auch bei *Lasius* pflegen, wenn nicht immer, so doch häufig, mehrere Samenfäden in das Ei einzudringen (Fig. 254, 264). Ich habe in recht

zahlreichen Fällen einige derselben im Randplasma an der vorderen Spitze beobachtet. Von den eingedrungenen Samenfäden eilt jedoch meist nur einer in die Tiefe zwischen die Dottermassen, während die übrigen im Randplasma liegen bleiben (Fig. 259).

Nur in verhältnismäßig wenigen Fällen hatten zwei oder drei Samenfäden sich in gleicher Weise zwischen die Dotterkügelchen begeben (Fig. 256). Dann erlitten sie alle dieselben Veränderungen, standen durch einen Plasmazapfen mit dem Randplasma in Verbindung und gingen gleichmäßig aus der Fadenform in die Gestalt eines Kügelchens über (Fig. 256, 264). Auch hier möchte ich jedoch glauben, dass nur der zur Copulation gelangende Kern eine Nachkommenschaft erzielt. Ich habe wenigstens keine Bilder erhalten, aus denen ich den überzähligen Samenkernen eine Vermehrung zuzuschreiben vermöchte. Als letzte Stadien solcher überzähligen Samenelemente betrachte ich die Chromatinhäufchen *s* und *s'* in Fig. 300. Sie machen einen entschieden dekrepiden Eindruck. Ihre verhältnismäßig geringe Größe in Vergleich mit den bereits gebildeten ersten Furchungskernen (Fig. 277) unterstützt die Vermuthung, dass wir es nur mit Halbkernen zu thun haben.

Nur in seltenen Fällen waren mehrere Samenfäden tiefer zwischen die Dottermassen eingedrungen, ohne die Fadenform aufgegeben zu haben (Fig. 266).

6. Das Verhalten der Richtungskerne.

Ich habe bereits oben (p. 125) auf die Unterschiede in der Ausbildung der Richtungskerne aufmerksam gemacht. Nämlich der zweite Richtungskern war nahe an den unteren Abkömmling des ersten Richtungskernes herangetreten. Zwischen beiden lag Anfangs, gewissermaßen als trennende Wand, das Thelyid (Fig. 286). Es ist jedoch das Thelyid als gesonderter Körper spätestens bis zu der Zeit zu bemerken, dass die beiden Geschlechtskerne in Copulation treten (Fig. 263 *th*). Dann, oder schon früher, verliert es seine scharfen Grenzen nach den beiden Richtungskernen hin, so dass es wenigstens theilweise in den gemeinsamen hellen Kernraum mit übergeht, welcher späterhin die Chromatinsubstanz der beiden Kerne umschließt (Fig. 259, 264 ff.). Noch lange kann man in der hellen Vacuole die beiden von den zwei Kernen her stammenden Chromatinhäufen gesondert finden, indem sie, wie zu Anfang, in zwei parallelen Reihen sich gegenüberstehen (Fig. 264, 265, 268). Späterhin jedoch vermischen sie sich mehr und sind nach ihrer Abkunft dann nicht mehr zu unterscheiden (Fig. 275, 276). Ich habe jedoch auch gesehen, dass die Chromosomen sich zu einer einfachen Äquatorialplatte neben einander stellten (Fig. 267, 305). Eine

Theilung hat das jedoch nicht zur Folge. Unterlassen möchte ich aber nicht, darauf hinzuweisen, dass die zwei Fälle einer solchen Spindelstellung zusammentrafen mit der Spindelstellung der copulirten Geschlechtskerne (Fig. 267).

Der äußere Abkömmling des ersten Richtungskernes hält sich gesondert und macht Veränderungen durch, welche denjenigen der Geschlechtskerne ganz auffallend gleichen. Anfangs treten seine Chromosomen nahe zusammen, wie auf der anderen Seite auch diejenigen des Eikernes (Fig. 286 *RkI[1]* und *Eik*, Fig. 259). — Wenn dann der Ei- und Samenkern sich aufzublähen beginnt und das Chromatin in ihnen sich netzförmig ausbreitet, geschieht ganz das Gleiche mit diesem Richtungskerne und ganz im gleichen Schritt (Fig. 262). Man vergleiche nur den Eikern Fig. 294 mit dem entsprechenden Richtungskerne Fig. 304 (*RkI[1]*) und die Ähnlichkeit im Bau leuchtet sofort ein, besonders wenn man den Vergleich noch auf die beiden anderen Richtungskerne in Fig. 304 (*RkI[2]* und *RkII*) ausdehnt, wobei ich hervorhebe, dass Fig. 294 und Fig. 304 demselben Ei entstammen.

Die Gleichwerthigkeit der Umwandlungen offenbart sich jedoch nicht nur auf dem soeben erwähnten Stadium; sie ist vielmehr noch auffälliger, wenn die Aufblähung der Geschlechtskerne ihren Höhepunkt erreicht hat, und wenn die Chromatinsubstanz sich in Kugelform angesammelt hat (Fig. 303). Dann hat dieser äußere Richtungskern auch eine bedeutende Volumenzunahme aufzuweisen, er ist genau eben so hell wie die Geschlechtskerne, und sein Chromatin ist zu denselben Kügelchen zusammengeflossen (Fig. 285 oben). Es sind Fig. 303 und Fig. 285 demselben Ei entnommen. An weiteren Beispielen verweise ich auf Fig. 349, welche den äußeren Richtungskern, und auf Fig. 346 und 347, welche die Geschlechtskerne desselben Eies darstellen, sowie (aus einem anderen Eie) auf Fig. 320 (Richtungskern) und Fig. 348 und 324 (Geschlechtskerne). In allen diesen Fällen haben die Richtungskerne ein größeres Volumen als die Geschlechtskerne, doch weiß ich nicht, ob dieser Unterschied nicht durch die oberflächliche Lage der Richtungskerne schon hinreichend erklärt wird. — Die Ähnlichkeit ist dieselbe auf einem früheren Stadium, wenn die Geschlechtskerne soeben zusammentreten und in dem sie erfüllenden verwaschenen Netzwerke die ersten stark gefärbten Chromatinkörnchen sichtbar werden (Fig. 309). Dann bietet im gleichen Ei der äußere Richtungskern dieselbe Erscheinung, wie ein Blick auf Fig. 287 (oben) sofort darthut.

Wenn die Copulation der Geschlechtskerne stattgefunden hat, ist die gleichgerichtete Veränderung mit dem äußeren Richtungskerne

beendet. Denn letzterer vermehrt sich nicht, und sein Volumen beginnt sich zu verringern. Seine Chromosomen behalten ihre genau kugelige Form nicht bei. Was die Zahl derselben anbelangt, so zählte ich in drei Fällen deren acht, sieben und zehn.

Es tauchten hier natürlich die Fragen auf:

- 1) Warum machen die beiden unteren Richtungskerne nicht dieselben Veränderungen durch, welche an den weit getrennten Geschlechtskernen (einerseits) und dem äußeren Richtungskerne (andererseits) so auffällig hervortreten?
- 2) Warum ist die bis zur Copulation der Geschlechtskerne bemerkbare gleichgerichtete Entwicklung zwischen ihnen und dem äußeren Richtungskerne so plötzlich aufgehoben, wenn die Copulation vollendet ist?

Was die erste Frage anbelangt, so sei hervorgehoben, dass die drei Richtungskerne ihrer Entstehung nach für gleichwerthig zu erachten sind. Wenn nun völlig synchronisch im äußeren Richtungskerne und den weit von ihm entfernten Geschlechtskernen genau die gleichen Veränderungen vor sich gehen, so liegt die Vermuthung nahe, hierfür die ihnen gemeinsame Umgebung, also das Eiplasma, verantwortlich zu machen. Dasselbe ist jedoch den beiden anderen Richtungskernen eben so gemeinsam; nur bieten diese darin einen Unterschied, dass zwischen ihnen das Thelyid liegt (Fig. 285, 286). Also würde bei dieser Betrachtungsweise das Thelyid eine hemmende Wirkung auf die seinem Einfluss unterworfenen Kerne zugeschrieben erhalten. Ein solcher hemmender Einfluss würde dem mit dem männlichen Kerne herbeiführten Arrhenoid nicht beigelegt werden können.

Was Frage 2 anbelangt, so knüpft sie an den Umstand an, dass der äußere Richtungskern sich späterhin rückbildet, während aus den Theilungen der Geschlechtskerne ein neues Thier hervorgehen soll. Hierbei ist zu bedenken, erstens, dass nach vollendeter Copulation es sich um einen Doppelkern handelt, während der äußere Richtungskern nur auf sich selbst angewiesen ist, — und zweitens, dass der männliche Kern noch ein nunmehr in Aktion tretendes für das Ei neues Gebilde mit sich führt, das Arrhenoid. Zwar ist letzteres bei der hier angewandten Methode als umgrenzter Körper nicht darzustellen, doch äußert es seine Wirkung.

Der am weitesten nach außen liegende Richtungskern bleibt von den beiden anderen getrennt. So liegen die zwei Chromatinhäufchen neben einander, ohne aktive Veränderung. Ich habe sie an der alten Stelle noch beobachtet, wenn das Blastoderm sich zu bilden beginnt (Fig. 276, 269, 270 *Rk*). Auf späteren Stadien habe ich sie nicht mehr gesehen.

II. Die Vorgänge im unbefruchteten Ei von *Lasius*.

Am 9. August 1888, einem sehr warmen Tage, bemerkte ich kurz nach Mittag vor den Öffnungen eines in der Nähe meiner Wohnung befindlichen Ameisenbaues ein reges Leben: die geflügelten Thiere kamen aus der Erde hervor und rüsteten sich zum Hochzeitsfluge. Ich fing etwa 15 Weibchen vor dem Baue ein und gab ihnen eine isolirte Wohnung. Drei dieser Thiere warfen in der Gefangenschaft ihre Flügel bald ab, die übrigen 12 hatten am 15. August ihre Flügel noch, wohl das Zeichen ihrer Jungfräulichkeit. Am 15. August fand ich eine Anzahl Eier, welche von diesen eingesperreten Thieren in der letzten Zeit abgelegt waren. Die Eier erwiesen sich bei der Untersuchung als unbefruchtet.

Als jüngstes Stadium unter den von mir beobachteten dürfte das in Fig. 326 abgebildete aufzufassen sein. Man sieht in einem hellen Raume zwei Reihen von Chromosomen bereits getrennt und muss beim Fehlen anderer Kernelemente hier natürlich an eine erste Richtungs-spindel denken. Aber diese Spindelfigur, welche ich in Fig. 344 in stärkerer Vergrößerung gezeichnet habe, ist dadurch von den normalen (Fig. 284, 282) unterschieden, dass eine viel größere seitliche Ausdehnung der chromatischen Platten hier eingetreten ist unter Zunahme der Anzahl der Chromosomen (dieselben sind in Fig. 344 nicht alle eingetragen). Ich halte die Figur für abnorm.

Durchaus normal dagegen ist Fig. 327. Aus derselben folgt ohne Weiteres, dass auch hier zwei Richtungskörperchen gebildet werden. Der erste Richtungskern (*RkI*) hat sich in gewohnter Weise getheilt. Sein innerer Abkömmling ist mit dem zweiten Richtungskern (*RkII*) in nähere Berührung getreten: Beide liegen in einer hellen Kernvacuole (Fig. 329). Von einem deutlich ausgebildeten Thelyid habe ich nichts bemerkt. Der weiter außen isolirt liegende Richtungskern besteht aus dicht zusammengetretenen Chromosomen, gerade wie der noch durch einen Plasmastrang gefesselte Eikern (Fig. 327 *Eik* und 329 unten). Diese beiden Kerne sind nur von einem kleinen hellen Hofe umgeben. Wir haben hier also dasselbe Stadium vor uns, wie ich es von einem befruchteten Ei in Fig. 259 abgebildet habe.

Ich möchte hier die Verhältnisse einschalten, wie sie das in Fig. 325 skizzirte Ei darstellt. Es ist Alles so, wie vorhin, nur der Eikern und der äußere Richtungskern sind weiter entwickelt, indem sich die Chromosomen wieder von einander getrennt haben. Ich halte dieses Ei für nur zufällig parthenogenetisch. Es stammt von einem befruchteten Weibchen und die mit ihm zusammen gefundenen Eier waren sämmtlich

normal entwickelt. Auch hier war ein Samenfaden durch die Mikropyle (*m* Fig. 325) eingedrungen, aber er lag noch außerhalb des Oolemm (Fig. 325 *sp*) und im Inneren des Eies habe ich nichts von einem Samenfaden wahrgenommen.

Es ist nach meinen Beobachtungen kein Zweifel daran, dass der unbefruchtete Eikern noch einige anscheinend normale Theilungen durchzumachen im Stande ist. So hat er in Fig. 334 zwei Kerne aus sich hervorgehen lassen, welche allerdings etwas ungleich sind. Der rechts gezeichnete könnte als normal gelten, obgleich er in seiner hellen Grundmasse eine geringere Zahl kugelig Chromosomen birgt als man nach geschehener Copulation zu beobachten pflegt. Der links gezeichnete Kern ist nicht so scharf umgrenzt, enthält eine größere Anzahl von Chromosomen und außerdem liegen in seiner Umgebung noch einige dunkler gefärbte Körperchen. — Immerhin mögen solche Kerne noch zu einer weiteren recht normal aussehenden Theilung befähigt sein, wie sie fast vollendet in Fig. 332 abgebildet ist. Diese Eier bieten auch in Bezug auf die Richtungkörperchen nichts Ungewöhnliches, indem wir am Rande, wie bei befruchteten Eiern, zwei Chromatinhäufchen finden, welche dem äußeren Richtungskerne und den beiden vereinigten inneren Richtungskernen angehören (Fig. 334, 332). Eine Andeutung, dass ein Samenfaden eingedrungen sei, ist hier jedoch nicht vorhanden (man vergleiche Fig. 274 und 275).

Damit wären auch die normal aussehenden Bilder erschöpft; denn selbst Fig. 330, welche Eikern und Richtungskernmassen in der richtigen Anordnung zeigt, bietet doch im feineren Bau schon so mancherlei Besonderheiten, dass es für ein geübtes Auge nicht mit den normalen Bildern zu verwechseln ist. Die folgenden Verhältnisse sind in ihren Abweichungen vom Normalen leichter zu erkennen.

So können die drei Richtungskerne sämmtlich isolirt bleiben (Fig. 328), oder sie können alle drei mit einander verschmelzen (Fig. 333 *Rm*). Gleichzeitig mag der Eikern (*Eik*) noch keine Absonderlichkeiten aufweisen (Fig. 328), oder seine Theilungen gehen im äußeren Keimhautblastem vor sich (Fig. 333), anstatt dass seine Abkömmlinge tiefer in den Dotter einzudringen bestrebt sind (Fig. 276). Und ist dieses wirklich geschehen, so beginnen die Tochterzellen höchst merkwürdige Verschiedenheiten darzubieten, sowohl in Bezug auf Größe wie in Hinblick auf den feineren Bau (Fig. 335). Man sieht verhältnismäßig große Zellen, und ihr Kern besteht aus einem großen Klumpen dichten Chromatins. Es können hierbei an einem Hauptkörper noch wulstige Massen angeheftet sein (Fig. 339). Neben solchen Zellen finden sich noch andere ganz kleine und ich habe ein Beispiel dieses anderen

Extremes in Fig. 346 bei der gleichen Vergrößerung (wie Fig. 339) abgebildet. Hier liegen in einem hellen Raume wenige Chromatinbrocken von unregelmäßiger Gestalt.

Sucht man Theilungsfiguren auf, so zeigen sich dieselben Unregelmäßigkeiten. Das Chromatin kann in Bändern angeordnet sein, welche eine Zusammensetzung aus Körnchen mit hellerem Centrum erkennen lassen (Fig. 334). Es mögen aber auch isolirte Körperchen vorkommen und zählte ich in Polansicht einer Theilungsfigur, in dem in Fig. 344 abgebildeten Falle, deren 16—17. Ähnlich wie ich es von Rhodites mittheilen werde, findet also auch hier eine Vermehrung der Zahl der Chromosomen spontan statt. — Wiederum kann das Chromatin mehr staubartig in einer Äquatorialplatte vertheilt sein, wie ich es in Fig. 340 wiederzugeben mich bemüht habe. Eine Strahlung ist kaum vorhanden.

Noch abweichender ist eine dritte Serie von Fällen. In ihnen findet eine Theilung weiterhin wohl überhaupt nicht mehr statt. Das Chromatin ist in Gestalt von scharf begrenzten Körnchen vorhanden und es hat in den am deutlichsten ausgebildeten Fällen den Anschein, als wenn jedes der Chromatinkörnchen sich zu einem kleinen Kerne ausbilden möchte. Liegen die Chromatinkörnchen nämlich etwas weiter von einander entfernt, so bilden sie den Mittelpunkt einer kleinen hellen Figur, welche je durch eine Grenzlinie (wie durch eine Membran) von der Umgebung geschieden ist (Fig. 343). Liegen die Körnchen jedoch dichter zusammen, so erhält die ganze Figur ein eigenthümlich gelapptes bis traubiges Aussehen (Fig. 336, 337).

Ich habe in solchen Eiern auch die Richtungskerne nicht mehr in der gewohnten Beschaffenheit gefunden. In Fig. 336 möchte ich den im Randplasma gelegenen Chromatinhaufen für das Umwandlungsprodukt der Richtungskerne halten. In dem Beispiele der Fig. 337 ist am Rande überhaupt nichts mehr von Chromatin zu sehen, dagegen liegen drei große Haufen zwischen den Dottermassen. Es scheint demnach der gleiche Zustand im ganzen Ei zu herrschen. Auch hier wird wieder die Vermuthung neu gekräftigt, dass für diese an den verschiedenen Stellen des Eies gleichzeitig und gleichsinnig stattfindenden Veränderungen das Eiplasma, und nicht etwa das Chromatin, verantwortlich gemacht werden müsse. Hervorheben will ich noch, dass in den späteren Stadien unbefruchteter Eier oft eine Ansammlung von Plasma am Rande oder in Inseln und Zügen zwischen den Dotterkörnern (Fig. 337) beobachtet werden kann.

Ein neues Thier scheint nach dem Mitgetheilten aus diesen Eiern nicht hervorgehen zu können. _____

Zur Frage nach der freien Kernbildung möchte ich noch auf eine Beobachtung hinweisen. Es besitzen die Eier der Ameisen, sowohl befruchtete wie unbefruchtete, an dem der Mikropyle gegenüberliegenden Pole eine besondere Plasmaverdickung, welche ich in Fig. 342 abgebildet habe. Unten zieht in gewohnter Ausdehnung das Keimhautblastem (*kh*). Nun liegt nach dem Eiinneren zu eine Scheibe ziemlich dicken Plasmas, welche durch Plasmabrücken mit dem Keimhautblastem (*kh*) in Verbindung steht. In der Plasmascheibe fallen besondere wulstige Stellen durch ihre stärkere Färbung leicht auf (Fig. 342).

Nun bemerkte ich in einem unbefruchteten Ei, in demselben, dessen Kerntheile in Fig. 330 abgebildet sind, dass also in dem direkt entgegengesetzten Ende des Eies ein Gebilde vorhanden war, welches ebenfalls einen ganz kernartigen Eindruck machte. Eine kleine Plasmaansammlung enthielt im Inneren einen hellen Hof und in diesem zerstreut einige dunkle Körperchen, welche gegen Hämatoxylin und Bismarckbraun sich ganz ähnlich verhielten, wie Chromatinkörnchen. Der Gesamteindruck der Figur ist kern- resp. zellenartig (Fig. 342), das Plasma derselben steht durch Plasmabrücken mit der erwähnten Plasmascheibe in Verbindung. Der Gedanke, dass wir es mit einem versprengten Stücke des Eikernes oder dergl. zu thun haben, ist völlig von der Hand zu weisen¹.

Um irrthümlichen Auffassungen vorzubeugen, will ich ausdrücklich erklären, dass ich dieses unverstandene Gebilde natürlich nicht früher für einen Kern erklären würde, bevor ich nicht Theilungen desselben beobachtet hätte. Außerdem habe ich noch einige solcher chromatophilen Körnchen im gleichen Ei im Randplasma des Hinterendes gefunden.

Zum Schluss muss ich noch einiger Eier gedenken, welche sich überhaupt nicht entwickelt haben, ohne dass ich den Grund dafür anzugeben vermöchte. So viel ich aus meinen Notizen ersehe, habe ich neun solcher Fälle beobachtet.

Diese Eier zeichneten sich durch eine außerordentliche geringe Menge von Plasma aus. Selbst das unter normalen Verhältnissen ganz ansehnliche Keimhautblastem war hier zu einer äußerst dünnen Schicht rückgebildet, wie ich es in Fig. 338 in den richtigen Dimensionen darzustellen mich bemüht habe. Der Kern liegt gewöhnlich in Gestalt einiger Chromatinkörnchen in einer etwas verdickten Stelle des Rand-

¹ Wofern man nicht an eine Beziehung zu den von BLOCHMANN (8) beschriebenen sog. Nebenkernen denken will. Diese Nebekerne bedürfen übrigens in Bezug auf Entstehung und Schicksal einer Nachuntersuchung.

plasmas. Jedoch habe ich auch gesehen, dass derselbe ohne weitere Veränderungen zu erleiden, sich mit einem kleinen Plasmahofe vom Rande fort und eine Strecke zwischen die Dotterkörnchen hinabgegeben hatte (Fig. 338 K). Eine Weiterentwicklung dieser Eier habe ich nicht beobachtet, sie befanden sich alle in demselben Zustande, enthielten im Inneren auch öfter große Vacuolen (Fig. 338). Ferner war in sie kein Samenfaden eingedrungen, obgleich ich diese Eier zum größten Theile zwischen anderen aufgefunden habe, welche nicht nur normal befruchtet waren, sondern sich auch normal weiterentwickelt hatten. Wir können auch nicht an Jugendstadien denken, weil das Keimbläschen schon völlig rückgebildet war. Da aber diese Eier nicht einmal den Versuch zu einer Richtungkörperbildung machten, so glaube ich sie als pathologisch bezeichnen zu sollen.

Litteratur.

Es ist hier nur die Arbeit von BLOCHMANN (8) zu nennen, welcher einige Mittheilungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den abgelegten Eiern der Ameisen (spec. *Formica fusca* L.) gemacht hat. Demnach ist die Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei *Lasius* sehr groß. BLOCHMANN hat die erste Richtungsspindel gesehen und abgebildet (Fig. 14), auch ist ihm bereits die eigenthümliche Verdickung der »Mittelplatte« zwischen den aus einander weichenden Tochterchromosomen aufgefallen (seine Fig. 13). Von den weiteren Schicksalen derselben hat er nichts gesehen. Die Deutung seiner Fig. 14 halte ich nicht für richtig. Zwar beziehen sich die Untersuchungen BLOCHMANN'S auf eine andere, wenn auch nahe verwandte, Art, doch sind seine Bilder den meinigen so ähnlich, dass ich einstweilen an die nach seinen Angaben doch recht fundamentalen Unterschiede nicht glauben kann, zumal da die Verhältnisse der Richtungkerne bei der viel ferner stehenden *Rhodites rosae* fast eben so sind, wie wir noch sehen werden.

BLOCHMANN bildet in Fig. 14 die Spitze eines Eies ab, welche die »Spindel des Eikerns« enthält und außerdem einen langen Plasmazapfen mit dem Samenkern fast am Ende desselben. Nun ist aber nach meinen Erfahrungen zu einer Zeit, in welcher der Samenkern so tief eingedrungen ist und sich bereits in ein »längliches, sehr intensiv gefärbtes Körperchen« umgewandelt hat, keine einfache Spindel mehr am Rande vorhanden. Ich halte seine Spindel für nichts Anderes als den zweiten Richtungskern (unten) und den inneren Abkömmling des ersten Richtungskernes (oben). Es würde seine Fig. 14 demnach ziemlich genau meiner Fig. 259 entsprechen, nur dass BLOCHMANN sowohl den Eikern, als auch den äußeren Abkömmling des ersten

Richtungskernes übersehen hat. Letzteren vermisste ich ferner in seinen Beschreibungen zu den weiter vorgertückten Stadien seiner Fig. 15 und 16, wo nur eine Chromatinkörnchengruppe abgebildet ist, welche ganz unzweifelhaft dem vereinigten zweiten Richtungskerne und unteren Abkömmlinge des ersten Richtungskernes entspricht.

Die Vermuthung BLOCHMANN'S, dass die Fortpflanzungsverhältnisse der Ameisen wahrscheinlich dieselben seien wie bei den Bienen, dass also theils befruchtungsbedürftige, theils parthenogenetisch sich entwickelnde Eier vorkämen, welche jedoch nicht wie bei jenen, wo die Drohneneier in besondere Zellen abgelegt werden, äußerlich zu unterscheiden seien, — hat durch meine Untersuchungen keine Bestätigung erhalten. Die parthenogenetischen Eier haben schon nach wenigen Theilungen einen abnormen Entwicklungsgang eingeschlagen.

15. Die ersten Entwicklungsvorgänge im (unbefruchteten) Ei von *Rhodites rosae* L.

Mit Tafel VII und Holzschnitt III—VII.

1. Die Eier des Ovariums.

Wenn man aus einer soeben ausgeschlüpften Rosengallwespe das Ovarium herauspräparirt oder noch besser, wenn man das Abdomen eines solchen Thieres in dorso-ventrale Längsschnitte zerlegt, so bemerkt man, dass das gesammte Ovarium, und folglich auch jeder einzelne Ovarialschlauch, eine eigenthümliche Krümmung aufweist. Man kann sagen, dass jede Ovarialröhre S-förmig gebogen ist, derart, dass die Anfangskrümmung an der ventralen Seite vom Thorax her beginnt, dann nach dem Rücken aufsteigt und mit einer nach hinten und unten gewandten Kurve den Buchstaben vollendet. Hierdurch erhält jedes der im gereiften Zustande recht lang gestreckten Eier (Fig. 238) eine bemerkbare Biegung, welche oft auch an den abgelegten Eiern noch deutlich hervortritt (Fig. 240). Besonders auffällig ist eine Biegung der Eier im unteren Drittel (Fig. 240).

Es ist bekannt, dass die Eier unserer Gallwespe am vorderen Pole einen außerordentlich langen Stiel tragen, welcher die Länge des Eies selber um ein Vielfaches übertrifft. Dieser Stiel schwillt an seinem oberen Ende zu einer ganz lang ausgezogenen Keule an, welche im Inneren kugelige oder ovale helle Körperchen einschließt, die durch eine feinkörnige Substanz von einander getrennt sind. Der Stiel steckt in einer besonderen Tasche, deren Zusammensetzung aus zahlreichen Zellen durch die in geringen Abständen vorhandenen Kerne sichergestellt wird. Tasche und Stiel schlingt sich um den Ovarialschlauch

aufwärts und überragt schließlich die Endkammer desselben noch um eine erhebliche Strecke. Die einzelnen Eier eines jeden Schlauches liegen in der Zahl von vier oder fünf hinter einander; dabei ist es nun aber merkwürdig, dass die Enden der Eistiele gar nicht sehr ungleich hoch liegen.

Die Endkammer besteht aus einer Anzahl gleich großer rundlicher Zellen, welche zum Theil sich an einander etwas abplatteln und einen verhältnismäßig großen mit feinkörnigem Chromatin ausgerüsteten Kern enthalten (Fig. 244). An die Endkammer schließt sich das jüngste Ei an, wie ein solches in Fig. 244 (unten) abgebildet ist. Es hat sich bereits ein Follikelepithel darum formirt; aber durch einen Zapfen steht es noch mit der Nährkammer in Verbindung. Der Kern dieser jüngsten Eier ist bläschenförmig und fällt durch seine Farblosigkeit im Gegensatz zum Plasma auf. Er enthält nämlich nur sehr wenig Chromatin, welches in pulverförmigem Zustande, vielleicht auch unter der Form kleiner schwach färbbarer Körperchen uns entgegentritt.

Es interessirt hier nicht, näher darauf einzugehen, in welcher Weise das Ei allmählich an Volumen zunimmt. Es genügt zu wissen, dass auch der Kern noch größer wird, sowie dass die Chromatinsubstanz alsbald in Gestalt von runden Körperchen wieder deutlich hervortreten beginnt.

Wie bereits gesagt, liegen in jeder Ovarialröhre mehrere Eier hinter einander, welche eine gleiche Größe besitzen und nach ihrer Ähnlichkeit mit den abgelegten Eiern leicht als völlig gereift angesehen werden können. Ein genaueres Studium ihrer Kerne ergiebt jedoch, dass sie durchaus nicht auf gleicher Stufe stehen.

Man bemerkt nämlich, dass die oberen Eier aus dem Ovarialschlauche etwas unterhalb des ersten Drittels ihrer Länge einen kugelförmigen, ringsum scharf begrenzten hellen Kern von ansehnlicher Größe besitzen (Fig. 246, 247). Wie es in den angezogenen Figuren abgebildet ist, enthalten die Kerne kleine Chromosomen, welche man kugelig nennen könnte, wenn sie nicht eine unregelmäßig höckerige Oberfläche besäßen. Oft sind die Chromosomen aber auch gestreckt, in einigen Fällen erschienen sie deutlich ringförmig derart, dass die Ringe an zwei gegenüberliegenden Stellen eine Verdickung zeigten (Fig. 246, 247).

Ob man jedoch annehmen darf, dass alle Chromosomen ursprünglich ringförmig waren, wie man in Folge meiner Angaben über die Spermatogonien von *Pyrrhocoris* versucht sein könnte, wage ich nicht sicher zu behaupten, wenn auch die Vacuole in einigen Chromosomen z. B. der Fig. 229 eine solche Auffassung begünstigen könnte. Hierzu sind noch weitere Beobachtungen an einer größeren Zahl von Objekten

nöthig. In vielen Fällen erscheinen die Chromosomen übereinstimmend derart, wie es in Fig. 230 abgebildet ist.

Von besonderem Interesse ist hier, wo es sich um eine parthenogenetische Entwicklung handelt, die Zahl der Chromosomen. Zwar ist das Keimbläschen verhältnismäßig klein, dafür aber sind die kleinen Chromosomen meist durch einen verhältnismäßig großen Zwischenraum von einander getrennt. So gelang es mir denn durch sorgfältiges Zeichnen und nachheriges Zählen in fünf Fällen übereinstimmend die Zahl 9 zu erhalten (Fig. 216, 217, 229, 230).

Lange bleiben die Chromosomen jedoch nicht von einander getrennt. In den etwas älteren Eiern bemerkt man nämlich, dass deren mehrere zusammentreten beginnen, entweder zu Klumpen, wie in Fig. 232, oder auch zu Ketten, wie in Fig. 233. Je mehr das Ei reift, um so mehr schreitet dieser Process fort, so dass schließlich alle Chromosomen zu einem gemeinsamen Ballen vereinigt sind. Man kann in Fig. 234 noch die Zusammensetzung aus ursprünglich getrennten Körperchen errathen, dann aber rücken sie immer dichter zusammen (Fig. 235, 236), so dass schließlich ein einheitliches kompaktes Körperchen vorliegt (Fig. 221, 222), wenn das Ei zu völliger Reife gelangt ist.

Die Abbildungen lassen ferner erkennen, dass in gleichem Schritt mit der Zusammenballung der Chromatinsubstanz der farblose Kernraum an Volumen eingebüßt hat. Die Anfangs pralle Kernblase ist erheblich kleiner geworden, ihre glatte Oberfläche hat einem zackigen Kontour Platz gemacht (Fig. 234—236).

Noch einer anderen Besonderheit ist Erwähnung zu thun, welche eintritt gleichzeitig mit der Zusammenballung der Chromosomen. Ich habe in Fig. 233 abgebildet, dass ein helles Körperchen der Kernmembran außen aufzusitzen scheint. Späterhin habe ich ein solches häufiger wahrgenommen, dann aber lag es in einer sich stärker färbenden Substanz, welche dem schwindenden Keimbläschen einseitig aufsaß (Fig. 234—236). Die Verschiedenheit, in welcher dieses Körperchen gelegentlich sich zeigte, wird durch Fig. 234, 235, 236 ohne weiteren Kommentar erläutert. In anderen Ovarialeiern, welche nach meiner Ansicht etwas älter sind, erschien es dann ohne deutlichen gefärbten Hof in der Gestalt, welche ich in Fig. 221 und 222 abgebildet habe.

Die Erfahrungen der letzten Jahre dürften es gerechtfertigt sein lassen, wenn man in dem Körperchen ein Centrosoma und in dem gefärbten Hofe ein zugehöriges Archoplasma erblicken wollte.

2. Über die Ablage der Eier.

In welcher Weise die Rosengallwespen ihre Eier in die Blattknospen etc. abzulegen pflegen, ist schon so häufig beschrieben worden, dass ich im Einzelnen hier nicht darauf einzugehen brauche. Man findet die Eier meist zwischen den jungen Blättern stecken, in der Weise, wie es von BEYERINCK (6, Taf. VI, Fig. 91—93) und PASZLAVSKY (57, Taf. I, Fig. 4) abgebildet ist. Ein noch instruktiveres Bild als durch eine einfache Flächenansicht bekommt man jedoch, wenn man durch eine mit Eiern besetzte Blattknospe Querschnitte hindurchlegt. Ich habe einen solchen in Fig. 239 abgebildet. Man erblickt daselbst die Querschnitte von fünf Blättchen, deren Spreitenhälften dem Mittelnerv entlang jedes Mal zusammengelegt sind wie zwei Hände. Die Blättchen sind nur im Umriss gezeichnet, die (runden) Querschnitte der Eier (*e*) sind durch Anlegen mit einer dunkleren Farbe leicht kenntlich gemacht. Es ergibt sich hieraus, dass die Eier an allen Stellen einer Knospe gefunden werden können, zwischen den zusammengelegten Hälften eines Blättchens, zwischen zwei benachbarten Blättchen, außen am Rande eines Blättchens etc. Bei α sind die Abschnitte von Eistielen eingezeichnet, welche von tiefer liegenden Eiern herkommend, sich nach oben erstrecken.

Es erhellt aus dem Querschnitt auch ohne Weiteres, dass BEYERINCK völlig im Rechte ist, wenn er besonders betont, dass die Eier völlig an die Oberfläche wachsender Organe der Rose abgelegt werden und nicht in das Innere der Gewebe (6, p. 158).

Was die Befestigung der Eier anbetrifft, so findet sich bei ADLER (4) die Angabe, dass dieselben durch »eine feste Kittsubstanz (das Sekret der Gift- oder Leimdrüse) innig an das Pflanzengewebe fixirt« werden (p. 212). Auch BEYERINCK (6) erwähnt dieser Kittmasse, irrt jedoch, wenn er sie bereits an den noch in den Ovarien eingeschlossenen Eiern als vorhanden annimmt (6, p. 164). Ebenfalls PASZLAVSKY (57) hat das Gleiche gesehen, eine Beobachtung, welche jedoch auch schon von RÉAUMUR gemacht wurde. Ich kann in gleicher Weise das Vorhandensein eines klebenden Sekretes bestätigen.

Das ist jedoch nicht die einzige Art der Sicherung des Eies. Nur PASZLAVSKY giebt noch an, dass die Eier von *Rhodites rosae* »mit ihrem unteren, allemal spitz zulaufenden und oft ungleichrandigen, sogar hakigen Ende in die Epidermis des Blattes hineingedrückt, so zu sagen hineingesteckt« seien (17, p. 43). Jetzt wird auch klar, was der kleine Zapfen zu bedeuten hat, welcher auf den WEISMANN'schen Abbildungen (76, Taf. X, Fig. 7, 10, 11) das Hinterende des Eies überragt.

In der That ist das Ei in die Oberfläche des Pflanzengewebes hineingesteckt, wie es aus dem in Fig. 238 abgebildeten Längsschnitte klar wird. Jetzt leuchtet auch ein, warum das Ei an seinem unteren Ende zweckmäßig eine Krümmung besitzt, welche bereits bei Beschreibung der Ovarialeier erwähnt wurde.

Noch deutlicher wird der Querschnitt in Fig. 228 das Verhalten von Ei und Pflanze erläutern. Man sieht, dass ein zapfenförmiger Fortsatz der Eischale in der obersten Zellschicht der Pflanze steckt. Vom Eikörper selbst pflegt nichts in den Zapfen überzugehen. In dem hier abgebildeten Falle ist derjenige Theil der angestochenen Zelle, welcher nicht von dem Zapfen eingenommen war, ganz von dem klebrigen Drüsensekret (*s*) ausgefüllt. Meist jedoch reicht der Zapfen bis an den Boden der Zelle und das Drüsensekret breitet sich neben der Anheftungsstelle des Eies noch ein wenig flächenhaft aus.

Sehr eigenthümlich ist es, dass die Anheftung in den zahlreichen von mir daraufhin untersuchten Fällen stets genau die gleiche war. Es diente zur Befestigung des Eies ausschließlich die oberste Zellschicht der Pflanze, diese aber auch völlig, in der Weise, dass der Zapfen (oder auch das Sekret) genau bis an die Oberfläche der zweiten Zellschicht reichte. Es ist das ein Beweis dafür, wie außerordentlich fein der Tastsinn an dem harten Stachel entwickelt sein muss. Es ist wirklich kaum zu begreifen, wie vom Ende des außerordentlich langen Stechorgans, welches tief unten im Dunkel einer Knospe arbeitet, dem Gehirne des Thieres eine so genaue Orientirung übermitteln werden kann, dass stets nur eine einzige Zellschicht des zarten Pflanzengewebes verletzt wird.

Also es wird die Pflanze verletzt. Das könnte vielleicht jener alten Theorie von MALPIGHI günstig sein, welcher meinte, dass durch ein in den Pflanzenkörper gelangendes giftiges Fluidum die Galle hervorgerufen werde, wie der Stich der Biene eine Anschwellung des Thierkörpers veranlasst. In der That zeigte die Umgebung der Stichstelle gelegentlich eine gewisse Reizung, welche sich durch die Beschaffenheit des Zellplasmas kund gab. Ich glaube jedoch nicht, dass eine solche immerhin nur geringfügige Verletzung für die erst später erfolgende kolossale Gallenbildung von irgend welchem Belang ist.

Wie ist nun aber der Zapfen zu erklären, welcher das Ei an der Zelle festheftet? Er wird nur von der Eischale gebildet und ist im Ovarium nicht vorhanden. Nach meiner Ansicht ist er nur so zu verstehen, dass wir mit BEYERINCK annehmen, dass das Ei im Inneren des Stachels abwärts gleitet. Die Stachelspitze senkt die Spitze des Eies in das Pflanzengewebe. Wenn dann das Ei nach dem Zurückströmen des Ei-

inhaltes sich wieder ausdehnt, klemmt sich die Spitze fest, indem die Cuticula des Pflanzengewebes eine Ausdehnung des Zapfens verhindert.

3. Das abgelegte Ei. Bildung der Richtungskerne.

In dem reifen Ovarialeie, in welchem es nicht zur Bildung von eigentlichen Dotterkörnern gekommen ist, erfüllt die plasmatische Substanz den von der Eischale gebildeten Hohlraum völlig, bis an die Basis des Stieles. Anders in den abgelegten Eiern. In ihnen zeigt sich in dem Plasma unterhalb des Eistieles eine helle Stelle, welche vorher nicht sichtbar war. Wie dieselbe entsteht, vermag ich nicht anzugeben. Sie ist mit einer hellen Flüssigkeit erfüllt, in welcher eine grobe Körnelung auftritt, wenn man das frische Ei z. B. mit SCHNEIDER'S Essigkarmin behandelt.

Auch in den zum Zwecke des Schneidens konservierten Eiern ist eine solche helle Stelle in den abgelegten Eiern immer vorhanden. Bald liegt sie ganz an der Spitze des Eies (Fig. 238), meist ist sie ein wenig in die Tiefe gerückt (Fig. 240 *Ep*). Ihre Gestalt wechselt etwas, ist in den meisten Fällen ein gestrecktes Oval. Es kommt jedoch auch vor, dass der Raum durch einen von unten vordringenden Plasmazapfen geteilt oder dass er seitlich durch Vorwölbungen des umgebenden Plasmas unregelmäßig eingebuchtet ist. Im extremen Falle kann er in einen Haufen von Vacuolen zerlegt sein.

Der Querschnitt dieses Hohlraumes ist im normalen Falle rund (Fig. 204 *Ep*) und bitte ich auch hier auf die scharfe Abgrenzung gegen die Umgebung zu achten. Durch die Konservierung erscheint auch auf Schnitten in dem sonst hellen Raume eine wolkige Trübung oder eine feine Körnelung (Fig. 204, 240 *Ep*).

Durch sein Aussehen erinnert diese helle Stelle sehr an jenes Gebilde, welches ich bei *Musca* und *Pieris brassicae* als Empfängnisfleck beschrieben habe. Nur dass bei den letztgenannten Objekten dieser Raum stets oberflächlich an der Eispitze sich fand, während er bei *Rhodites* meist eine Strecke in das Plasma herabgerückt ist.

Wie bereits WEISMANN (76) hervorhob, ist es bei unseren Thieren, welche ihre Eier in die Tiefe von Blattknospen und oft erst nach langem Zaudern ablegen, nicht ganz leicht Eier zu erhalten, deren Alter genau bestimmt wäre. Ich habe desswegen auf eine genaue Altersbestimmung der Eier in den einzelnen Fällen überhaupt verzichtet und mich damit begnügt, das relative Alter derselben nach den Kernveränderungen bestimmen zu können.

In den jüngsten der abgelegten Eier befindet sich der Kern an der alten Stelle, aber der helle Raum um ihn ist nun verschwunden

(Fig. 223). Demgemäß haben wir es nur mit der zusammengeballten Chromatinsubstanz zu thun, da es mir nicht hat gelingen wollen, an dem abgelegten Ei das oben beschriebene angebliche Centrosoma aufzufinden.

Der Kern ist ein wenig größer als die im reifen Ovarialei sichtbare zusammengeballte Chromatinsubstanz. Er liegt, wie immer, nicht weit von der Eiperipherie entfernt und ist senkrecht dazu ein wenig gestreckt.

Die erste Veränderung des Kernes zeigt sich darin, dass er nicht mehr durch seine ganze Masse eine gleichmäßige Färbung aufweist, sondern in der Region des Äquators heller wird, während an den Polen die dunkle Färbung bestehen bleibt (Fig. 223). Diese Differenzirung schreitet weiter fort, die mittlere Region wird immer heller und man bemerkt nun, dass von den Polen gewissermaßen dunkle stark gefärbte Radien gegen den Äquator gerichtet sind (Fig. 224). So kommt es auf eine recht merkwürdige Weise zu einer Sonderung von gefärbter und ungefärbter Substanz. Beachtenswerth ist noch, dass der Kern in gleichem Schritt mit den beschriebenen Veränderungen immer an Volumen zunimmt, wie ein Vergleich von Fig. 223—225 ja auch sofort ergibt.

Die beschriebenen Umwandlungen sind durchaus nicht als Kunstprodukte aufzufassen, denn sie sind vorhanden sowohl in Eiern, welche mit heißem Wasser als auch in solchen, welche mit FLEMMING'S Flüssigkeit konservirt wurden. Mit Hilfe der letzteren Methode wurden die in Fig. 223—225 gegebenen Bilder gewonnen, mit heißem Wasser Fig. 226 und 227. Übereinstimmend ist bei allen der helle Mittelraum vorhanden sowie die meridianförmig nach den Polen zustrebende Chromatinsubstanz. Die chromatischen Meridiane hängen Anfangs in der Gegend des Äquators mit denen des anderen Poles zusammen (Fig. 226), dann tritt dort eine Durchschnürung ein.

Bei beiden Konservierungsmethoden erhalten wir die Chromatinsubstanz Anfangs unter der Form von wenigen Meridianen, welche aus feinen dunklen Körnchen zu bestehen scheinen. Diese Meridiane besitzen eine unregelmäßige Oberfläche, indem die Chromatinkörnchen sich an manchen Stellen in reicherm Maße ansammeln (Fig. 225, 202). Wir können uns vorstellen, dass das Zusammenströmen der Chromatinsubstanz nach bestimmten Punkten fortdauert, so dass diese als kugelförmige Anschwellungen neben dünneren Stellen hervortreten (Fig. 227 unten). Schließlich sammelt sich alles Chromatin in solchen kugeligen Bezirken an (Fig. 227 oben), so dass wir zu einer Zeit, in welcher der Längsdurchmesser der Theilungsfigur den Querdurchmesser erheblich

übertrifft (Fig. 203), wir die Tochterplatten aus einer großen Zahl kleiner kugeligter Chromosomen zusammengesetzt finden.

Die Zahl der Chromosomen auf diesem Stadium zu bestimmen, hat wegen der Kleinheit der Figur und ihrer nicht günstigen Lage mir nicht gelingen wollen. Jedoch ist so viel sicher, dass es erheblich mehr sind als neun, welche wir ja des öfters in den Keimbläschen haben feststellen können. — Wie es aus Fig. 203, noch besser aus Fig. 245 hervorgeht, treten zwischen den sich theilenden Chromosomen gefärbte Verbindungsfäden auf, welche allerdings nicht immer in der Deutlichkeit wie in Fig. 245 sichtbar werden. Im Allgemeinen sind sie hier nicht sehr stark ausgebildet, wie es aber vielleicht schon aus der Kleinheit aller Verhältnisse hier verständlich wird. Wenn die Tochterplatten sich weiter von einander entfernen, verschwinden sie schließlich ganz.

Den Zerfall der Chromatinmeridiane in zahlreiche kugelige Chromosomen (Fig. 203) habe ich nur nach Konservierung mit FLEMMING'Scher Flüssigkeit gesehen. Aber auch hier nicht in allen Fällen. So ist in der allerdings etwas jüngeren Theilungsfigur Fig. 243 die Zahl der Chromosomen entschieden geringer, vielleicht nicht mehr als neun, und diese sind an den einander zugewandten Seiten zugespitzt als wenn sich dort erst vor Kurzem die Verbindung gelöst hätte, welche z. B. an dem ganz links gezeichneten Körnchenpaar noch besteht.

Es scheint mir kein Zweifel daran zu sein, dass die erwähnten Verschiedenheiten in individuellen Besonderheiten der Eier begründet liegen. Denn auch bei Anwendung von Hitze zur Konservierung bekommen wir ähnliche Verhältnisse, nur dass hierbei im Gegensatz zu FLEMMING'S Flüssigkeit eine Verminderung der Zahl leicht beobachtet wird. So enthält Fig. 244 eine größere Zahl von Chromosomen jederseits, dagegen in der etwas älteren Fig. 204 zählen wir nur wenige Chromosomen. Diese aber sind so groß, dass sie ohne Weiteres verathen, wie sie aus Verschmelzung von ursprünglich getrennten Gebilden hervorgegangen sein müssen.

Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass die Chromosomen in vorliegendem Beispiele keine allzu große Selbständigkeit haben können, sondern dass eben so leicht ein Zerfallen in eine größere Zahl oder ein Verkleben zu einer wenig zahlreichen Gruppe stattfinden kann. Es fragt sich nur, ob nicht die theoretisch zu fordernde Zahl neun auch öfter gesehen werden kann. In der That habe ich diese Zahl an der einen oder anderen besonders günstigen Tochterplatte feststellen können und verweise z. B. auf Fig. 250. Die untere Tochterplatte lässt die Neunzahl unschwer erkennen, während in der äußeren

Tochterplatte wiederum eine theilweise Verklebung eingetreten ist. Ebenfalls glaube ich in der in Fig. 247 abgebildeten Tochterplatte neun Chromosomen annehmen zu sollen. Die beiden Tochterplatten der in Fig. 248 abgebildeten ersten Richtungsspindel enthalten eine ungleiche Zahl von Chromosomen, ich zähle oben acht unten sechs. Im Gegensatz dazu ist auf der inneren in Fig. 246 abgebildeten Tochterplatte das Vorhandensein von mindestens zehn Elementen anzunehmen.

Mögen wir nun aber neun oder mehr Chromosomen in der ersten Richtungsspindel für das Normale halten, so ist doch so viel klar, dass die beiden Tochterplatten je etwa die gleiche Menge Chromatinsubstanz enthalten. Das vermag man selbst in jenen Fällen unschwer abzuschätzen, in welchen eine Zahlbestimmung der Chromosomen nicht möglich ist.

Die erste Richtungsspindel (*RspI*) liegt an derselben Stelle der Eioberfläche, an welcher wir bei den Ovarialeiern das Keimbläschen gesehen hatten, also etwas unterhalb des ersten Drittels der Eilänge (Fig. 238). Die Spindel scheint meist gegen die Oberfläche des Eies geneigt zu sein, wenigstens in den vorgerückteren Stadien (Fig. 238, 249), während sie Anfangs eine senkrechtere Lage hat (Fig. 243—245). Von einem deutlichen Centrosoma ist gewöhnlich nichts zu sehen, nur in dem in Fig. 249 abgebildeten Falle glaube ich ein solches zu bemerken. Sonst verräth höchstens einmal ein hellerer Schein über den Tochterplatten, dass dort ein dem *cône principal* sonstiger Theilungen entsprechendes »Organ« gesucht werden muss. Ebenfalls nur selten sieht man einmal eine ganz schwache Andeutung einer Zellplatte (Fig. 204).

Die äußere chromatische Tochterplatte repräsentirt das erste Richtungskörperchen. Zu einer Abtrennung desselben von der Eizelle kommt es nicht, vielleicht selbst nicht einmal zu einer Abtrennung von der Spindelfigur. Es tritt nämlich sofort eine neue Theilung sowohl der Chromosomen des ersten Richtungskernes als auch der Chromosomen des Spaltkernes ein. Die Theilung muss außerordentlich rasch verlaufen; denn trotzdem ich vielfach die successive von einem Thiere gelegten Eier untersucht habe, welche die Übergänge der einzelnen Stadien erkennen ließen, habe ich hier immer gefunden, dass die Theilung der Chromosomen bereits vollendet war. Es bieten solche Stadien den Anblick, welchen ich in Fig. 205 abgebildet habe. Ein Vergleich mit Fig. 204 zeigt sofort, in welcher Weise die Theilung der Tochterplatten erfolgt ist. Der Raum der Verbindungsfäden in Fig. 204 ist verändert, indem der untere Theilkern des ersten Richtungskernes (*RkI* [2]) und andererseits der obere Theilkern des Spaltkernes (*RkII*)

sich vermöge der ihnen innewohnenden entgegengesetzten Bewegungsrichtung einander genähert haben.

Es ist natürlich kein Zweifel daran möglich, dass wir in dem »oberen Theilkerne des Spaltkernes« (*RkII*) nichts Anderes vor uns sehen als ein zweites Richtungskörperchen (resp. zweiten Richtungskern). Dasselbe entsteht durch einfache Theilung der Chromosomen, denn ich habe in dem in Fig. 254 abgebildeten Falle in dem zweiten Richtungskerne (*RkII*) neun bis zehn Chromosomen zählen können. Der Eikern dürfte demnach die gleiche Zahl enthalten (Fig. 205 *Eik*).

Sind die Chromosomen in den neuen Kernen Anfangs etwas mehr getrennt, so schließen sie sich in der Regel sehr bald etwas näher zusammen, wobei sie allerdings in einer Ebene stehen bleiben. Dann ist ein Zählen derselben überhaupt nicht mehr möglich. Die äußeren drei Kerne oder Gruppen von Chromosomen behalten diese Gestalt noch länger bei, die innere Gruppe rundet sich jedoch bald zu dem eigentlichen Eikern ab.

Die Abrundung des Eikernes dürfte wohl in derselben Weise vor sich gehen, wie ich es schon öfter von anderen Insekten beschrieben habe. Nur selten hat es den Anschein, als wenn in dem bereits abgetrennten Kerne noch einzelne Chromosomen erkannt werden könnten. Will man die Fig. 207 in diesem Sinne verwerthen, so ist immerhin zu beachten, dass die Zahl der Chromosomen, welche in diesem Falle einen helleren Mittelraum umgeben, eine beträchtlich größere geworden ist. Jedoch kann bei der Kleinheit der Verhältnisse ein solches vereinzelt gefundenes Bild leicht zu Täuschungen Veranlassung geben.

Für normaler, nach Analogie mit anderen Insekten, möchte ich das in Fig. 206 dargestellte Bild halten. Hier ist von Chromosomen nichts mehr zu erkennen, nur ein unregelmäßiges Netzwerk durchzieht das Innere des schwach gefärbten Kernes. Derselbe rückt nun mehr in das Innere des Eies hinein. Wenn er sich vom zweiten Richtungskerne entfernt hat, kann man an gut gefärbten Präparaten noch einen Zapfen der achromatischen Verbindungssubstanz erkennen, welche an dem zweiten Richtungskerne hängen blieb (Fig. 208, 210). Ob er selber etwas von dieser Substanz mit sich genommen hat, wie es wohl möglich ist, kann ich nicht angeben.

4. Wie steht es mit der Befruchtung und der Ausbildung eines Thelyid?

ADLER hat bei *Rhodites rosae* beobachtet, dass die Zahl der Männchen eine außerordentlich geringe ist. Er fand im Verhältnis zu 664 ♀ nur 7 ♂ (1, p. 217) und in gleicher Weise giebt BEYERINCK an, dass er

von *Rh. orthospinae* mehrere hundert Weibchen, aber nur fünf ♂ erhalten habe (6, p. 460). WEISMANN und PASZLAVSKY haben bei ihren Versuchen überhaupt keine Männchen gesehen. Die Entwicklung der Eier erfolgte also parthenogenetisch. Ich will noch bemerken, dass, so viel mir bekannt ist, bisher bei *Rhodites* die Entwicklung befruchteter Eier noch nicht beobachtet wurde.

Auch das mir vorliegende Material ist sämtlich unbefruchtet. Es stammt sowohl von weiblichen Thieren her, welche sofort nach dem Ausschlüpfen zusammen mit einem frischen Rosenzweige isolirt wurden, als auch von solchen, welche ich frei auf einer wilden Topfrose umherwandern ließ. In beiden Fällen erfolgte die Ablage der Eier bald und willig. Von Samenfäden habe ich im Körper der weiblichen Wespe nichts gesehen, so dass mir eine etwa vor dem Ausschlüpfen erfolgte Befruchtung ausgeschlossen zu sein scheint.

Was jedoch das Wichtigste ist, ich habe in den abgelegten Eiern niemals etwas von eingedrungenen Samenfäden wahrgenommen. Nachdem ich mich recht eingehend mit der Befruchtung von Insekteneiern beschäftigt habe und gelernt habe, die Samenfäden in denselben auch unter erschwerenden Bedingungen aufzufinden, glaube ich zu dem Ausspruche berechtigt zu sein, dass in dem von mir untersuchten Materiale von *Rhodites* in der That keine Samenfäden vorhanden sind. Außerdem ist es bei einiger Übung gar nicht so schwer, ein Samenelement zu finden, wenn es zur Copulation mit dem Eikerne sich vorbereitet. In Folge der von ihm veranlassten reichlichen Plasmastrahlung ist es bei den übrigen Insekten jedenfalls leichter zu sehen, als der Eikern. Denn dieser eilt ohne Spur, gewissermaßen verstohlen auf den Samenkern zu und wird erst deutlicher, wenn er zu dem Samenkern in die gemeinsame Strahlenzone eingetreten ist.

Die Schilderung, welche ich hier von *Rhodites* gebe, betrifft also sicher eine parthenogenetische Entwicklung.

Wenn eine Befruchtung eintrat, hatten wir erfahren, dass von dem Eikerne außer den Richtungskernen auch die Substanz der Verbindungsfäden unter der Form von ein resp. zwei »achromatischen Richtungskörpern« abgeworfen war, welche ich als Thelyid bezeichnet hatte. Es ist nun natürlich nicht ohne Interesse, zu wissen, ob diese Substanz auch bei parthenogenetischer Entwicklung eliminirt wird. Da kann ich nur angeben, dass ich hier das Abwerfen eines Thelyid als eines selbständigen Körperchens nicht beobachtet habe. Allerdings möchte ich nicht allzuviel Gewicht auf diese negative Angabe legen, da die ganzen Verhältnisse bei *Rhodites* sehr viel kleiner sind als bei den von mir sonst untersuchten Insekten. Nur so viel möchte ich betonen: Sollte bei

Rhodites wirklich ein Thelyid gebildet und abgeworfen werden (wörter später Untersuchungen entscheiden mögen), so kann es nur sehr geringfügig sein, und ist jedenfalls nicht im Stande, dem Eikerne das Vermögen einer Fortentwicklung zu rauben.

5. Veränderungen des unbefruchteten Eikernes.

Wenn der Eikern sich von dem zweiten Richtungskerne entfernt, beginnen in seinem Inneren Veränderungen vor sich zu gehen. Im Ganzen wird der Kern heller, nur dass noch einige Züge einer gefärbten Substanz zu erkennen sind (Fig. 208). Auch diese Anhäufungen einer farblosen Substanz gehen alsbald verloren, so dass der Kern immer homogener wird. Nur einmal habe ich bemerkt, dass ein solcher homogener Kern gleichmäßig und kenntlich tingiert werden konnte (Fig. 209 *Eik*). Gewöhnlich ist es so, dass er auf diesen und den nachfolgenden Stadien sich völlig ablehnend gegen die von mir benutzten Farbstoffe (Boraxkarmin, EHRLICH's Hämatoxylin, Bismarckbraun etc.) verhielt (Fig. 210—213). Dann erschien der Kern als ein heller Fleck in dem stärker gefärbten Plasma. Wer denselben in dieser Gestalt zum ersten Male sieht, wird vielleicht nicht geneigt sein, ihn für den wirklichen Eikern zu halten. Indessen ist es möglich schrittweise gewissermaßen seine Abschnürung und allmähliche Umwandlung bis zur Bildung der ersten Embryonalkerne zu verfolgen.

Der Eikern beginnt nun langsam zu wachsen (Fig. 214) und erreicht bald ein Vielfaches seines ursprünglichen Volumens (Fig. 206). Gleichzeitig möchte ich noch hervorheben, dass er durchaus keine Membran besitzt, sondern sich nur durch die besondere Beschaffenheit seiner Substanz gegen die Umgebung abgrenzt.

Bei scharfem Zusehen mit Hilfe stärkster Vergrößerungen erscheinen innerhalb der hellen Substanz des Eikernes zarte nicht gefärbte Trübungen (Fig. 210, 211). Sie sind derartig geringfügig, dass sie kaum mit dem Auge wahrgenommen, geschweige denn naturgetreu gezeichnet werden können. Sie sind zu schemenartig, als dass sie mit der verschwundenen Chromatinsubstanz in Verbindung gebracht werden könnten. Diese beginnt erst langsam wieder zu erscheinen, wenn der Kernraum eine beträchtliche Größe erreicht hat. Dann beginnen im Inneren desselben zerstreut kleine Körperchen in großer Zahl sichtbar zu werden, welche eine schärfere Form besitzen (Fig. 213). Mit der Färbbarkeit ist es zwar Anfangs nicht weit her, allein man erkennt doch allmählich wieder, dass gewissermaßen greifbare Gebilde allmählich entstehen (Fig. 253). Dann nimmt auch die Färbbarkeit zu, und besonders, wenn die Körperchen sich zu größeren Gruppen zusammen-

rottiren (Fig. 242 unten). Immer mehr Chromatin kommt zum Vorschein und man sieht alsdann wohl, dass die einzelnen Elemente kleine Ringe oder Hohlkugeln mit hellerem Centrum darstellen. Solcher Körperchen ist eine große Anzahl vorhanden. Sie liegen in unregelmäßigen Haufen und Gruppen dicht bei einander (Fig. 248).

Man kann auf diesem Stadium wohl schon bemerken, dass manche der oben erwähnten Körperchen in einer Reihe liegen und auf die Weise einen Faden bilden (Fig. 248). Wir können darin wohl schon die erste Andeutung zur Ausbildung desjenigen Stadiums erblicken, zu welchem ich mich jetzt gleich wende (Fig. 249). Es versammelt sich nämlich das Chromatin in solchen Fäden, wie sie bei der Kerntheilung so allgemein aufzutreten pflegen. Die Chromatinfäden liegen in dem hellen Kernraume entweder vereinzelt oder in Gruppen (Fig. 249). Sie färben sich intensiv und tritt der Unterschied gegen früher besonders lebhaft dann vor die Augen, wenn man auf demselben Präparate diese älteren Kerne mit ihrem reichlichen und intensiv gefärbten Chromatingehalt und andererseits die jüngeren völlig farblosen Eikerne neben einander liegen sieht. Hier ist die Möglichkeit sehr fern gerückt, zur Abschwächung der für manche Auffassung unbequemen Thatsache den Vorwurf ungleicher Behandlung ins Gefecht zu führen.

Auch hier ist natürlich die Zahl der Chromosomen wieder von überwiegendem Interesse. Dieselbe ganz genau festzustellen, hat wegen der Länge der Fäden keine geringe Schwierigkeit. Unschwer erkennt man jedoch z. B. an dem in Fig. 249 abgebildeten jungen Furchungskerne, wo nicht die gesammte Chromatinsubstanz eingezeichnet ist, dass die Zahl der Chromosomen beträchtlich größer ist als neun. In Fig. 252 habe ich alle vorhandenen Fäden eines der jüngsten Furchungskerne mit möglichster Genauigkeit gezeichnet und finde, dass deren 18—20 vorhanden sind.

Ich möchte noch einmal daran erinnern, dass es mir mehrfach gelungen ist, in dem Keimbläschen neun Chromosomen zu zählen, während, wie wir eben sahen, in den jungen Furchungskernen 18—20 Chromosomen vorhanden waren. Demnach hat ohne Zutritt eines Samenkernes bei der parthenogenetischen Entwicklung von *Rhodites* eine Verdoppelung der Chromosomen stattgefunden.

Nach dem, was über die Zahlenverhältnisse der Chromosomen sonst bekannt ist, stimmen die Furchungszellen mit den Körperzellen des ausgebildeten Thieres in der Zahl überein. Wir hätten also etwa 18 Chromosomen für die Normalzahl von *Rhodites rosae* L. anzusehen.

Da nun aber in den Keimbläschen der unreifen Eier nur neun Chromosomen gezählt wurden, ein Verschwinden oder Abwerfen von Chromatinsubstanz aber nach unseren sonstigen Erfahrungen nicht anzunehmen ist, so möchte ich nach Analogie mit dem bei der Spermatogenese (*Pyrrhocoris* etc.) bekannt Gewordenen die Vermuthung aussprechen, dass jeder der in den Keimbläschen gezählten Chromatinkörper als ein Doppелеlement zu betrachten sei. Zur Unterstützung könnte auf die vereinzelt beobachteten ringförmigen Elemente hingewiesen werden.

Bei *Pyrrhocoris* war die Zweierwerthigkeit der Elemente daran unschwer zu demonstrieren, dass jedes der etwa kugeligen Einzelelemente durch eine Furche von seinem Partner getrennt war. Hier dagegen müssten wir annehmen, dass eine völlige Verschmelzung der beiden Einzelelemente zu einem scheinbar einheitlichen Körper stattgefunden habe.

Wie ist es nun mit der Reduktion in der Zahl, welche nach meiner Annahme sonst bei der Abwerfung des ersten Richtungskörperchens eintritt? Diese Zahlenreduktion lässt sich in dem Sinne, wie sie von mir gebraucht wurde, bei *Rhodites* nicht nachweisen. Es ist zwar ein Anlauf dazu genommen, indem die dem Thiere in der Hypothese als normal zugeschriebenen 48 Chromosomen sich paarweise zu neun Doppелеlementen vereinigten; ob aber bei der in der ersten Richtungsspindel erfolgenden Theilung nun auch wirklich eine Reduktion vorgenommen wird, derart, dass neun der ursprünglichen Einzelelemente in den Richtungskern übergehen, während die anderen neun Einzelelemente dem Ei verbleiben (Holzschn. III), — oder ob von jedem der 48 Einzelelemente, welche allerdings zu neun Klumpen verschmolzen sind, jedes Mal die Hälfte in den neu entstehenden neun Doppelchromosomen vorhanden ist (IV), darüber klärt die Beobachtung nicht auf. Darüber möge die Zukunft einen sicheren Bescheid geben, wenn sie kann.

Indessen scheint mir die folgende Erwägung nicht ohne Nutzen zu sein. Ich betonte oben die Unbeständigkeit der chromatischen Elemente während der Bildung der Richtungskörper, wie man bald eine Verschmelzung zu größeren Komplexen, bald einen Zerfall in eine größere Zahl von Elementen beobachten konnte. Es fiel mir das auf in Vergleich mit meinen Erfahrungen über andere Insekten. Nun zeigt sich ja auch ganz offenkundig, dass die Chromosomen eine Neigung zur Vereinigung besitzen, in dem Umstande, dass sie in dem Keimbläschen paarweise verschmelzen, — andererseits ihre Neigung zum Zerfall darin, dass aus den neun Chromosomen des Eikernes deren 48 in den Furchungskernen werden.

Das ist auffallend, besonders aber der Zerfall in die größere Zahl,

weil damit etwas ersichtlich Neues geschaffen ist, nämlich 18 selbständige Elemente, während vorher nur deren neun vorhanden zu sein schienen. Sollte da nicht die oben an zweiter Stelle gemachte Annahme die einfachste Erklärung bieten? Danach hätten wir die Verhältnisse in folgender Weise zu interpretieren (siehe Holzschn. IV).

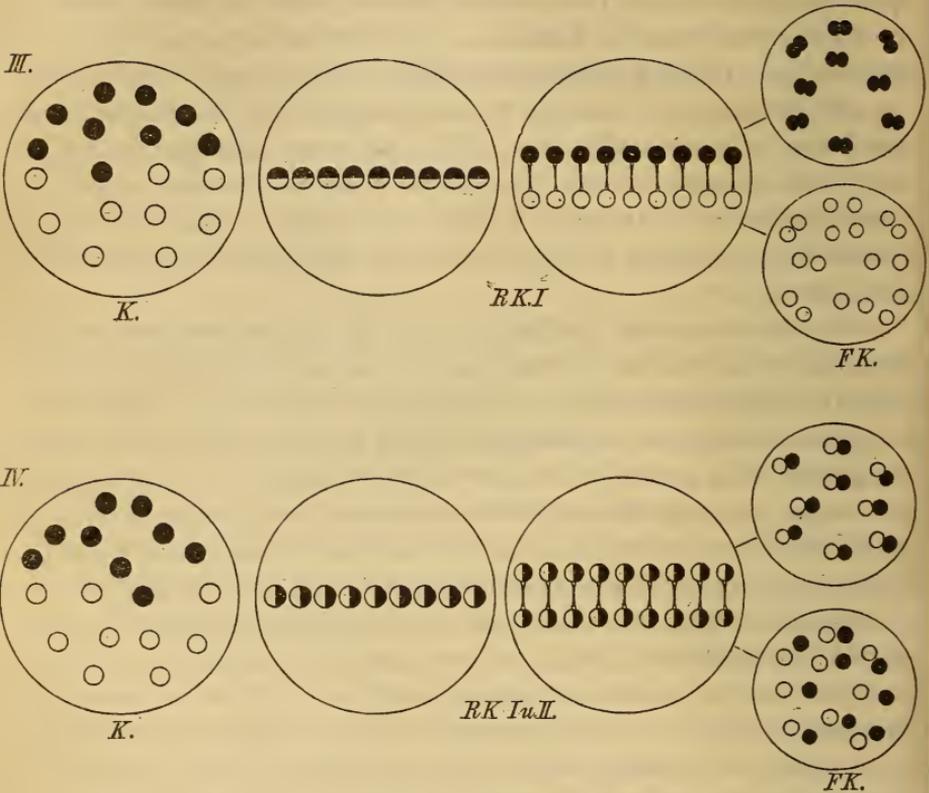


Fig. III und IV.

Schemata der Richtungskörperbildung von Rhodites. *K.*, Körperzelle; *RKI* resp. *II*, Bildung von Richtungskörper *I* resp. *II*; *FK*, Furchungszelle (die untere von beiden jedes Mal etwas weiter entwickelt gedacht als die obere).

Die 18 Einzelemente verschmelzen zwar zu deren neun, das hindert jedoch nicht, dass ein jedes von ihnen sowohl bei der Bildung des ersten wie bei der Bildung des zweiten Richtungskernes eine einfache Äquationstheilung erfährt. Es sind demnach Theile von allen 18 Einzelementen in allen Kernen vorhanden. Die 18 Elemente des Eikernes treten in den Furchungskernen wieder gesondert hervor.

Mit dieser vorläufigen Annahme scheinen die Vorgänge von Rhodites auf einfache Weise erklärt zu sein. Man würde mit der Annahme einer einfachen Äquationstheilung für beide Richtungskörperchen die

Differenz, welche bisher zwischen parthenogenetischen Eiern mit einem und solchen mit zwei Richtungskörpern bestand, nicht unbedeutend abgeschwächt haben. Und will man mit WEISMANN in der Chromatinsubstanz das Keimplasma erblicken, so ist es klar, dass bei der gegebenen Deutung dem neuen Thiere dennoch die gesammten Qualitäten seiner Ahnen verbleiben müssen, auch wenn zwei Richtungskörperchen gebildet sind.

Dagegen würde bei der oben an erster Stelle erwähnten Annahme bei der Bildung des ersten Richtungskörperchens eine Reduktion in den Chromosomen stattfinden (vergl. Holzschn. III), so dass schließlich die Furchungskerne (*FK*) nur die Hälfte des Keimplasmas erhielten, welches das Mutterthier besessen hatte. In Verfolgung der WEISMANN'schen Ideen würde das merkwürdige und jedenfalls haltlose Konsequenzen ergeben ¹.

6. Die Theilungen der Furchungszellen.

Eine Membran besitzt der Eikern, so viel ich habe sehen können, auf keinem der beschriebenen Stadien. Seine Abgrenzung gegen das umgebende Plasma ist bald deutlich und bald weniger scharf, wie es die bezüglichen Fig. 206—220 andeuten. In einigen Fällen bemerkte ich eine Art von Plasmastrahlung in der Umgebung des Kernes (Fig. 244, 248), nur in einem Falle saß eine unregelmäßige dunklere Plasmahaube einseitig dem hellen Kerne auf (Fig. 243). Ein deutliches Centrosoma habe ich in keinem Falle wahrnehmen können.

Wenn die Chromosomen in der deutlich gefärbten Schleifengestalt aufgetreten sind, ordnen sie sich bald zu einer Äquatorialplatte. Wir haben in Fig. 249 und Fig. 252 Polansichten einer solchen aus jungen Furchungszellen vor uns, während Fig. 220 die Seitenansicht des zur Theilung sich anschickenden Eikernes darstellt. Man vermisst im letzteren Falle an den ganz gut zu erkennenden Polen eine plasmatische Strahlung. Dieselbe dürfte nicht sehr stark ausgebildet sein, sonst würden sich wohl Spuren davon erhalten haben.

Die Lage des Eikernes vor der Theilung wird aus Fig. 237 klar werden (*Eik*) und auch aus dem umstehenden Holzschnitte V ergibt sich, dass derselbe sich nicht sehr weit von den Richtungskörpern (*rm*) entfernt. In dem dem Holzschnitt V zu Grunde liegenden Präparate befindet sich der Eikern in Vorbereitung zur Theilung. Die beiden nun entstehenden Furchungskerne rücken derart aus einander, dass

¹ Ich bemerke hierzu, dass die Holzschnitte bereits vor Erscheinen der neuesten Schrift von WEISMANN, »Über Amphimixis« (75) angefertigt und der Text schon vorher zum Druck eingereicht war. (Bem. w. d. Korrektur.)

der eine höher, der andere tiefer im Ei liegt als die randständigen Richtungskörper (Holzschnitt VI). In dieser Abbildung sind beide Kerne bereits wieder in die Spindelstellung übergetreten und die neu entstehenden Kerne trennen sich wieder etwas in der Längsrichtung des Eies, um sich abermals zu theilen (Holzschnitt VII). Auf diese Weise bildet sich in ganz normaler Folge das erste Zellenmaterial, welches das neue Thier aufzubauen bestimmt ist.

Zur Erläuterung der Holzschnitte bemerke ich noch, dass dieselben aus Querschnittserien der betreffenden Stadien rekonstruirt sind. Die

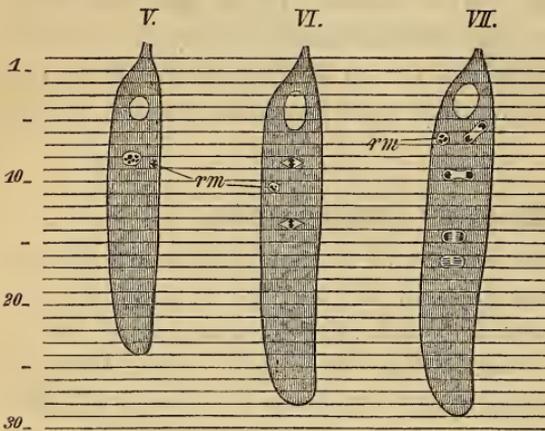


Fig. V—VII.

Schemata für die Entwicklung der Eier von *Rhodites*.
rM, Richtungskernmasse.

Kerne sind aus den betreffenden Querschnitten eingezeichnet, so dass ihre Lage zu einander völlig korrekt ist, während ihre Richtung in den flächenhaften Schemata nicht naturgetreu wiedergegeben werden konnte. So habe ich sie aus Zweckmäßigkeitsgründen stets in Seitenansicht abgebildet.

Der helle Fleck am oberen Ende des Eies stellt den sogenannten

Empfängnisfleck (siehe oben p. 147) dar, dessen Dimensionen und Lage naturgetreu ist.

In den Holzschnitten enthalten alle Furchungskerne reichliches Chromatin. Es giebt jedoch auch bei ihnen ein Stadium, in welchem das Chromatin verschwunden ist (Fig. 242, 253). Dann tritt es in Form von schwach gefärbten Pünktchen zuerst wieder auf, um später die intensiv gefärbten Schleifen zu bilden.

7. Das Verhalten der Richtungskerne.

Wir erfuhren, dass der erste Richtungskern sich theilte, während der zweite Richtungskern gebildet wurde (Fig. 205). Eine Folge dieser Theilung ist, dass der äußere Theilkern des ersten Richtungskernes ganz an die Peripherie des Eies rückt, während sein innerer Schwesterkern nahe an den zweiten Richtungskern herantritt. So gewinnt es früh den Anschein, als wenn letztere beiden Kerne alsbald von einer gemeinsamen Vacuole eingeschlossen würden (Fig. 207, 243). Ihre

Chromosomen bleiben isolirt. Ich erwähne das aus dem Grunde, weil die Chromosomen des äußeren Abkömmlings vom ersten Richtungskern eine Neigung verrathen, mit einander zu verschmelzen (Fig. 207, 243). Bis hierher sind also die Verhältnisse ganz ähnlich wie ich sie bei *Lasius* schilderte. Der äußere Kern rückt jedoch später wieder etwas tiefer in das Ei hinein (Fig. 243) und tritt in nähere Berührung mit den beiden anderen Kernen, wenn der Eikern sich zur ersten Theilung vorbereitet (Fig. 220, 242). Alsdann vereinigen sich alle drei Kerne und werden von einer gemeinsamen hellen sogenannten Kernvacuole umschlossen (Fig. 242). Dann ist nicht mehr zu erkennen, von welchem Kerne die einzelnen Chromatinpartikelchen abstammen (Fig. 248, 249).

In diesem Zustande bleibt die Richtungskernsubstanz (*Rk*) an der Peripherie des Eies liegen (Fig. 237, 240), etwa an der gleichen Stelle, an welcher vorher Eikern und Richtungsspindeln (Fig. 238) sich befanden (vgl. auch Holzschnitte V—VII, p. 458). Über das schließliche Schicksal der Richtungskernsubstanz kann ich nichts angeben, da ich spätere Stadien der Eientwicklung von *Rhodites* nicht untersucht habe.

8. Litteratur.

Über die ersten Entwicklungsvorgänge im Ei von *Rhodites* hat, so viel ich sehe, bisher nur WEISMANN (76) eine Reihe von Beobachtungen veröffentlicht. Derselbe theilt mit, dass er hauptsächlich das lebende Ei untersucht hat, während Schnitte von ihm nicht angefertigt wurden. Es können demnach die WEISMANN'schen Mittheilungen als werthvolle Ergänzungen zu den von mir mitgetheilten Resultaten dienen (oder richtiger umgekehrt), da ich lediglich konservirtes, vor Allem in Längs- und Querschnitte zerlegtes Material studirt habe. Andererseits kann es bei der Kleinheit der Kernverhältnisse nicht Wunder nehmen, wenn wir finden, dass WEISMANN eine Reihe der von mir oben beschriebenen Kernmetamorphosen am lebenden Objekte nicht gesehen hat, so z. B. die Richtungskörperchen, während mir wieder manche Besonderheiten des lebenden Eies nicht zu Gesicht gekommen sind.

Den Kern im gereiften Ovarialei hat WEISMANN gesehen und richtig abgebildet. Weiter erwähnt er dann, dass bei einem anderen Ovarialeie (allerdings nur in einem Falle) der Kern ganz am Hinterende des Eies sich gefunden habe. Nun lag natürlich der Schluss nahe, dass eine homogene glashelle Kugel am gleichen Orte, welche von einem anderen Ovarialeie abgebildet ist, wohl der weiter entwickelte Kern sein müsse. Dieser Kern erstreckt sich dann nach WEISMANN unter amöboider Bewegung in der Achse des Eies in die Länge und trennt sich schließlich in zwei Stücke, welche je nach einem Pole rücken und dort den vor-

deren und hinteren Polkern bilden. Der vordere Polkern concentrirt sich zuerst, während der hintere noch lange die Gestalt einer verschwommenen hellen Wolke beibehält und unter amöboiden Bewegungen und Dehnungen zunächst zweien Kernen die Entstehung giebt, welche sich ihrerseits theilen, »so dass dann außer den beiden großen Polkernen noch vier kleinere Kerne in der Achse des Eies liegen«. Vom hinteren Polkern entstanden diese Mittelkerne jedoch nicht durch Halbierungen, sondern als abgetrennte kleinere Stücke, wie bei einem Knospungsprocess. Der vordere Polkern verändert sich inzwischen so gut wie gar nicht.

Die amöboiden Bewegungen des hinteren Polkernes sind nicht ohne Interesse, und wenn ich sage, dass ich an meinem konservirten Materiale davon nichts gesehen habe, so soll damit durchaus kein Zweifel ausgedrückt sein. Ich habe gelegentlich im Hinterende des Eies eine Vacuolenbildung, aber nicht sehr stark, bemerkt, und weiß nicht, ob das mit obiger Erscheinung etwas zu thun hat. Wie ich die Entstehung der ersten Kerne und ihre Lagerung beobachtet habe, wurde von mir weiter oben dargestellt.

Was den vorderen Polkern anbetrifft, so kann ich nicht umhin, denselben mit dem von mir erwähnten »Empfängnisfleck« zu identificiren. Das scheint mir aus einem Vergleiche der Abbildungen von WEISMANN (Taf. X, Fig. 4, 6, 9, 40, 43) mit den von mir gegebenen (Fig. 238, 240, Holzschn. V—VII, p. 158) unzweifelhaft hervorzugehen. Auch ich habe Veränderungen dieses Gebildes und Auflösung in Gruppen von Vacuolen, wie es von WEISMANN abgebildet wird (Fig. 5 etc.), wohl beobachtet. Das Gebilde verhält sich jedoch völlig anders wie ein Kern, so dass ich die Kernnatur desselben für ausgeschlossen halte. Was aus ihm später wird, kann ich nicht sagen, da meine Untersuchung sich nur auf die frühesten Stadien des Eies erstreckte.

9. Wichtigste Resultate.

Das Keimbläschen enthält Anfangs etwa neun Chromosomen. Diese ballen sich zu einem kompakten Körper zusammen, welcher bei der Bildung des ersten Richtungskörperchens eine eigenthümliche Theilung erfährt. Die wieder auftretenden Chromosomen verrathen eine gewisse Unselbständigkeit, indem sie einerseits leicht mit ihres Gleichen verkleben, andererseits in eine größere Anzahl zerfallen können. Eine Mittelzahl jedoch scheinen neun Chromosomen zu sein. Es werden zwei Richtungskörperchen (resp. Richtungskerne) gebildet. Aus dem Eikerne verschwindet nach seiner Abtrennung vom zweiten Richtungskerne alles Chromatin. Der Kern ist völlig farblos. Er vergrößert

sich, es tritt das Chromatin zunächst in Form von Körnchen, dann in Form von intensiv gefärbten Schleifen wieder auf. Die Zahl der letzteren ist doppelt so groß als diejenige in den Keimbläschen, ohne Zutritt eines Samenkernes. Es scheint einstweilen (bis eine bessere Erklärung gegeben werden kann) das Einfachste zu sein, diese Verdoppelung auf einen Zerfall der im Keimbläschen paarweise vereinigten Chromosomen in die ursprüngliche Zahl zurückzuführen und demgemäß anzunehmen, dass bei der Bildung beider Richtungskörperchen die Kerntheilung als eine einfache Äquationstheilung aufzufassen sei. In den ersten Furchungskernen verschwindet das Chromatin ebenfalls wieder zu einer gewissen Zeit.

10. Weitere Litteratur über Hymenoptera.

F. BLOCHMANN (10) untersuchte befruchtete und unbefruchtete Bienen-eier. Die erste Richtungsspindel tritt bereits im reifen Ovarialei auf und gleich nach der Ablage trennen sich die Kernplattenhälften unter Auftreten einer Zellplatte. Die achromatischen Spindelfasern waren meist kaum zu sehen. Nach Abtrennung des ersten Richtungskernes bildet sich der Spaltkern zu dem zweiten Richtungsamphiaster um. Jetzt zeigen die Beobachtungen BLOCHMANN'S eine Lücke und diese Lücke macht sich besonders darin bemerklich, dass Verfasser zu der Ansicht kommt, der zweite Richtungskern mache noch einmal eine Theilung durch, während der sich sonst theilende erste Richtungskern hier ungetheilt bleibe.

Wenn es mir nun auch in Folge der hiesigen bienenväterarmen Gegend nicht hat gelingen wollen, von Apiseiern die richtigen Stadien zu erhalten und so diese Angaben an dem Materiale selber nachzuprüfen, so glaube ich in Folge der sonst sehr großen Ähnlichkeit zwischen der BLOCHMANN'Schen Darstellung und meinen Angaben über verwandte Hymenopteren doch zu dem Ausspruche berechtigt zu sein, dass die BLOCHMANN'Sche Auffassung falsch ist. Ich glaube, dass auch hier der erste Richtungskern eine zweite Theilung durchmacht, während der zweite ungetheilt bleibt. Für besonders beweisend halte ich da BLOCHMANN'S Fig. 8. Hier liegt nämlich zwischen den beiden Chromatinhäufchen bei Rn_2 die Andeutung einer »Zellplatte«, welche nach meiner Ansicht, gerade wie bei *Lasius*, aus der ersten Richtungsspindel her stammt und also auf ein Thelyid hindeutet. Sie trennt von einander, gerade wie bei *Lasius*, den zweiten Richtungskern und den inneren Abkömmling des ersten Richtungskernes. — Die Richtungskerne vereinigen sich später in ein oder zwei Vacuolen.

Der in das Ei gewanderte Eikern theilt sich bei unbefruchteten

Eiern direkt, bei befruchteten nach Copulation mit einem Samenkerne. Von letzteren hat BLOCHMANN öfters zwei Stück im Ei beobachtet. — Die Copulation erfolgt, wenn die Geschlechtskerne zu ziemlich großen hellen Blasen mit wenigen Chromatinkörnchen aufgeschwollen sind.

WEISMANN und ISHIKAWA (77) beobachteten bei den befruchteten Eiern von *Spathogaster tricolor*, dass im Randplasma zwei Richtungskörperchen (oder vielleicht besser Richtungskernmassen) gefunden werden, während die Geschlechtskerne copuliren. Letztere bilden dann die erste Furchungsspindel.

V. Lepidoptera¹.

16. und 17. Befruchtete und unbefruchtete Eier von *Bombyx mori* L.

Tafel XI.

Die Eier vom Seidenspinner sind bekannt genug, so dass ich nicht viel darüber zu sagen brauche. Jedoch auch über die ersten Entwicklungsvorgänge werde ich nicht allzu viel mittheilen, wegen der außerordentlichen Ungunst des Materials. Ich habe bereits an einem anderen Orte angegeben (33), dass das Chorion so außerordentlich fest ist, dass es nicht mitgeschnitten werden kann. Andererseits ist die Form des Eies so ungünstig, dass es nur selten gelingt, das Ei selber unversehrt aus dem Chorion herauszupräpariren. Die mitgetheilten Resultate sind an solchem Materiale gewonnen; dieselben werden ausreichen, um zu erkennen, dass die Verhältnisse völlig dieselben sind, wie wir sie bisher immer beobachtet haben.

I. Befruchtete Eier.

Die Eier, welche etwa eine Stunde alt geworden sind, zeigen das erste Richtungskörperchen bereits völlig abgeschnürt, und in jener Form vorliegend, welche wir bei *Pieris brassicae* näher kennen gelernt haben (Fig. 359). Das Richtungskörperchen (*RkI*, auch in Fig. 355, 356, 364) ist nicht völlig nach außen abgestoßen, es liegt in einem sich gering färbenden Randplasma und ragt nur ein Wenig über die Oberfläche des Eies vor. Zwischen erstem Richtungskörperchen und Spaltkern findet sich ein geringes Thelyid ausgebildet (Fig. 359 *th*).

Die Chromosomen sind sehr klein und in einer Zahl von mindestens

¹ Ich verweise hier noch besonders auf: H. HENKING, Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. Theil. I. Das Ei von *Pieris brassicae* L. etc. (diese Zeitschr. Bd. XLIX, 3. Heft, 1890), da diese Abhandlung, als zum Cyklus gehörend, hier in der Litteratur keine Besprechung findet.

12 Stück vorhanden. Genau habe ich die Zahl nicht feststellen können. Sie sind sowohl im ersten Richtungskörperchen wie auch im Spaltkern bereits wieder zu einer Äquatorialplatte angeordnet und dass sie in beiden Kernen eine abermalige Theilung erfahren, ist nicht zweifelhaft, wenn man dasjenige in Erwägung zieht, was ich in Bezug auf diesen Punkt von den unbefruchteten Eiern mittheilen werde. Ich habe daher nicht weiter nach den späteren Theilungsstadien gesucht. — An älteren Eiern, in welchen schon einige Furchungszellen gebildet sind, habe ich zwei Richtungskernmassen in einer nur wenig verdickten Stelle des Randplasmas aufgefunden (Fig. 358 *RK*).

Die beiden Richtungskernmassen liegen am gleichen Orte, an welchem sich die Richtungsspindeln fanden. Es besitzt nämlich das Ei an dem Mikropylenpole eine etwas abgeflachte Stelle (Fig. 355 und 358, 364 *m*). Hat man nun Flächenschnitte des Eies vor sich, so liegen die Richtungsspindeln etwas seitlich von der Mikropylengegend (Fig. 355, 364, *RkI*, Fig. 358 *RK*). Bei Längsschnitten erhält man die Spindeln in der Mitte am vorderen Pole (Fig. 367 *RkI*).

Ergänzt man sich Fig. 355 oder Fig. 358, 364 zu einem Kreise und kombinirt man dieses Bild mit Fig. 367, so hat man die Gestalt des Eies vor Augen: dasselbe kann also einem menschlichen Blutkörperchen verglichen werden. An frischen Eiern resp. an der Schale ist die beiderseitige mittlere Einbuchtung nicht so deutlich wie an den konservirten Eikörpern.

Im Übrigen hat das Ei denselben Bau wie die anderen Insekteneier: ein verhältnismäßig zartes Keimbhautblastem ist nur in der Gegend der Richtungsspindeln ein Wenig verdickt und umschließt ein aus ziemlich gleichmäßigen kleinen Kugeln bestehendes Dottermaterial (Fig. 364 *Do*). In der hinteren Eiregion findet man in der Mitte des Eies zwischen den Dotterkörnern eine größere oder geringere Zahl kleiner Plasmainseln (Fig. 367 *pl*).

Die Samen fäden findet man in der Nähe der Richtungsspindeln. Sie dringen nicht sehr tief in den Dotter ein, in welchem sie sich durch kleine strahlige Plasmaansammlungen bemerkbar machen (Fig. 355, 364 *sp₁, sp₂*). Auch hier färbt sich der Kerntheil derselben zu einer gewissen Zeit außerordentlich schlecht. Ist die Färbung dagegen gut gelungen, so sieht man, dass die Samen fäden keine Abweichungen von dem uns bereits bekannt gewordenen Verhalten darbieten. In Fig. 362 ist ein in Verkürzung begriffener Samen faden abgebildet, man bemerkt in der Umgebung des einen Endes desselben einen hellen Schein, das Arrhenoid. Dieses ist gering entwickelt, wie es auch das Thelyid war.

Was die Zahl der Samen fäden im Ei anbetrifft, so habe ich sowohl

einen (Fig. 367 *sp*) als auch deren zwei (Fig. 355, 364 *sp*₁ und *sp*₂) beobachtet.

Die Copulation der Geschlechtskerne findet anscheinend unweit der Stelle statt, an welcher die Samensterne gefunden werden (Fig. 355, 367). Wenigstens habe ich die ersten Furchungszellen nur um ein Geringes tiefer liegend gesehen (Fig. 358). Die Theilungen derselben verlaufen nicht genau in gleichem Schritt in allen Zellen, obgleich sie räumlich nicht sehr weit von einander getrennt sind (Fig. 358). An den Spindelpolen treten ziemlich große aber nicht sehr deutliche Centrosomen auf. Diese sind von einem ziemlich großen Plasmahofe umgeben, so dass das Polfeld in Gestalt einer beträchtlichen Anschwellung der Spindelfigur jederseits ansitzt. Von dem Polfelde gehen deutliche Strahlen zwischen die Dottersubstanz, welche noch kräftiger sind, wenn die chromatischen Tochterplatten sich getrennt haben (Fig. 358). Zwischen diesen letzteren bildet sich eine Zellplatte aus (Fig. 358).

Spätere Stadien habe ich nicht untersucht.

Aus meinen Notizen möchte ich noch mittheilen, dass sich unter 477 am 1. und 2. Juli 1888 abgelegten Eiern nur ein taubes Ei befand. Eine andere Angabe folgt bei Besprechung der unbefruchteten Eier.

II. Unbefruchtete Eier.

Um sicher unbefruchtete Eier zu erhalten, isolirte ich bereits den Kokon vor dem Ausschlüpfen des Thieres. Erst etwa vier Tage nach dem Ausschlüpfen begannen die Thiere Eier abzulegen. An ihnen wurden die nachfolgenden Beobachtungen gemacht.

Die unbefruchtet abgelegten Eier bieten in Bezug auf ihre Kernverhältnisse Anfangs keine erheblichen Abweichungen von den befruchteten. Es ist die erste Richtungsspindel in derselben Ausbildung vorhanden (Fig. 363 *RspI*) wie dort. Wenn dann die chromatischen Tochterplatten weiter aus einander rücken, kommt es zwischen ihnen zur schwachen Ausbildung eines Thelyid (Fig. 356 *th*). Das erste Richtungskörperchen wölbt sich auch hier ein wenig über die Oberfläche des Eies vor, ohne dass es jedoch zu einer Abschnürung nach außen hin käme. Wir müssen im Gegentheil annehmen, dass die Einbuchtung, welche Anfangs um das erste Richtungskörperchen außen sichtbar geworden ist (Fig. 356), späterhin wieder verstreicht, weil die Theilprodukte desselben wieder ganz vom Randplasma eingeschlossen sind.

Es sind nämlich auch hier, gerade wie bei den befruchteten Eiern (Fig. 359), die Chromosomen sowohl im ersten Richtungskörperchen

wie auch im Spaltkern sofort wieder zu einer Äquatorialplatte angeordnet, so dass ersichtlich ist, dass beiderseits eine abermalige Theilung vorbereitet wird. Dieselbe tritt auch alsbald ein, wie aus Fig. 364 hervorgeht: außen ist die Kernsubstanz des ersten Richtungskörperchens (*RkI*) in zwei Portionen aus einander gewichen, die Theilstücke hängen noch durch zarte Verbindungsfäden zusammen. Innen hat sich der Spaltkern ebenfalls in zwei Kerne getheilt, in den nach außen gewandten zweiten Richtungskern (*RkII*) und den sich zwischen die Dottermassen begebenden Eikern (Fig. 364 *Eik*).

Es ist also sicher, dass bei den unbefruchteten Eiern des Seidenspinners ein zweiter Richtungskern gebildet wird.

Die Richtungkerne vollziehen keine weiteren Theilungen. Es wird im Gegentheil irgendwie eine Verschmelzung zwischen ihnen eintreten; denn späterhin habe ich am Rande an Stelle der drei sekundären Richtungskerne nur zwei Richtungskernmassen im Randplasma aufgefunden (Fig. 366 *Rk*), gerade wie bei den befruchteten Eiern (Fig. 358 *Rk*). Den feineren Vorgang dabei habe ich wegen der Ungunst des Materials nicht näher verfolgt.

Der zwischen die Dottersubstanz gewanderte Eikern theilt sich und seine Abkömmlinge vermögen ebenfalls noch eine größere Zahl von Theilungen durchzumachen. Aber hier verlaufen dieselben noch viel unregelmäßiger als bei den befruchteten Eiern: man findet alle Stadien vom ruhenden Kern bis zu jungen Tochterkernen neben einander. Im Übrigen haben aber alle Stadien ein gewissermaßen pathologisches Aussehen und gewähren nicht das Bild, welches man von lebenskräftigen Kernen und Kerntheilungen zu sehen gewohnt ist. Außerdem sind alle die Figuren, welche ich gesehen habe, nicht unerheblich kleiner als diejenigen aus befruchteten Eiern. Es ist das ja leicht verständlich, indem ihnen der Zuschuss an männlicher Kernsubstanz fehlt. Aus eigener Kraft vermögen sie diesen Ausfall nicht zu decken, so viel ich gesehen habe.

Sehr instruktiv ist in dieser Hinsicht ein Vergleich der in Fig. 368 abgebildeten Spindelfigur mit der aus einem befruchteten Ei herstammenden und bei gleicher Vergrößerung gezeichneten Spindelfigur in Fig. 369. Die »unbefruchtete« Fig. 368 ist nur etwa halb so lang und breit und hat etwa nur die Hälfte der Chromatinsubstanz der »befruchteten« Fig. 369. Außerdem ist für mich noch ein anderer Unterschied von besonderem Interesse. Zwar sind in Fig. 368 die angeschwollenen Polenden noch zu bemerken, aber es fehlt von einer Plasmastrahlung in die Umgebung auch die geringste Spur.

Ein späteres Stadium habe ich in Fig. 360 abgebildet. Hier ist die

Chromatinsubstanz in größerer Menge vorhanden; doch macht das Ganze mehr den Eindruck einer direkten Theilung.

Bei älteren unbefruchteten Eiern treten an Stelle des sonst regelmäßig sich aufbauenden Blastoderms große unregelmäßige und gefärbte Felder an der Oberfläche des Eies auf. Eine Ausbildung unbefruchteter Eier zu einer normalen Larve, wie es mehrfach in der Litteratur angegeben ist (vgl. TICHOMIROFF 70, p. 342), habe ich bei meinen allerdings nicht sehr zahlreichen Züchtungsversuchen nicht beobachtet.

Ein längeres Zurückhalten der Eier scheint für diese von nicht großem Nachtheile zu sein. Ein isolirt gehaltenes unbefruchtetes Weibchen wurde neun Tage nach seinem Ausschlüpfen, nachdem es bereits eine große Zahl unbefruchteter Eier producirt hatte, mit einem männlichen Thiere einen Tag lang copuliren gelassen. Bereits am folgenden Tage (11. Juli 1888) legte es 225 Eier. Von diesen schienen sich drei gar nicht zu entwickeln, vier andere machten denselben unregelmäßigen Eindruck wie die unbefruchteten. Die übrigen furchten sich normal.

18. und 19. Befruchtete und unbefruchtete Eier von *Leucoma salicis* L.

Tafel XI.

Die zur Untersuchung verwandten Eier wurden Ende Juli 1888 konservirt. Dieselben waren zum Theil im Freien, zum Theil in der Gefangenschaft abgelegt. Frisch haben die Eier eine grünliche Farbe (Fig. 376), welche jedoch im Alkohol der gewöhnlichen weißlich-gelblichen Färbung konservirter Eier Platz macht. Ihre Gestalt ist linsenförmig, jedoch ist der Mikropylenpol flach, der Gegenpol gewölbt (Fig. 373).

Die Eier werden in Haufen abgelegt (Fig. 376) und jeder solcher Eihaufen wird wie mit einem Zuckerguss mit einem schaumig erstarrenden weißen Drüsensekrete übergossen. Dieses Drüsensekret (Fig. 370, 373 *d*) überzieht außerdem jedes einzelne Ei mit einer dünnen Schicht, von welchem dann Lamellen ausgehen können. Es färbt sich mit manchen Farbstoffen, z. B. Hämatoxylin, Rosanilin lebhaft blau und kann alsdann auch als eine das gesammte Ei überziehende dünne Schicht (Fig. 374 *d*) wahrgenommen werden.

Unter der Drüsensekretschicht folgt das derbe Chorion (Fig. 373 *ch*). Es ist glasglänzend und sehr derb und spröde, jedoch nicht so dick, wie bei *Bombyx mori*. Wenn man auf dünne Schnitte verzichtet, kann

es recht gut mitgeschnitten werden, was seine großen Annehmlichkeiten hat. Das Chorion scheint immer aus zwei Schichten zu bestehen, einer dickeren äußeren und einer dünneren inneren. Oft klaffen die beiden Blätter aus einander an den Schnitten und wenn dieses nicht der Fall ist, zeigt sich häufig da, wo sie an einander grenzen, eine gefärbte Linie (Fig. 379 s).

Das Chorion ist im Allgemeinen glatt, jedoch an dem abgeflachten Mikropylenpole mit einer Felderung versehen, welche auch an den Schnitten durch Vorsprünge sich bemerklich macht. Zu den Mikropylen führt eine in der Mitte des flachen Poles befindliche Grube (Fig. 374). Die Mikropylen sind nach dem Eiinnern zu divergirende Röhren, welche das Chorion direkt durchsetzen. Außen beginnen sie mit freier Mündung, innen endigen sie je in einem kleinen Kegel, welcher mit lang ausgezogener feiner Spitze endigt (Fig. 374). Dieser Kegel liegt nicht, wie bei *Pyrrhocoris*, dem Chorion innen an, sondern steht schräg davon ab, und ist in das eigentliche Ei gewissermaßen eingedrückt (Fig. 370 m).

Das Chorion wird außerdem noch von zahlreichen anderen Poren durchsetzt, deren eine ich in Fig. 379 (p) in starker Vergrößerung abgebildet habe. Außen beginnt die Pore mit blasenförmiger Erweiterung und setzt sich nach innen zu in Gestalt eines feinen Kanales fort. Gerade wie bei den Mikropylen sieht man auch hier oft, dass Farbstoff in den Hohlraum eingedrungen ist. Einen inneren Fortsatz besitzen die Poren nicht, doch ziehen sie direkt durch die beiden erwähnten Schichten des Chorion hindurch, wenn sie auch stets mit gespalten sind, sobald diese beiden Schichten sich getrennt haben. Sie sind eben nur als ausgesparte Kanäle im Inneren der Chorionsubstanz aufzufassen.

Die Poren durchziehen das Chorion an der Mikropylenfläche ziemlich senkrecht, nach den Seiten zu aber weichen sie davon ab, derart, dass ihr inneres Ende bei aufrechter Stellung des Eies an der rechten Seite nach rechts, an der linken nach links gebogen erscheint (Fig. 373 p). Nach dem hinteren Pol zu nimmt ihre Zahl ab.

Unterhalb des Chorion kann noch ein sehr zartes Oolemm sichtbar werden (Fig. 379 o), besonders dann, wenn der Eiinhalt geschrumpft ist (Fig. 373 o). Doch liegt dasselbe stets zum größten Theile dem Ei selber oder dem Chorion so dicht an, dass es nicht überall zu erkennen ist.

Das Ei selbst trägt außen ein deutliches Keimhautblastem, welches nur an dem hinteren Eipole von geringer Dicke ist (Fig. 373 kh). Nach innen von demselben folgt das aus runden Kügelchen bestehende Dottermaterial. In der Vertheilung desselben ist in so fern ein Unterschied vorhanden, als besonders kleine Dotterkügelchen in einer

peripheren Schicht, ferner in einem nach innen sich erstreckenden Zapfen unterhalb der Mikropyle und außerdem noch in einer ringförmigen Zone zwischen diesem Zapfen und der seitlichen Eiwand vorhanden sind (Fig. 373 *gf*, die punktierten Linien geben den Umriss dieses feinkörnigen Dotters).

a. Befruchtete Eier.

Ich theile nur so viele Beobachtungen von diesem Objekte mit, als mir nöthig zu sein scheinen für den Nachweis, dass wir hier keine Abweichungen von dem sonst von mir angegebenen Verhalten anzunehmen brauchen.

Die jüngsten Richtungsspindeln zeigen sich in gewohnter Gestalt (Fig. 372). Hier sind die Chromosomen schon etwas von einander getrennt. Die Spindelfiguren liegen etwas zur Seite von der Einmündung der Mikropylen.

Wenn die chromatischen Platten sich völlig von einander getrennt haben, wird zwischen dem ersten Richtungskerne und dem Spaltkerne ein deutliches, aber nicht sehr großes Thelyid in Gestalt eines hellen Fleckes in dem gefärbten Plasma zwischen beiden Kernen sichtbar (Fig. 377 *lh*).

Die Bildung des zweiten Richtungskörperchens zu verfolgen, ist mir nicht gelungen. Das konservirte Material war entweder noch nicht so weit in der Entwicklung, oder bereits darüber hinaus. Dass dieselbe in normaler Weise auftritt, daran ist gar nicht zu zweifeln. Denn in älteren Eiern, in welchen die beiden ersten Furchungskerne gebildet sind, bemerkt man in der neben den Mikropylen befindlichen plasmatischen Randverdickung zwei Richtungskernmassen (Fig. 373 *Rk*), von welchen die eine das zweite Richtungskörperchen enthält. Es ist das nicht zu bezweifeln, weil nach meinen sonstigen Beobachtungen eine Theilung des ersten Richtungskernes (worauf man diese beiden Kernmassen eventuell noch zurückführen könnte) ohne gleichzeitige Theilung des Spaltkernes undenkbar erscheint. Die Zahl der Chromosomen ist ziemlich groß, jedenfalls über 12.

Samenfäden habe ich in den von mir untersuchten jüngeren Stadien ebenfalls aufgefunden. Sie färben sich in der Regel schlecht und veranlassen zu dieser Zeit noch keine Strahlung. In Fig. 378 habe ich bei *sp* einen deutlich gefärbten Samenfaden abgebildet, welcher nach der Basis hin bereits die bekannte Anhäufung des Chromatin zeigt. Er liegt in einem Hofe ganz schwach gefärbten Plasmas, und zwar im Inneren des kleinkugeligen Dotterzapfens.

Die beiden ersten Furchungskerne finden sich ebenfalls in der Re-

gion des kleinkugeligen Dotters nicht sehr tief unterhalb der Zone der Richtungsspindeln. Das Chromatin tritt in ihnen in Gestalt kleiner Kügelchen wieder auf (Fig. 373). In den Richtungskernmassen liegt das Chromatin zusammengeballt in einer hellen Vacuole.

So war es jedoch nicht immer. Zur Zeit der Copulation der Geschlechtskerne sind sie stark aufgebläht und das Chromatin ist in ihnen fein vertheilt. Sie sehen alsdann gerade so aus, wie die Geschlechtskerne selber. Näheres habe ich jedoch nicht enträthseln können, da *Leucoma* überhaupt in Bezug auf die Kernverhältnisse ein sehr ungünstiges Material ist und für solche Untersuchungen durchaus nicht empfohlen werden kann.

Was die Zeitverhältnisse anbetrifft, so kann ich angeben, dass Fig. 378 aus einem 60—90 Minuten alten Eie abstammt, während das der Fig. 373 zu Grunde liegende Ei nach meinen Notizen nur »wenige Stunden alt« ist. Ich mache diese nicht gerade genauen Zeitangaben aus einem sogleich zu besprechenden Grunde.

b. Unbefruchtete Eier.

Ich habe leider versäumt zu notiren, innerhalb welcher Zeit das frisch ausgeschlüpfte und befruchtete Weibchen sich seiner Eier zu entledigen pflegt und kann daher nur den allgemeinen Eindruck erwähnen, dass es mir auffiel, wie viel länger unbefruchtete Weibchen zaudern, mit der Ablage zu beginnen. Und auch aus dem alsdann erfolgenden stückweise in langen Zwischenräumen stattfindenden Absetzen der Eier könnte man erschließen, wie gern das Thier denselben das belebende Element, den Samenfaden, mitgeben würde, — wenn es nicht überhaupt schon zu spät wäre.

Ich habe vier weibliche Puppen isolirt und die aus ihnen hervorgehenden Thiere legten ohne in Berührung mit Männchen gekommen zu sein, Eier ab nach fünf Tagen (1 ♀), sechs Tagen (1 ♀) und sieben Tagen (2 ♀).

Eine mit dem normalen Verhalten einigermassen harmonirende Entwicklung habe ich in solchen unbefruchteten Eiern nicht aufgefunden. In einem 95 Minuten nach der Ablage getödteten Ei war von einer Richtungkörperbildung nichts zu sehen. In einer Gegend, welche der Lage des Kernes etwa entsprach, fand ich nur ein dunkleres Häufchen von Plasma, ohne Chromatin und darum eine eigenthümlich concentrisch-schalige Anordnung normalen Plasmas, wie sie in älteren Eiern in größerer Zahl bemerkbar werden (Fig. 370). Hieraus ist zu schließen, dass der Kern, oder sein Äquivalent, irgendwie zerfällt und zu mehrfachen derartigen concentrischen Bildungen Veranlassung giebt. Nur

in einem Falle habe ich in dem Plasma inmitten einer solchen Bildung unzweifelhafte Chromatinkörnchen feststellen können (Fig. 370 *k*), bei den übrigen fehlten sie.

Eine besonders regelmäßige Schichtenbildung habe ich in Fig. 375 bei stärkerer Vergrößerung dargestellt. Am Rande des Eies liegen dunkle Körperchen (Chromatin?). Deren Plasmahof wird umschlossen von einer schmalen und dann einer breiten Plasmawölbung. Darauf folgt nach dem Eiinneren zu nochmals eine schmale und dann wiederum eine breite Plasmalamelle. Alle die Zonen sind durch etwa gleichbreite helle Zwischenräume getrennt. Die gesammte Figur springt beträchtlich nach innen über das gewöhnliche Plasma vor (Fig. 370 *rk*). Es können jedoch derartige ringsum geschlossene Gebilde sich auch ein wenig vom Randplasma entfernen (Fig. 370 in der Mitte).

Bildet dieses die Regel, so habe ich nur einmal beobachtet, dass eine größere Anzahl kompakter chromatischer Kerne vorhanden war, welche, je von einem hellen Hofe umgeben, zumeist in einer gemeinsamen Plasmazone unfern des Randplasmas lagen (Fig. 374). Diese Kerne scheinen sich durch amitotische Theilung zu vermehren (Fig. 374 *k*).

Es ist wohl sicher, dass aus solchen Eiern kein Embryo hervorgehen kann. Ferner ist wohl nicht abzuweisen, dass außer dem Fehlen der Samenelemente auch noch das längere Zurückhalten von Seiten des Weibchen von nachtheiligem Einfluss auf die Entwicklungsfähigkeit der Eier gewesen ist.

Litteratur über Lepidopteren.

G. PLATNER (59) untersuchte die ersten Entwicklungsvorgänge in befruchteten und unbefruchteten Eiern von *Liparis dispar*, in welchen übereinstimmend zwei Richtungskörperchen gebildet werden. Nach Theilung der ersten Richtungsspindel gehen hier die Tochterkernplatten beiderseits wieder in neue Theilung über ohne Einschaltung eines Ruhestadiums. Besonders hervorzuheben ist, dass die erste Richtungsspindel eine »schöne Zellplatte« erzeugt, deren Körnchen noch längere Zeit zwischen beiden Tochterspindeln zu sehen sind. Wie BLOCHMANN (40, p. 87) angiebt, treten die achromatischen Spindelfasern bei der ersten Richtungsspindel an den PLATNER'schen Präparaten gut hervor. — Der innerste der vier Kerne wandert zum Spermakern hin, die drei anderen sind Richtungskerne. Interessant ist, dass auch in den parthenogenetischen Eiern (gerade wie auch bei *Lasius*, *Bombyx*, *Leucoma*) die Wanderung des Eikernes an die entsprechende Stelle nach innen zu stattfindet, jedoch nicht immer. Zuweilen rückt er mit den Richtungskernen an die Peripherie.

Über die Samenfäden wird nur angegeben, dass sich von ihrer Spitze ein kleines rundes dunkles Körperchen ablöst. Sind mehrere Samenfäden eingedrungen, so sollen die Eier auch stets andere Zeichen pathologischer Veränderungen zeigen.

Es gelang PLATNER, aus den Wintereiern von fünf unbefruchteten Weibchen zahlreiche lebenskräftige Räupchen zu ziehen. Während die Weibchen schon kurze Zeit nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe sich begatten lassen und einige Stunden nach dieser die Eier ablegen, zögern unbefruchtete Weibchen damit sechs bis neun Tage, ehe sie einen regulären Eierschwamm absetzen und verlieren nur in unregelmäßigen Intervallen einzelne Eier.

VI. Dipteren.

20. Über *Musca vomitoria* L.

Die Befruchtungsvorgänge an Dipteren wurden zuerst von BLOCHMANN (9) und später von HENKING (32) in ausführlicherer Weise an *Musca vomitoria* dargestellt. Hatte BLOCHMANN die Reihenfolge der einzelnen Stadien richtig angegeben, so irrte HENKING in diesem Punkte, wurde jedoch dann durch seine Untersuchungen an *Pieris brassicae* (34, p. 4) veranlasst, der Deutung von BLOCHMANN beizutreten, indem die rasche Entwicklung und zeitliche Verschiedenheit der Stadien in den Eiern von *Musca* aus diesem Materiale keine Entscheidung erhoffen ließ.

HENKING hatte weiterhin in der Arbeit über *Musca* die Möglichkeit einer freien Kernbildung und das zeitweilige Verschwinden von Kernen und Kernsubstanz behauptet. Wie verhält es sich damit? Ich habe diese Punkte einer Nachprüfung unterzogen und gebe nun folgende Darstellung, indem ich mich auf die durchaus korrekten Zeichnungen des Autors vom Jahre 1888 beziehe (diese Zeitschrift Bd. XLVI Hft. 3 Taf. XXIII—XXVI), so wie in Bezug auf genauere Beschreibung auf den zugehörigen Text verweise.

Das nach Rückbildung des Keimbläschens übriggebliebene »Keimkörperchen« ist auf Taf. XXIII, Fig. 4, 4, 6, 12 bei *k* abgebildet. Aus ihm wird die erste Richtungsspindel, wie sie Fig. 24 (Taf. XXV) bei *fp* darbietet. Ich vermute, dass vor Fig. 24 die Fig. 27 einzuschalten ist, welche in *fi* die etwas deformierte Äquatorialplatte der Chromosomen enthält. Diese Spindelfigur würde danach die nicht weiter auffällige Stellung parallel zur Eioberfläche inne haben.

Man bemerkt in Fig. 24 die bedeutende Ausbildung der achromatischen Figur und es schließt sich daran an Fig. 23, bei welcher die achromatische Figur äquatorial eine Ausweitung erfährt, nachdem die

chromatischen Tochterplatten weit aus einander gertückt sind. Diese Ausweitung nimmt noch beträchtlich zu, während die Tochterchromosomen beiderseits eine neue Theilung durchmachen (Fig. 28 *fp*).

Vergleicht man diese Figuren mit denjenigen, welche ich von der Bildung von *Pieris brassicae* (diese Zeitschrift Bd. XLIX, 1890. Taf. XXV, Fig. 32—36), sowie hier von *Bombyx mori* und *Lasius niger* u. A. gegeben habe, so ist wohl klar, dass wir es mit identischen Verhältnissen zu thun haben. Demnach ist die besonders in Fig. 28 bei *fp* außerordentlich mächtige achromatische Aufweitung nichts Anderes als ein Thelyid. Es tritt also auch bei *Musca*, gerade wie bei den übrigen Insekten, ein solches großes »achromatisches Richtungskörperchen« auf.

Man sieht bereits an der citirten Fig. 28, dass die Chromatinsubstanz eine verhältnismäßig geringe Färbbarkeit besitzt, welche sich in den unmittelbar anschließenden Stadien noch erhöhen mag. Wenigstens ist mir bei der Revision der Präparate aufgefallen, wie gering die Färbung der Kerntheile ist, obgleich das Plasma des Eies eine deutliche gleichmäßige Tinktion aufwies und alle Kerntheile, Samenfäden etc. außerhalb des Eies sich in normaler Weise gefärbt präsentirten. Es liegt dieser Unterschied gegen die BLOCHMANN'schen Figuren, bei denen von einer Differenz in der Färbbarkeit nichts zu bemerken ist, natürlich an der Konservierungsmethode. Indessen ist es immerhin interessant zu sehen, wie das Chromatin bei einer genau angegebenen Behandlungsweise zeitlich einen variablen Charakter verräth. Übrigens habe ich eine Verschiedenheit in der Färbbarkeit, welche sich besonders gern auch im Verhalten der Samenfäden kund giebt, in vorliegender Arbeit mehrfach betont.

So bin ich denn der Ansicht, dass der helle randständige Fleck (*f*) in Fig. 15 (von *Musca vomitoria*) und in Fig. 22 (von *Musca Caesar*), welcher für den Überrest des verschwundenen Keimkörperchens ausgegeben war, nichts Anderes ist als das am Rande zurückgelassene Thelyid. Die Abbildungen Fig. 15 und 22 sind völlig korrekt und die helle Stelle inmitten einer auffallenden Plasmaansammlung dicht am Rande ist so deutlich, dass an der Realität der Bildung gar nicht gezweifelt werden kann¹. Es sind jedoch in diesen Präparaten die Chro-

¹ Die Schnitte von *Musca* sind mit SCHÄLLBAUM's Kollodium-Nelkenöl aufgeklebt, daher sind sie auf dem Objektträger nicht nachzufärben. Jedoch habe ich das Deckglas von dem der Fig. 15 zu Grunde liegenden Präparate abgelöst und die gesammten Schnitte, welche beim Überführen in Alkohol vom Objektträger fortgeschwammen, in einem Schälchen mit EHRLICH's Hämatoxylin nachgefärbt. Der helle Fleck *f* (Fig. 15) blieb unverändert und deutlich erkennbar. Ich bemerke jetzt am Rande einige dunkelblau gefärbte Körnchen, außerhalb des Fleckes *f*.

matintheile des Eies nicht gefärbt. Übrigens sehe ich an der Basis der Plasmawolke (wp_2) jetzt eine helle Stelle mit einer röthlichen Substanz daneben und möchte dieses für einen ebenfalls schlecht gefärbten und bereits stark kontrahirten Samenfadon halten.

Beachtenswerth ist noch, dass der helle Fleck f in Fig. 15 und 22 der Lage nach genau der Spindelanschwellung fp in Fig. 28 entspricht. Es scheint mir demnach erwiesen zu sein, dass es auch bei Dipteren zur Bildung eines Thelyid kommt. Zum Schluss weise ich noch auf Fig. 20 hin: man sieht am Rande die drei Richtungskerne $\text{♀ } k$, sp_1 und sp_2 ($\text{♀ } k$ und $sp_1 =$ Abkömmlinge des ersten Richtungskernes, $sp_2 =$ zweiter Richtungskern). Die beiden letzteren liegen in einem hellen Raume. Ich glaube, dass auch dieser nichts Anderes ist als das Thelyid.

Das Vorhandensein des Arrhenoid geht aus den Figuren hervor und eine Nachprüfung der Präparate bestätigt das. Die hellen Stellen wp_1 und wp_2 in den Plasmawolken der Fig. 23, 24, 27 repräsentiren das Arrhenoid, welches hier recht deutlich ausgebildet ist. Die Samenkerne leiden auch hier öfter an dem Fehler, sich nicht gut zu färben, dann aber sind sie immer noch durch das Arrhenoid verrathen. Der Samenkern scheint sich zum größten Theile unterhalb des Arrhenoid zu befinden, wie eine Nachprüfung der Präparate ergibt. Daraus wird es erklärlich, dass das Arrhenoid in der Abbildung eines Schnittes für gewöhnlich nicht hervortritt, sobald der Samenkern gezeichnet wurde (Fig. 24, 28 sp). Nur in Fig. 28 bei pt ist ein Theil des Arrhenoid gezeichnet, über welches sich ein Abschnitt des Samenfadens herüberlegt.

Es darf die helle Zone des Arrhenoid, welche zur Zeit der Richtungsspindeln auftritt, nicht zusammengebracht werden mit den hellen Kernen, welche zur Zeit der aufgeblähten Richtungskerne an Stelle der Samenfadon bemerkt werden können (Fig. 29 sp_3 , sp_4). Das war von HENKING in seiner Abhandlung über *Musca* geschehen. Wir haben vielmehr in diesen centralen Kernbildungen (Fig. 29 sp_3 , sp_4) wohl nichts Anderes als die aufgeblähten Samenkerne vor uns und es muss auf diesem Stadium die Zeit sein, wo es zur Copulation eines Samenkernes mit dem (nicht gesehenen) Eikerne kommt. So würde ich geneigt sein, den großen und abweichend liegenden Kern pt_1 in Fig. 37 für ein Produkt aus der Copulation der Geschlechtskerne zu halten,

Ob das Chromatin der Richtungskerne darin vorliegt, glaube ich zwar, kann es jedoch nicht beweisen. Jedenfalls ist zu sagen, der helle Fleck f , das Thelyid, ist deutlich vorhanden, die Chromatinsubstanz dagegen bietet ein sehr eigenthümliches Verhalten.

während der Kern pt_2 (Fig. 37) aus einem überzähligen Samenkerne direkt hervorgegangen sein möchte. Derartige Umwandlungen überzähliger Samenkerne habe ich ja mehrfach, z. B. bei *Pyrrhocoris* beschrieben.

An die Darstellung, welche sich auf die Furchungszellen bezieht, habe ich nicht viel anzuknüpfen und verweise ich auf dieselbe (p. 317 bis 322). Nur in so fern ist vielleicht eine Veränderung vorzunehmen, als der an den beiden Polen sich theilender Furchungszellen vorhandene »helle Hof« (Fig. 35 *ho*) richtiger als Attraktionssphäre bezeichnet werden dürfte, wenn auch in dem umgebenden Plasma bei der angewandten Konservirung keine Strahlung zum Vorschein gekommen ist. — Besonders betonen möchte ich noch, dass es nach den beschriebenen Veränderungen der »Dotterzellen« keinem Zweifel unterliegt, dass eine chemische oder wenigstens physikalische Umwandlung des Chromatins stattfindet.

Man sieht aus diesen Mittheilungen, dass besonders in Bezug auf die achromatischen Theile bei den ersten Entwicklungsvorgängen im Fliegenei die erwähnte Arbeit von HENKING (vom Jahre 1888) eine Reihe von Beobachtungen enthält, welche völlig in Einklang steht mit den in dieser Abhandlung niedergelegten Thatsachen, während in dem Aufsatze von BLOCHMANN hiervon merkwürdigerweise gar nichts enthalten ist. Aus diesen zu jener Zeit unverständlichen Verhältnissen erklären sich die Missdeutungen an dem recht ungünstigen Materiale.

Mit der hier angegebenen neuen Reihenfolge der Stadien von *Musca* verändern sich naturgemäß die Auffassungen über »freie Kernbildung« und derartige allgemeine Fragen in so fern, als *Musca* keine gesonderte Stellung einnimmt, wie es nach den früheren Angaben von HENKING schien, sondern nunmehr die kompakte Masse der Insekten verstärkt, welche in geschlossenem Gliede gegen manche abweichende Auffassung in das Feld rücken wird.

Was im Allgemeinen über freie Kernbildung gesagt werden wird, gilt auch für *Musca*. Und soll ich meine Ansicht über die Vorgänge bei *Phalangium* (38) mittheilen, welche gewissermaßen den Ausgangspunkt dieser ganzen Untersuchungsreihe bildete, so dürfte auch dieses sich hier anschließen lassen. Der Fehler mancher dort mitgetheilten Auffassungen beruht nach meiner Ansicht darin, dass Stadien mit einander verbunden wurden, welche nicht direkt zusammenschließen.

VII. Über Neuropteren.

ist bisher nichts bekannt geworden.

B. Allgemeines.

I. Vergleichende Übersicht der Untersuchungsergebnisse.

1. Hüllen, Bau und Orientierung des Eies.

Überblicken wir die in den vorliegenden Untersuchungen gewonnenen Thatsachen, so lassen sich die Resultate etwa in folgender Weise zusammenfassen:

Die Eier der Insekten sind von drei Hüllen umgeben. 1) Am weitesten nach innen liegt die meist sehr zarte Dotterhaut (Oolemma). 2) Es folgt nach außen das Chorion oder die eigentliche Schale, welche von verschiedener Stärke bei den einzelnen Arten ist. Zart ist das Chorion bei Hymenopteren (*Apis*, *Lasius*, *Rhodites*), Dipteren (*Musca*) und Coleopteren (*Agelastica*, *Lina*, *Crioceris*) und erreicht eine bedeutende Dicke bei gewissen Lepidopteren (*Leucoma*, *Bombyx*) und Hemipteren (*Hydrometra*). 3) Außen sind die Eier von einem erhärtenden Drüsensekret überzogen. Dieses Sekret ist zuweilen nur in sehr geringer Menge vorhanden (*Lasius*, *Pyrrhocoris*, *Tenebrio*), kann dann aber auch das Chorion an Mächtigkeit erheblich übertreffen (*Crioceris* Fig. 424, 427). Dient es einerseits den einzelnen Eiern zum Schutze, indem es den Widerstand des Chorions verstärkt (*Crioceris*), so wird es andererseits vielfach auch als schützende Hülle über die Gesammtheit der Eier ausgebreitet, sei es in Gestalt eines Schaumes (*Leucoma*, *Liparis*, *Adimonia*) oder eines festen Kokons (*Blatta*, *Periplaneta*). Wo die Eier einzeln stehen, bildet das Drüsensekret ihr Postament, sei es, dass sie auf der Seite liegen (*Lina*), wobei sie noch mit einander durch Sekretmassen fest verbunden sein können (*Hydrometra*), oder dass sie auf die Spitze gestellt sind (*Agelastica*, *Crioceris*, *Pieris*). Auch die sehr lang gestielten Eier von *Chrysopa* dürften sich hier anschließen.

Das Sekret, welches die Eier einhüllt, erfährt an der Luft oft eine merkwürdige Farbenänderung, indem es bei der Ablage rein gelblich erscheint, um bereits nach einigen Stunden einen intensiv schwarzen Farbenton anzunehmen (*Crioceris*, *Adimonia*). Von einer Dunkelung des Kokons bei *Blatta* spricht auch WHEELER (74, p. 298).

Das Chorion ist an der Eispitze durchsetzt von den Mikropylen. Als solche kann eine einfache Durchbrechung des Chorion dienen (*Pieris*, *Musca*), und nur eine Variante dieser Bildung ist es, wenn mehrere Kanäle die Dicke des Chorions schräg durchsetzen (*Lasius*), oder es ist an

jeder Durchbrechung eine nach innen gerichtete feine Kantile vorhanden (*Leucoma*, *Crioceris*), oder es sitzt außer der inneren Kantile jeder Durchbrechung noch ein kleiner Schornstein außen auf (*Pyrrhocoris*). Die inneren Kantilen können in bestimmter Weise angeordnet sein, so dass man nach ihrem Verlauf rechts- und linksdrehende Eier zu unterscheiden im Stande ist (*Pyrrhocoris*). In Bezug auf die sehr mannigfaltige Gestaltung der äußeren Mikropylen sei auf den Aufsatz von LEUCKART (52) verwiesen.

Die Dotterhaut umschließt das eigentliche Ei. Dieses besteht zum größten Theil aus Dottersubstanz, d. h. aus Dotterkugelchen und fettartigen Tröpfchen. Letztere sind auf Schnitten nur an ihren Lücken zu erkennen (*Pyrrhocoris*). — Die Dotterkugelchen sind gewöhnlich kugelig, erscheinen jedoch in selteneren Fällen auf Schnitten eckig (*Hydrometra*) oder mit Einbuchtungen versehen (*Pyrrhocoris*). Ihre Größe ist in jedem Ei verschieden, d. h. es kommen große und kleine neben einander vor, jedoch derart, dass bei jeder Species gewisse Dimensionen nicht überschritten werden. Abnorm große Dotterkugelchen finden sich nebenher im Ei selten (*Lampyrus* Fig. 395 *d*). Oft ist zu bemerken, dass dem Keimhautblastem mit Vorliebe kleinere Dotterkugelchen angelagert sind, zuweilen aber können die kleineren Dotterkugelchen außerdem auch noch im Inneren des Eies in bestimmten Figuren angeordnet sein (*Leucoma*, *Liparis* nach PLATNER). Sehr fein sind die Dotterelemente bei *Rhodites*.

Die Dotterkugelchen verhalten sich gegen Färbung oft verschieden, indem manche sehr chromatophil sind (*Agelastica* etc.). Andere erscheinen homogen, andere wie aus Körnchen bestehend. Zuweilen waren sie wie angefressen und wie mit hineingenagten Vacuolen versehen (*Pyrrhocoris*, hungernde Thiere?).

Das Plasma kann Körnchen und stäbchenartige Bildungen enthalten. Es ist in größter Menge vorhanden an der Oberfläche des eigentlichen Eies und bildet dort das Keimhautblastem WEISMANN'S. Dass es bei irgend einem Insektenei ganz fehlen sollte, ist nicht anzunehmen, obgleich seine Stärke verschieden ist (sehr dünn bei *Hydrometra*, gewissen Eiern von *Lasius*).

Außen trägt das Keimhautblastem zuweilen Pseudopodien (*Agelastica* Fig. 95, *Pieris*?), welche besonders stark an dem ersten Richtungszapfen hervortreten. Hier sind sie selbst bei solchen Eiern zu sehen, welche am übrigen Körper keine Pseudopodien tragen (*Lampyrus*).

Nach innen setzt sich das Keimhautblastem in ein Netzwerk fort,

welches die Dotterkugeln umschließt. Ob es ein Maschenwerk ist, ist nicht zu erkennen. Das Netzwerk ist meist sehr zart und daher oft nicht zu sehen. Gut darzustellen ist es von *Adimonia* (Fig. 349), auch von *Crioceris*, wo es unregelmäßiger ist. Am dicksten ist das Netzwerk, so viel ich gesehen habe, bei *Rhodites* und *Musca*.

In einer Verdickung des Keimhautblastems liegt der Kern, im abgelegten Ei bald am vorderen Pole (*Leucoma*, *Lasius*), bald an einer Längsseite des Eies, mehr dem vorderen (*Agelastica*, *Pieris*, *Apis*) oder dem hinteren Pole genähert (*Donacia*).

Was die Gestalt der Eier anbetrifft, so ist dieselbe sehr wechselnd, jedoch meist von bestimmter Form. Nur bei *Lampyris* (so viel ich weiß) ist sie veränderlich, und richtet sich nach der Umgebung. — Es herrscht das Oval vor. Eine Hinneigung zur Nierenform fand ich bei *Musca*, *Lasius* und auch bei den gestreckten Eiern von *Rhodites*; kegelförmig ist *Pieris*, konkav-konvex *Leucoma*, etwa wie ein menschliches Blutkörperchen *Bombyx mori*.

Meist orientirt man die Eier nach den Mikropylen, also dem Orte, wo die Samenfäden eindringen. Es ist das eigentlich eine Orientirung, welche dem Eie selber völlig fremd ist, indem die Mikropylen außerhalb des Eies gebildet werden. Ein fester Punkt für das eigentliche Ei ist dagegen in dem Kerne des abgelegten Eies gegeben. Stellen wir diesen nach oben (Holzschnitt VIII, der Kern ist jedes Mal durch zwei kleine

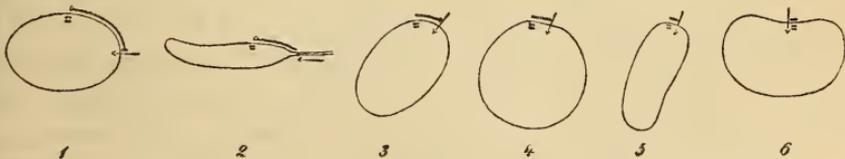


Fig. VIII.

horizontale Striche angedeutet), so wird die Auffassung der Form eine etwas andere wie gewöhnlich. Dann stellt Nr. 1 das häufigste Vorkommen schematisch dar (bei *Pyrrhocoris*, *Hydrometra*, *Tenebrio*, *Adimonia*, *Crioceris*, *Lina*, *Donacia*, hier dürfte sich auch *Lampyris* anfügen) und es schließt sich unmittelbar daran an Nr. 2 (*Rhodites*, *Musca*). Hier findet das Eindringen der Samenfäden (durch den Pfeil angedeutet) ziemlich weit vom Kern des Eies statt, wie es der doppelte Kontour anzeigt.

In Nr. 3 (*Agelastica*, *Pieris*, *Apis*) hat das Ei eine schiefe Stellung, und so ist es auch noch in Nr. 4 (*Bombyx mori*), obgleich hier wegen der runden Form des Flächenschnittes schwerer zu sehen, indem nur der Mikropylenpol etwas abgeplattet ist. Nr. 5 (*Lasius*) und Nr. 6 (*Leucoma*)

nähern sich der gewöhnlichen Aufstellung, indem hier der Kern des Eies und der Ort für das Eindringen der Samenfäden sehr dicht neben einander liegen, wie aus den Figuren hervorgeht.

Spätere Untersuchungen mögen zeigen, ob nicht eine derartige Aufstellung der Eier zu der Anlage des Embryo in gewisser Beziehung steht.

2. Bildung des ersten Richtungskörperchens und des (ersten) Thelyid.

Das im reifenden Ei vorhandene große Keimbläschen verschwindet schließlich, indem seine Kontouren unregelmäßig werden und sein Volumen immer mehr abnimmt, bis von ihm höchstens noch ein kleiner heller Hof um die Chromosomen übrig bleibt (z. B. *Musca*, *Pyrrhocoris*, *Agelastica*, *Rhodites*). Die Chromosomen ordnen sich wohl immer bereits in dem zur Ablage reifen Eie zur Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel. Ist dagegen an ihrer Stelle ein kompaktes Körperchen vorhanden (*Musca*, *Rhodites*), so ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass dieses durch Verschmelzung der Chromosomen entstanden ist. Denn bei *Rhodites* habe ich diesen Vorgang schrittweise verfolgen können.

Die erste Richtungsspindel hat zugespitzte Pole (*Agelastica*) oder sie ist tonnenförmig (*Pyrrhocoris*). Von Centrosomen oder Attraktionsphären ist in normalen Spindeln bisher nichts Sicheres bekannt geworden, nur bei *Agelastica* habe ich eine Andeutung davon erhalten (Fig. 403, Taf. IV) und an künstlich beeinflussten Eiern desselben Objektes sogar ein recht deutliches Bild (Fig. 447, Taf. V). Wenn auch die angewandte Methode nicht sehr vortheilhaft zur Darstellung dieser Gebilde war, so lässt sich doch so viel aussagen, dass dieselben, wenn überhaupt, nur äußerst gering entwickelt vorhanden sein können.

Im Einklang damit steht das Verhalten der Strahlung. Die Spindelfäden sind immer nur in geringer Ausbildung vorhanden (gewisse künstlich beeinflusste Eier von *Agelastica* ausgenommen, Fig. 447, 440, Taf. V; auch bei *Liparis* sollen sie gut entwickelt sein). Von einer Plasmastrahlung ist gewöhnlich gar nichts zu sehen, oder es sind nur winzige Andeutungen vorhanden (*Rhodites*).

Die zur Äquatorialplatte aufgestellten Chromosomen erscheinen zweizählig (oder zweireihig) und wenn sie noch einmal eingeschnürt sind (*Pieris*, *Pyrrhocoris*, *Agelastica*), unter der Gestalt einer Doppelhantel. Die beiden Kugeln der Hantel können dabei anscheinend durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sein (*Pyrrhocoris*). Da es mir aber gelang, auch in solchen Fällen eine zarte Verbindung zwischen ihnen zu entdecken und andererseits die Bewegung eines solchen Kugelpaares immer derartig ist, wie es nur bei zusammengehörigen resp. zu-

sammenhängenden Körpern sein kann, so scheint mir ein Zweifel an ihrer Einheit nicht gestattet zu sein. Es ist das in Hinsicht auf die Anschauungen von WEISMANN nicht unwichtig.

So weit ein Zählen der in die Äquatorialplatte eingehenden Chromosomen bisher möglich war, hat sich übereinstimmend ergeben, dass die bei Polansicht oder sonstwie festzustellende Zahl die Hälfte (oder etwa die Hälfte vgl. *Agelastica*) der in den ersten Furchungskernen resp. den Gewebskernen vorhandenen Chromosomenzahl ausmacht (*Pyrrhocoris*, *Lasius*, *Rhodites*, *Agelastica*). Da die vorhergehenden Theilungen der Keimzellen noch die normale Ziffer besitzen (*Pyrrhocoris*), so tritt also mit der Bildung des ersten Richtungskörperchens eine Reduktion in der Zahl der Chromosomen ein.

Es ist das also dasselbe Verhalten, wie ich es bei der entsprechenden Theilung der Samenzellen habe feststellen können (*Pyrrhocoris*, *Agelastica*), wo die Reduktion in der Zahl mit der ersten Theilung der Chromosomen eintritt.

Es rücken nämlich nach der Metakinese die Chromosomen in der reducirten Zahl jederseits nach dem Pole. Man trifft in den bald nach der Ablage konservirten Eiern die Spindel besonders häufig in der Stellung, dass die Chromosomen sich weit getrennt haben, ein Stadium, welches demnach von besonders langer Dauer ist.

Wenn die Chromosomen aus einander rücken, werden zwischen ihnen die Verbindungsfäden sichtbar. Meist sind dieselben nur zart, oder nur in den Anfangsstadien stärker ausgebildet (*Agelastica*), können jedoch auch beträchtliche Dimensionen erreichen (*Pieris*). Es geht unzweifelhaft Chromatin in sie über. Da sie nun später am Aufbau der Zellplatte theilnehmen und da sie z. B. bei *Pieris* mehr Chromatin enthalten als die Chromosomen selber, so wird sich zeigen, dass durch sie den Kernen eine gewisse Menge von Chromatin entzogen wird.

Zwischen den Verbindungsfäden und den Chromosomenreihen vermehrt sich die helle Substanz, welche der Spindel das charakteristische Aussehen giebt und quer hindurch zieht eine deutliche Zellplatte (*Agelastica*, *Lampyrus*, *Adimonia*, *Lasius*). Diese kann aber auch nur gering ausgebildet sein (*Pyrrhocoris*) oder anscheinend ganz fehlen (*Rhodites*, parthenogenetische Eier!).

Indem die beiden Tochterkernplatten aus einander rücken, enthält die äußere die Chromosomen des ersten Richtungskörperchens, die innere diejenigen des »Spaltkernes« oder der zweiten Richtungsspindel. Zwischen beiden Chromosomenreihen aber kommt es zur Ausbildung eines (ersten) achromatischen Richtungskörperchens« oder

eines (ersten) Thelyid. Das Thelyid wird gebildet von der Substanz der Verbindungsfäden und der Zellplatte. Wo die Zellplatte verhältnismäßig groß ist (*Lasius*, *Tenebrio*), da bildet sie doch nicht allein das Thelyid, sondern sie ist noch von einer hellen Substanz umgeben, welche in anderen Fällen (*Pieris*, *Musca*) eine beträchtliche Ausdehnung haben kann. Bei *Pieris* war in dieser ansehnlich großen hellen Scheibe die Substanz der Verbindungsfäden noch längere Zeit in Gestalt von Kügelchen zu erkennen. Dann verschwanden dieselben. — Das Thelyid konnte jedoch auch die Form eines eigenthümlich gewundenen Körperchens annehmen (*Tenebrio*. *Gastroides*), welches eine Ähnlichkeit mit dem jungen Nebenkerne der Spermatiden erkennen ließ. Aber auch in dieser Gestalt hatte es keine lange Dauer.

Bis hierher hat der zur Copulation sich vorbereitende Kern des Eies demnach verloren

- 1) die Chromosomen des ersten Richtungskörperchens,
- 2) das (erste) Thelyid, d. h. den größten Theil der Verbindungsfäden resp. die Zellplatte und die in deren Umgebung befindliche achromatische Substanz.

3. Die Bildung des zweiten Richtungskörperchens (und des zweiten Thelyid).

Die Chromosomen der aus der ersten Richtungsspindel hervorgehenden inneren Tochterplatte bereiten sich sofort zu einer zweiten Theilung, ohne dass sie einen ruhenden Kern formiren. Nur bei *Agelastica* habe ich beobachtet, dass ein Zerfall in Körnchen eintreten kann.

Haben die Chromosomen die Gestalt einer Hantel, so beginnen sie alsbald zum Zweck der Theilung sich um 90° zu drehen, sich gewissermaßen aufzurichten (*Pyrrhocoris*, *Agelastica*). Dann, nachdem dieses vollendet ist, findet die völlige Durchschnürung statt und die Hälften rücken aus einander.

Oft tritt die Spaltung der Chromosomen so früh ein, dass die erste Richtungsspindel noch nicht aufgelöst ist und das Ganze gewissermaßen in einer Figur vor sich geht (*Musca*, *Pieris*, *Rhodites*), oder es findet eine völlige Abtrennung vom ersten Richtungskerne und (erstem) Thelyid statt. Dann haben die inneren Chromosomen aus der ersten Richtungsspindel sich mit einem hellen Hofe, einer Kernvacuole, umgeben und ich spreche von einem Spaltkerne.

Ein Auftreten deutlicher Spindelfäden zum Zweck der Theilung habe ich nicht gesehen. Dennoch erfolgt die Halbierung der Chromo-

somen prompt. Wie die Trennung der Hälften vor sich geht, kommt es zur Ausbildung von zarten Verbindungsfäden, doch verschwinden diese bald. In einigen Fällen tritt zwischen den aus einander weichen chromatischen Tochterplatten eine größere Menge einer hellen Substanz und in deren Mitte eine Zellplatte auf (Agelastica, Pyrrhocoris). Dann runden sich die chromatischen Tochterplatten an den Polen dieser »Pseudospindel« zu den Tochterkernen ab, während die Substanz der »Pseudospindel« beim Aufbau der neuen Kerne keine Verwendung findet.

Der äußere dieser beiden Tochterkerne ist der zweite Richtungskern, der innere aber der Eikern. Wenn es zur Ausbildung einer Pseudospindel kam, so bleibt deren achromatische Substanz und die in der Mitte derselben befindliche Zellplatte unbenutzt am alten Orte liegen, während der zweite Richtungskern und besonders der Eikern sich von ihr entfernen.

Man kann demnach zweierlei Gruppen unterscheiden:

- 1) Bei der Bildung des zweiten Richtungskernes tritt eine »achromatische Pseudospindel« auf, meist mit deutlicher Zellplatte, und diese Pseudospindel bleibt als »zweites achromatisches Richtungskörperchen« oder als »zweites Thelyid« am Orte seiner Entstehung liegen: Agelastica, Lampyris, Pyrrhocoris.
- 2) Bei der Bildung des zweiten Richtungskernes findet eine Halbierung der Chromosomen statt, ohne dass es dabei zu einer Abtrennung von achromatischer Substanz käme: Pieris, Musca, Lasius, Rhodites, Tenebrio.

Es lässt sich augenblicklich noch gar nicht übersehen, ob der hiermit gekennzeichneten Differenz irgend welche Wichtigkeit innewohnt. Jedenfalls eröffnet sich damit für spätere Zeiten ein neues Problem.

4. Das Verhalten der Richtungkerne.

A. Was den ersten Richtungskern anbetrifft, so beobachteten wir dreierlei Fälle, und der Kern verhielt sich danach verschieden:

- 1) Der erste Richtungskern wird mitsammt einer geringen Menge von Plasma vom Körper des Eies völlig abgeschnürt. — Dann bleiben die einzelnen Chromosomen getrennt, sie können wohl noch zerfallen, aber zu einer Theilung des Kernes kommt es nicht (Pyrrhocoris, Lampyris).

Auf diese Weise ist ein echtes erstes Richtungskörperchen gebildet.

- 2) Es erhebt sich ein plasmatischer Zapfen über die Oberfläche des Eies und schließt in seiner Spitze den ersten Richtungskern ein (Coleopteren). Zur Ausbildung eines echten ersten Richtungskörperchens kommt es nicht, weil der Zapfen sich vom Eikörper nicht ablöst. Eine Vermittelung mit der ersten Rubrik ist durch jenen ungewöhnlichen Fall von *Tenebrio* gegeben, dass es ausnahmsweise einmal zu einer Abtrennung des an der Basis durch Vacuolen gelockerten Richtungszapfens kam. Nach HEIDER (34) soll es bei *Hydrophilus* zu einer Abtrennung des ersten Richtungskörperchens kommen.

Der Richtungszapfen, welcher sich fast immer durch einen Besatz von Pseudopodien oder Wimpern auszeichnet, verkürzt sich im Laufe der Entwicklung wieder, und wie so sein plasmatischer Inhalt eine Wiedervereinigung mit dem Eileibe anstrebt, so sehen wir eine gleichgerichtete Tendenz in dem ersten Richtungskern Platz greifen. Der Kern kommt aus dem Richtungszapfen herab und begiebt sich auf den im Randplasma liegenden zweiten Richtungskern zu. Hier sind jedoch wiederum zweierlei Möglichkeiten zu unterscheiden, welche aber nicht scharf getrennt sind, sondern bei demselben Objekt neben einander vorkommen können (Agelastica). Es bleibt nämlich a) der erste Richtungskern ungetrennt (*Tenebrio*) oder b) zerfällt in zwei Tochterkerne. Hierbei scheint es sich tatsächlich nur um ein einfaches Zerfallen zu handeln, wenigstens habe ich es niemals zu einer Spindelbildung kommen sehen, obgleich die Theilung recht genau ausgeführt zu werden pflegt.

Von diesen beiden Abkömmlingen des ersten Richtungskernes rückt der innere (*Rki* [2]) zuerst in das Ei hinab und auf den zweiten Richtungskern los, indem er dabei sich mit einer Kernvacuole umgiebt (Agelastica, Adimonia) oder sonst die Chromosomen zu einer Einheit zusammenfasst (*Donacia*), — der äußere Abkömmling des ersten Richtungskernes (*Rki* [1]) kann noch eine längere Zeit in der Spitze des Zapfens verharren (Agelastica, Adimonia), später aber begiebt auch er sich in das Randplasma des Eies herab.

- 3) Es verbleibt der erste Richtungskern ganz im Randplasma, also kommt es auch hier nicht zur Ausbildung eines echten ersten Richtungskörperchens. Eine Andeutung hieran kann darin erblickt werden, dass sich um die erste Richtungskernplatte noch eine kleine Partie des Randplasmas durch eine oberflächliche Furche zeitweilig abgrenzt (Fig. 359 *Bombyx*). Die Oberfläche

des Eies konnte auf die in der Tiefe vorgehende Abschnürung des Kernes auch durch eine bald verschwindende Einziehung und eine stärkere Ausbildung der erwähnten Pseudopodien oberhalb der Richtungsspindel antworten (Pieris), — gewöhnlich aber ist auch von einer derartigen Betheiligung nichts mehr zu bemerken (Musca, Lasius, Rhodites, Leucoma).

In diesem dritten und letzten Falle scheint es Regel zu sein, dass sofort wieder eine Theilung des ersten Richtungskernes eintritt. Der Kern verhält sich genau so wie jenseits des Thelyid der Spaltkern (Musca, Pieris, Bombyx, Lasius, Rhodites).

B. Etwas abweichend gestalten sich die Verhältnisse des zweiten Richtungskernes; jedoch sind hier nur zwei Fälle zu unterscheiden.

1) Der zweite Richtungskern erhebt sich in einem plasmatischen Zapfen über die Oberfläche des Eies resp. über die Oberfläche der bereits vom ersten Richtungskörperchen eingenommenen Richtungskerngrube. Dann schnürt sich der Zapfen ab und das zweite (also echte) Richtungskörperchen liegt völlig außerhalb des Eies (Pyrrhocoris, Lampyris).

Es kommt dieser Fall nur vergesellschaftet mit A 4, also ebenfalls völliger Ausstoßung des ersten Richtungskörperchens, vor.

2) Der zweite Richtungskern verharrt im Randplasma (alle übrigen Beispiele mit Ausnahme von Pyrrhocoris und Lampyris). Er dringt auf dem Marsche nach außen oft nur bis zum Thelyid vor (Lasius) oder tritt in dieses hinein (Agelastica). Zu einer Abschnürung oder selbst nur zur Hervorwölbung eines Zapfens kommt es nicht. Es bildet sich also kein echtes zweites Richtungskörperchen. Mit einem solchen verliert das Ei sonst immer eine geringe Menge von Plasma. Es ist das in so fern zu beachten, als hier zwar der Richtungskern für die Weiterentwicklung des Eies verloren sein mag, während in Bezug auf das Richtungsplasma (sit venia verbo!) hier keinerlei Andeutungen vorliegen, dass dasselbe sich am Aufbau des Embryo nicht betheilige.

Theilungen des zweiten Richtungskernes kommen, so weit sich ersehen lässt, nicht vor und die gegentheiligen Angaben BLOCHMANN'S (über Apis) beruhen auf falschen Deutungen, wie ich am gegebenen Orte nachgewiesen habe.

Dieser Fall kommt vor vergesellschaftet mit A 2 und A 3,

d. h. es kann gleichzeitig der erste Richtungskern in einem Zapfen liegen oder (A 3) im Keimhautblastem eingeschlossen sein.

5. Ausbildung der dem Ei zugehörigen Kerne (Eikern und Richtungskerne).

Nach Abtrennung des zweiten Richtungskernes umgibt sich die innere Platte der Chromosomen mit einer sogenannten Kernvacuole und indem sich die Chromosomen in der scharf abgegrenzten Vacuole zerstreuen, lassen sie den Eikern entstehen. Der Vorgang kann in extremen Fällen nach folgenden zwei Schemata vor sich gehen.

- 1) Die Chromosomen behalten ihre im Allgemeinen rundliche Form noch sehr lange bei bis in die Copulation mit dem männlichen Kerne (Fig. 9, 49, 74). Erst während der Copulation gehen die rundlichen Chromosomen direkt in Schleifenform über, ohne dass sich, wie bei Nr. 2, ein netzförmiges Stadium dazwischen eingeschaltet hätte. Es behalten demnach die Chromosomen während dieser ganzen Veränderungen immer ihre erkennbare Individualität (*Pyrrhocoris*).
- 2) Die anfänglich rundlichen Chromosomen fließen aus einander zu einem verzweigten Kernnetze, so dass sie einzeln nicht mehr zu unterscheiden sind (*Agelastica* Fig. 430, *Lasius* Fig. 290, 294). Es geht hier also die Individualität der Chromosomen zu Grunde. Der Vorgang kann alsbald nach der Abtrennung von der Spindel erfolgen (*Agelastica*, *Rhodites*) oder die Chromosomen bleiben noch einige Zeit kugelig erhalten (*Lasius*). Immer aber ist das Netzwerk gebildet und die Chromosomen als solche verschwunden, wenn der Eikern mit dem Samenkerne copuliert (*Agelastica*, *Lasius*, *Pieris*).

Was die Ausgestaltung der Richtungskerne anbetrifft, so ist die Mannigfaltigkeit recht groß und wir können folgende Gruppen aufstellen:

A. Der erste Richtungskern bleibt ungeteilt. Dann können wir ihn stets vom zweiten Richtungskerne unterscheiden. Denn dieser letztere nimmt gewöhnlich sehr früh einen netzförmigen Bau an und die Chromosomen verlieren ihre Selbständigkeit mehr oder weniger (*Agelastica*, *Lampyrus*, *Tenebrio*), oder die Chromosomen stellen sich wenigstens zu einem Kernrund zusammen (*Pyrrhocoris* Fig. 46, 49 *RkII*). Der erste Richtungskern dagegen ist durch die isolierten Chromosomen ausgezeichnet, welche zwar wohl durch Zerfall ihre Zahl vergrößern können, aber immer scharf umgrenzt bleiben und nur lose neben

einander liegen, ohne dass es zur Ausbildung eines eigentlichen Kernes käme. Es ist dabei ganz unwesentlich, ob der erste Richtungskern in einem echten Richtungskörperchen sich befindet (*Pyrrhocoris*, *Lamproloma*) oder gemeinsam mit dem zweiten Richtungskerne im Keimhautblastem (*Tenebrio* Fig. 387).

B. Anders liegen die Verhältnisse, wenn der erste Richtungskern sich theilt. Dann haben die beiden Abkömmlinge dieselbe Werthigkeit wie der zweite Richtungskern und demnach auch wie der Eikern. Wir haben hier also vier einander gleichwerthige Kerne vor uns. Wir werden jedoch sehen, dass sie trotzdem sich nicht unerheblich verschieden verhalten. Da die Umwandlungen des Eikernes bereits besprochen sind, so möge er als Norm und Vergleichsobjekt für die übrigen dienen.

- 1) Das Nächstliegende ist, dass der zweite Richtungskern als Bruder des Eikernes die gleiche Ausbildung erfährt wie der Eikern. Das ist nun in der That häufig der Fall, vorausgesetzt, dass der zweite Richtungskern im eigentlichen Ei verbleibt und nicht nach außen befördert wird. Dann nimmt der zweite Richtungskern völlig synchronisch mit dem Eikern den netzförmigen Bau eines ruhenden Kernes an (*Agelastica* Fig. 130, 129, *Donacia* Fig. 408, 409). Der erste Richtungskern oder seine Abkömmlinge sind in der Entwicklung weiter zurück und zwar um so weiter, je ferner sie der Mittelachse des Eies sind.
- 2) Der Eikern macht *pari passu* die gleichen Veränderungen durch wie alle drei Richtungskerne. Das kann nur eintreten, wenn die Richtungskerne sich nicht aus dem Keimhautblastem entfernen. Es gehen also alle vier Kerne gleichmäßig zu dem netzförmigen Bau über (*Pieris* [36] Taf. XXV, Fig. 39), auch *Musca*). Da die Entwicklung aller gleichzeitig stattfindet, so unterscheiden sie sich kaum von einander.
- 3) Der Eikern macht völlig synchronisch dieselben Veränderungen durch wie der äußere Abkömmling des ersten Richtungskernes (*RkI* [1]). Es wird natürlich auch hier vorausgesetzt, dass alle Richtungskerne sich im Keimhautblastem befinden.

Dieser interessante Fall findet sich in typischer Weise bei *Lasius* ausgebildet. Während die beiden mittleren Richtungskerne sich abweichend verhalten (Fig. 286 *RkI* [2] und *RkII*), ballen sich im Eikern und äußerstem Richtungskerne die Chromosomen zusammen (*RkI* [1] und *Eik*, Fig. 286). Dann gehen die beiden letzteren Kerne, obgleich räumlich weit getrennt, gleichzeitig zu dem netzförmigen Bau über (Fig. 262 *RkI* [1] und *Eik*), die Chromosomen als Individuen verschwinden, und selbst nach der

Copulation der Geschlechtskerne fährt der äußerste Richtungskern fort, gleichzeitig mit jenen sich aufzublähen und kuglige Chromosomen in sich auszubilden (Fig. 285 *RkI*[1] und Fig. 303).

Die beiden mittleren Richtungskerne (Fig. 286 *RkI* [2] und *RkII*) haben zwischen sich das Thelyid (*Th*) und behalten ihre ursprüngliche Ausbildung bei, d. h. die rundlichen Chromosomen liegen in einer hellen »Kernvacuole«. Die Chromosomen verändern sich nicht und behalten ihre Individualität. Später geht das Thelyid mit in die Kernvacuolen über (Fig. 285), so dass schließlich die Chromosomen von einem gemeinsamen Raume umschlossen sind (Fig. 264, 265).

Eine Andeutung an solche Verhältnisse zeigt auch *Rhodites* (Fig. 209) allerdings nicht mehr.

Ich möchte diesen Fall auf Nr. 2 zurückführen, derart, dass die beiden mittleren Richtungskerne hier irgend ein Hemmnis für ihre gleichsinnige Entwicklung gefunden haben. Augenblicklich ist nicht zu ersehen, dass ein anderer Unterschied gegen die unter Nr. 2 genannten Fälle hier gegeben ist, als durch die etwas andere Ausbildung des Thelyid, so dass in der Nähe dieses Gebildes für die beiden mittleren Kerne die Hemmung gesucht werden könnte. Natürlich leidet eine solche Vermuthung an allen den Bedenklichkeiten, welche in den Naturwissenschaften einem »Schlusse aus Exklusion« innewohnt.

- 4) Der Eikern ist verschieden von allen drei Richtungskernen. Dies ist in weiter vorgerückten Stadien der Fall mit *Rhodites*, indem nur der Eikern sich aufbläht, während in den drei Richtungskernen die kompakte Chromatinsubstanz erhalten bleibt.
- 5) Hier noch eine negative Angabe: So weit meine Erfahrung geht, ist es niemals der innere Abkömmling des ersten Richtungskernes (*RkI* [2] der Figuren), welcher unter Ausschluss der übrigen eine Ähnlichkeit mit dem Eikerne aufwies.

6. Das Schicksal der chromatischen und achromatischen Richtungskörper.

Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die Richtungskörper der Insekten dem Ei nicht verloren gehen. Nur *Lampyris* macht unter den von mir untersuchten Formen eine Ausnahme, indem hier die Richtungskörper außerhalb des Eies liegen bleiben. Allerdings ist hierbei zu bemerken, dass mir als späteste Stadien nur Eier mit noch wenigen Furchungszellen vorlagen, so dass die Möglichkeit gar nicht von der

Hand zu weisen ist, dass auch hier noch eine Aufnahme der Richtungskörper in das Ei bewerkstelligt wird.

Bei allen übrigen bleiben die chromatischen und achromatischen Richtungskörper entweder direkt im Ei, oder der sie etwas über die Oberfläche desselben emporführende Zapfen giebt sie dem Ei später wieder zurück, oder sie werden vom Ei gewissermaßen wieder verschlungen, wenn sie schon ganz nach außen abgeschnürt waren (Pyrrhocoris). Im letzten Falle lagen sie später an der Oberfläche des Dotters (Fig. 48—50).

Diejenigen chromatischen Richtungskörper, welche die Verbindung mit dem Keimhautblastem nicht verloren hatten, verhielten sich etwas verschieden:

- 1) Der zweite Richtungskern (*RkII*) und der innere Abkömmling (*RkI* [2]) des ersten Richtungskernes (oder auch wohl der ungetheilte erste Richtungskern, *Tenebrio*, *Agelastica* z. Th.) rücken zusammen und vereinigen sich später in einer gemeinsamen Kernvacuole (*Agelastica*, *Adimonia*, *Lasius*, *Rhodites*, *Bombyx*?) Hierbei ist Regel, und wir werden dasselbe auch noch weiter unten treffen, dass in den Fällen, wo einer der Richtungskerne einen netzförmigen Bau angenommen hatte, in dem Kernnetz nun schleifenförmige Chromosomen auftreten (*Agelastica* Fig. 420, *Tenebrio* Fig. 387). Es können auf die Weise zwei copulirende Richtungskerne ganz das Aussehen der in genau gleicher Weise sich verändernden Geschlechtskerne während der Copula annehmen, vorzüglich wenn nun noch eine vom Thelyid erzeugte Strahlensonne sich hinzugesellt (*Agelastica* Fig. 420).

Nach Verschmelzung der beiden Kerne findet man außer dieser Richtungskernmasse noch im Randplasma des Eies den äußeren Abkömmling des ersten Richtungskernes (*RkI* [1]), welcher sich sehr lange isolirt halten (*Lasius* Fig. 269, 270 *Rk*, *Agelastica*, *Crioceris* Fig. 425, *Ademonia* Fig. 354) oder auch alsbald mit den vereinigten beiden anderen Richtungskernen verschmelzen kann (*Rhodites* Fig. 243, 248—220).

- 2) Es vereinigen sich alle drei Richtungskerne gleichzeitig zu einer gemeinsamen Masse. — Da in diesen Fällen alle drei Richtungskerne die gleiche Beschaffenheit besaßen und gleichzeitig mit dem Eikerne einen netzförmigen Bau angenommen hatten (ich schließe *Musca* hier ein), so traten zunächst, gerade wie oben, schleifenförmige Chromosomen in ihnen auf (*Pieris* [36] Fig. 80, *Musca* [32] Fig. 37, bei BLOCHMANN [9] Fig. 35). Diese

können dann, gerade wie in den Geschlechtskernen, sich verkürzen und in eine Ebene aufstellen. Wenn dann aber die drei Kerne verschmelzen, stellen sich die Chromosomen nicht in eine gemeinsame Ebene, sondern sie vertheilen sich unter feinem Zerfall regellos in dem gemeinsamen Kernraum (*Pieris* [36] Fig. 79, 76, *Musca* [32] Fig. 36 *m*).

Über das Schicksal der achromatischen Richtungskörperchen, der Thelyide, lässt sich Folgendes aussagen: Das zweite Thelyid verschwindet sehr bald. Das erste Thelyid, welches ja auch größere Dimensionen zu haben pflegt, hält sich etwas länger. Am längsten habe ich es bei *Pieris* (bis zur Copulation der Geschlechtskerne, 36, Fig. 10), bei *Lasius* (ebenfalls bis zur Copulation der Geschlechtskerne, Fig. 263 *th*), bei *Agelastica* (etwa eben so lange Fig. 443 *Th I*) und *Tenebrio* (Fig. 382, 383 *th*) beobachtet. Dann verschwindet es.

Besondere Beachtung verdient noch, dass das erste Thelyid sich mit einer plasmatischen Strahlung umgeben kann. So ist es in auffallender Weise bei *Agelastica*. In normalen Eiern tritt eine undeutliche Strahlung am Thelyid auf, wenn der aufgeblähte zweite Richtungskern in dieses eingetreten ist (Fig. 423). Die Strahlung kann sehr bedeutend werden während der Copulation der Richtungskerne (Fig. 420). Dass wirklich das Thelyid die strahlenerregende Materie enthält, scheint deutlich zu werden in Eiern, welche mit erhöhtem Druck zu einer stärkeren Strahlenbildung veranlasst waren (Fig. 433, 438, 497 *Th I*).

7. Die Samenfäden im Ei und die Copulation der Geschlechtskerne.

Zu der Zeit, in welcher die Spermatozoen in das Ei eindringen, befinden sich die beiden Geschlechtsprodukte auf einem ganz verschiedenen Entwicklungszustande. Nach der neueren Auffassung ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass die beiden letzten Theilungen im Hoden, also die erste und zweite Theilung der Spermatocyten, der Bildung des ersten und zweiten Richtungskörperchens im Ei für gleichwerthig zu erachten seien.

Nun haben die Samenfäden diese Theilungen längst durchgemacht, haben eine langwierige Umgestaltung in die Fadenform erlitten, während das Ei jetzt dabei ist, die erste Theilung zu unternehmen. Es ist also das Ei vergleichsweise viel jünger, als es die Samenfäden beim Eindringen sind.

Was fangen nun aber die Samenfäden im Ei an, während das Ei die von ihnen längst absolvirten Theilungen durchmacht? Die Samenfäden müssen aus der Fadenform sich rückbilden, also eine rückläufige Metamorphose unternehmen. Das hat der Eikern nicht nöthig. Während

die Rückverwandlung des Samenfadens resp. Samenkernes stattfindet, macht der Kern des Eies die noch nöthigen Theilungen durch und die Vorgänge erfordern genau die gleiche Zeit, so dass Eikern und Samenkern gleichzeitig in den der Copulation vorhergehenden bläschenförmigen Zustand eintreten.

In das Ei dringt eine größere Zahl von Samenfäden ein (Agelastica Fig. 114, Pyrrhocoris Fig. 4, Lasius Fig. 261). Jedoch dürften die meisten derselben gleich im Randplasma des Mikropylenpoles zu Grunde gehen. Wenigstens habe ich im Dotter, in welchem die zur Copulation sich vorbereitenden Samenfäden gesucht werden müssen, niemals mehr als höchstens drei Samenelemente aufgefunden (Pyrrhocoris Fig. 8, 18, Agelastica Fig. 109, Lasius Fig. 261). Zwei Samenelemente im Dotter sieht man sehr oft, noch öfter aber nur eines.

Es ist eine sehr verbreitete Ansicht, dass Polyspermie für die Weiterentwicklung schädlich sei oder wohl gar nur bei geschwächten Eiern statthaben könne, eine Ansicht, welche ja auch durch die Beobachtungen an zahlreichen Thieren, besonders Echinodermen, genügend gestützt ist. Dennoch trifft sie für die Insekten nicht zu. Die Polyspermie ist hier so häufig und das Taubwerden der Eier im Verhältnis dazu so selten, dass eine nachtheilige Wirkung der überzähligen Samenfäden meines Erachtens gar nicht diskutirt werden kann. Gelang es mir doch bei Pyrrhocoris etwa 50% polyspermer Eier, dagegen nur 2—4% nicht entwicklungsfähiger Eier festzustellen.

Wenn die Samenfäden aus dem Keimhautblastem sich zwischen die Dottermassen begeben, so gehen sie hierbei verhältnismäßig selten mit der Spitze voran. Zwar ist gewöhnlich noch ein Stück des Schwanzfadens am Kopfe des Spermatozoon erhalten; aber die schlängelnde Beweglichkeit desselben hat aufgehört. Dennoch dürfte auch jetzt noch ein Bestandtheil des Schwanzfadens die Bewegung des Spermatozoon bewerkstelligen.

Man bemerkt nämlich, dass der Kopf des Spermatozoon gewöhnlich eine Biegung gegen den Schwanzfaden erleidet, während das Ganze in den Dotter hinabsinkt und diese Biegungsstelle von Kopf und Schwanz marschirt gewöhnlich voran (Pieris, 36, Fig. 58—61, Agelastica Fig. 112, Pyrrhocoris Fig. 5—7, 13, Lasius Fig. 256). An derselben Stelle tritt nun auch ein heller Schein auf, welcher eine Strahlung im umgebenden Plasma veranlasst. Ich habe diese helle Substanz als das Arrhenoid bezeichnet (Fig. 114 c). Innerhalb desselben kann noch ein besonderes Körperchen oder eine andere Substanz sich bemerklich machen (Pieris, Agelastica).

Woher stammt nun diese strahlenerregende Substanz? Es ist wohl

kein Zweifel daran, dass dieselbe vom Samenfaden herzuleiten ist, daher habe ich sie Arrhenoid genannt. Ferner scheint es mir unleugbar zu sein, dass sie mit dem Schwanzfaden desselben in Verbindung gebracht werden muss. Denn wenn sich später der Kopf des Spermatozoon vom Schwanzfaden trennt und entfernt, wie es öfter vorkommt, so bleibt das Arrhenoid mit dem Schwanzfaden in Verbindung und dorthin richtet sich die Strahlung, während der verkürzte Kopf seitlich und außerhalb des Centrums der Strahlung liegt (z. B. *Agelastica* Fig. 457, 479 c, *Pieris*, 36, Fig. 65, 66 f).

Wenn am Samenfaden nach dem Eindringen in das Ei ein Spitzenknopf deutlich wird, wie ich es bei *Agelastica* beobachtet habe (Fig. 409, 4—3), so tritt die Strahlung durchaus nicht um diesen herum auf, sondern gerade am anderen Ende des Kopffadens (Fig. 484), also an der Grenze von Kopf und Schwanz.

Es ist hervorzuheben, dass der Samenfaden sich Anfangs oft schlecht färbt und daher schwer sichtbar gemacht werden kann (*Musca*, *Lampyrus*, *Lasius*, *Leucoma*). Das bessert sich, sobald der Kopf desselben sich zu verkürzen beginnt. Die Verkürzung findet regelmäßig nach der Basis hin statt. Auch der Schwanzfaden tritt dann deutlicher hervor.

Auf Rechnung welcher Substanz des Schwanzfadens ist nun aber die strahlenerregende Wirkung zu setzen und woher das Arrhenoid abzuleiten? Im reifenden Samenfaden von *Pyrrhocoris* findet sich (37) an der Grenze von Kopf und Schwanz außer dem allgemeinen plasmatischen Überzuge noch der Ansatzpunkt des Nebenkernes und das Mitosoma. Nebenkern und Mitosoma sind Abkömmlinge der bei der letzten Theilung der Spermatocten auftretenden Verbindungsfäden. Das bei der Theilung dieser Zellen als kleines Körperchen auftretende Centrosoma ist bis in das Spermatosom nicht zu verfolgen und kann daher einstweilen nicht in Betracht kommen.

Bei *Pyrrhocoris* tritt das Arrhenoid im Ei nicht in großer Ausbildung auf, um so stärker aber bei *Agelastica*. Bei diesem Thiere sind jedoch die Samenelemente verhältnismäßig klein, doch konnte ich auch hier Nebenkern (*n*) und Mitosoma (*m*) in gleicher Lage in den heranwachsenden Samenfäden (Fig. 485) nachweisen. Die Centrosomen sind in den sich theilenden Spermatocten auch hier sehr klein (Fig. 467, 494) und nach der Theilung nicht mehr zu erkennen. Sie würden in gar keinem Verhältnis zu der Größe des Arrhenoid im Ei stehen (Fig. 479 c).

Nachdem ich nun beobachten konnte, dass das Thelyid bei *Agelastica* eine reiche Strahlenbildung zu erregen vermag, stehe ich nicht an, auch für Nebenkern oder Mitosoma die gleiche Fähigkeit anzuneh-

men. Denn es ist kein Zweifel daran, dass beide von den bei der Theilung ihrer Mutterzellen auftretenden Verbindungsfäden herzuleiten sind, das Thelyid von den Verbindungsfäden der ersten Richtungsspindel, das Arrhenoid von den Verbindungsfäden der zweiten Theilung der Spermatocyten.

Ich will besonders darauf aufmerksam machen, dass eine gewisse Schwierigkeit darin liegt, dass die beiden genannten Theilungen einander nicht entsprechen. Der zweiten Theilung der Spermatocyten muss die zweite Richtungsspindel an die Seite gestellt werden. Was diese Ungleichheit bedeutet, bin ich augenblicklich zu beantworten außer Stande. Das ändert jedoch an der Schlussfolgerung nichts.

Die Verkürzung des Samenfadenkopfes nach der Basis hin bewirkt, dass derselbe zu einem kleinen ovalen aber noch kompakten Körperchen zusammenschrumpft. Die Verkürzung ist etwa zu der Zeit vollendet, wenn die chromatischen Tochterplatten der zweiten Richtungsspindel sich zu den neuen Kernen (Eikern und zweiter Richtungskern) zusammengeballt haben (Agelastica Fig. 438, Lasius Fig. 259).

Von hier ab verläuft die Entwicklung des Samenfadens genau im gleichen Schritt mit der gleichgerichteten Entwicklung des Eikernes, obgleich die Kerne Anfangs räumlich weit getrennt sind. Und wenn ich dann noch hinzusetze, dass diesem Entwicklungsrhythmus ganz in gleicher Weise einer der Richtungskerne oder sie alle sich anschließen, und ferner ebenfalls die überzähligen Samenkerne, so leuchtet ein, dass wir als Ursache dieser auffallenden Erscheinung das Eiplasma verantwortlich machen müssen.

Es beginnt also der Samenkern sich aufzulockern und durch Aufnahme einer hellen Substanz sich aufzublähen. Dabei tritt er in das helle Arrhenoid ein und ich sprach die Ansicht aus (Pieris, 36), dass die Volumenzunahme des Kernes auf Kosten des Arrhenoids erfolgen möchte, indem dieses sich in gleichem Schritt verringert. Dieser Ansicht bin ich auch noch, wengleich ja die Aufblähung des Eikernes aus eigener Kraft und ohne Gegenwart einer hellen Substanz darthut, dass der Kern an sich im Stande ist, die zu seiner Aufblähung erforderliche helle Substanz sich auf andere Weise zu verschaffen.

Der aufgeblähte und nun zur Copulation bereite Samenkern enthält im Inneren ein Netzwerk, welches von der vorher und nachher deutlich vorhandenen Chromatinsubstanz oft nichts erkennen lässt (Lasius Fig. 314). Dieser Zustand kann sich erhalten bis in die Copulation

hinein, und der Eikern befindet sich dann im gleichen Zustande (Fig. 408, 409 *Donacia*).

Die Copulation geht in folgender Weise vor sich: der Samenkern ist etwa bis zur Höhe des Ortes der Richtungsspindeln in den Dotter eingedrungen (*Tenebrio* Fig. 380 etc.), oder nur eine kurze Strecke weit, wenn die Richtungsspindeln sich in der Nähe der Mikropyle befinden (*Lasius* Fig. 262 etc.). Dort verharret der gewöhnlich von einer reichlichen Plasmastrahlung umgebene Samenkern. Auf ihn eilt nun der Eikern vom Rande her zu und tritt in den Strahlenhof des Samenkernes ein. Wie dann die beiden Geschlechtskerne sich an einander schmiegen, erscheinen in ihrem Inneren gebogene Chromatinschleifen (z. B. Fig. 24). Diese Schleifen verkürzen sich später und die Umgrenzung der Kerne verschwindet, so dass die Chromosomen nun in einem gemeinsamen Raume liegen. Der Rest des Arrhenoid wird zu den Attraktionsphären für die erste Furchungsspindel (Fig. 24 *Pyrrhocoris*), welche nun in Erscheinung tritt, indem die Chromosomen sich zur Äquatorialplatte aufstellen. Jetzt sind aber oft noch zwei getrennte Gruppen von Chromosomen zu unterscheiden, welche wohl als männliche und weibliche angesprochen werden dürften (*Pyrrhocoris* Fig. 22, *Pieris*, 36, Fig. 48, 50). Es theilen sich die Chromosomen und gehen zur Hälfte je in einen der beiden ersten Furchungskerne über.

Was wird aus den überzähligen in das Ei eingedrungenen Samenfäden? Dieselben machen genau die gleichen Veränderungen durch, wie derjenige, welcher später zur Copulation kommt. Es ist nicht zu bemerken, dass einer derselben etwa prädestinirt ist dazu. Außerdem schließen sich diese überzähligen Samenkern in ihrer Ausbildung ganz genau dem gleichen Rhythmus an, den alle übrigen Kerngebilde im Ei innehalten, eine Thatsache, welche mir alle Achtung zu verdienen scheint. Die Figuren z. B. auf Taf. I werden hierfür genügende Beispiele abgeben. Die Gleichheit in der Entwicklung geht bis zu dem Stadium, dass in dem aufgeblähten Kerne die schleifenförmigen Chromosomen aufgetreten sind (Fig. 24). Zu dieser Zeit befinden sich aber zwei der Geschlechtskerne bereits in Copula. Ist dieselbe vollendet, so tritt alsbald Theilung und Bildung der ersten Furchungskerne ein.

Eine völlige Theilung habe ich an einem der überzähligen Samenkern nicht beobachtet, das späteste mir zu Gesicht gekommene Stadium war in der Aufstellung der Chromosomen zu einer Art von Äquatorialplatte gegeben (Fig. 196 ♂, *Agelastica*). Aber diese Figuren machten keinen sehr lebensfähigen Eindruck. Außerdem ist hervorzuheben, dass überzählige Samenfäden um so seltener gesehen werden,

je weiter die Entwicklung bis zu dem oben genannten Punkte vorschreitet. Es ist mir demnach zweifelhaft, ob die Samenkern wirklich lebenskräftige Theilungen durchmachen. Möglich ist es, dann aber wohl nur in seltenen Fällen eintretend. Das Endsicksal der überzähligen Samenkern verdient schon aus dem Grunde ein besonderes Interesse, als es RÜCKERT (63) kürzlich wahrscheinlich gemacht hat, dass nicht nur mehrere »Spermaköpfe« in die Keimscheibe von Selachiereiern eindringen, sondern dass von ihnen außer dem männlichen Vorkern auch noch »Dotterkerne« oder »Merocyten« gebildet werden. Jedoch brauchen nach seiner Ansicht nicht alle Merocyten diesen Ursprung zu haben. Das würde in gleicher Weise für die Dotterkerne der Insekteneier betont werden müssen; denn diese sind in allen Eiern vorhanden, also auch in den Monospermen.

Ein Eindringen mehrerer Samenfäden in normale Eier ist nicht oft beobachtet und scheint nur bei solchen mit großem Dotter häufiger vorzukommen. Sie lösen sich jedoch z. B. bei *Petromyzon* nach den Angaben von KUPFFER und BENECKE (54) und von BÖHM (41) alsbald auf (gehemmte Spermatozoen) und nur eines (das penetrirende Zoosperm) entwickelt sich zu einem Kerne, dem männlichen Vorkern. Eben so ist es nach E. VAN BENEDEN (2) bei Kaninchen. Es ist demnach die Weiterentwicklung eines Theiles der in das Ei der Insekten eingedrungenen Samenfäden als normaler Vorgang im Thierreich nicht eben gewöhnlich.

Dass der in das Ei eingedrungene Samenfaden noch ein Stück des Schwanzes mit sich führe, ist nur recht selten beobachtet worden. Ich vermute jedoch, dass dieses negative Resultat wohl nur auf Rechnung der Feinheit der Schwanzgeißel zu setzen ist. In ganzer Länge wird dieselbe allerdings wohl niemals dem Ei inkorporirt.

Behält das Spermatozom mehr die Gestalt einer gewöhnlichen Zelle, so erregt es keine Verwunderung, wenn hier nicht nur der Kern, sondern auch die gesammten übrigen Zellbestandtheile im Ei gefunden werden. Das ist ja besonders von *Ascaris megalocephala* von allen Beobachtern angegeben. Hiernach war zu erwarten, dass Ähnliches auch bei den fadenförmigen Spermatozomen vorkommen würde.

Ich habe von *Pyrrhocoris* nachgewiesen, dass der nadelförmige Kopf des Spermatozomes noch von einer zarten Hülle von Plasma überzogen sei (37, Fig. 97 p). Plasmabestandtheile werden aber auch noch in dem überall beobachteten Schwanzfadenstück mitgeführt, welches außerdem das Mitosoma und einen Theil des Nebenkernes enthält. Es

ist hiernach eine völlige »Abstreifung« des männlichen Plasmas beim Eindringen nicht anzunehmen.

Dass ein mehr oder weniger beträchtliches Stück des Schwanzfadens mit in das Ei schlüpft, haben zuerst SELENKA (64) bei *Toxopneustes* und O. HERTWIG (44) bei *Cymbulia* und *Tiedemannia* gesehen und auch abgebildet. Veränderungen an demselben sahen sie nicht; es verschwand allmählich.

Bei *Arion* dringt nach PLATNER (60) ein beträchtliches Stück des Schwanzes in den Dotter mit ein und auch PLATNER hat hier in gleicher Weise wie ich bei Insekten jene Eigenthümlichkeit des Schwanzfadens angetroffen, dass seine Färbbarkeit im Dotter beträchtlich zugenommen hat. Später aber wird er immer undeutlicher und ist schließlich völlig aufgelöst. Interessant ist die Angabe: »die im Dotter befindliche Partie desselben macht die Bewegung, welche die sich ausbildende Furchungsspindel von der Peripherie nach dem Centrum des Eies bringt, nicht mit, sondern bleibt unverrückt liegen« (p. 70). Zum Schluss möchte ich nicht verfehlen, darauf aufmerksam zu machen, dass in allen von PLATNER gegebenen Abbildungen, wenn der Schwanzfaden überhaupt auf eine längere Strecke zu verfolgen ist, er stets mitten durch eine der Strahlungen hindurchzog. Es scheint mir das bei der vermuthlichen Ausschließlichkeit dieses Vorkommens doch eine tiefere Bedeutung zu haben.

Auch BÖHM (44) hat bei *Petromyzon* ein kurzes Fädchen am Samenkern beobachtet.

Ich habe oben angegeben, dass bei Insekten kein Zweifel daran sein kann, dass die Strahlung am Samenfaden in der Umgebung des Schwanzes an der Grenze von Kopf und Schwanz hervortritt, nicht aber im Umkreise des bei *Agelastica* z. B. im Ei sichtbar werdenden Spitzenknopfes. Es ist natürlich gar nichts darüber auszusagen, ob damit etwa ein für fadenförmige Spermatozoen allgemeingültiges Verhalten gekennzeichnet ist. Nach FOL (22) nimmt das Centrosoma bei *Echinus* von der Spitze des Samenfadens seinen Ursprung. Ich möchte dem gegenüber darauf hinweisen, dass nach SELENKA (64) bei *Toxopneustes variegatus* der Vorgang offenbar ein anderer ist. Denn hier bildet sich zunächst um den Kopf des Spermatozoon die radiäre Dotterstrahlung. »Langsam beginnt nun der Hals des Spermatozoenköpfchens zu schwellen. Ich konnte wiederholt wahrnehmen, wie er an Volumen zunimmt, während er immer noch mit dem Samenschwänzchen, welches in einer körnchenfreien Straße von Dotterprotoplasma liegt, in Verbindung steht. Weiter beobachtete ich, wie die Spitze

des Spermatozoons, die durch ihre stark lichtbrechende Eigenschaft leicht erkenntlich ist, sich vom Hals desselben loslöst, von dem überall in Bewegung befindlichen Dotterprotoplasma fortgeführt wurde und sich endlich dem Auge entzog; offenbar wird dieselbe resorbirt sowie auch der Schwanz« (p. 7)¹. Demnach ist hier die Strahlung jedenfalls nicht an die Spitze des Spermatozoons gebunden, sondern verbleibt dem eigentlichen Kerne auch nach Fortrücken der Spitze.

Bei Petromyzon entsteht nach BÖHM (11) die Strahlung am Spermatozoon derart, dass neben dem stabförmigen Kerne ein helles Centrosoma auftritt. Wie aus seiner Fig. 24 hervorgeht liegt dieses Strahlenzentrum neben dem einen Ende des Kernstabes und zwar nach Fig. 19 neben dem tiefer im Ei befindlichen Ende. Es ist das also das gleiche Verhalten wie bei den Insekten, nur ist aus den Angaben von BÖHM nicht zu ersehen, ob das Centrosoma neben dem Vorderende oder neben dem Hinterende des Kernstabes gelegen ist.

Bei Infusorien geht nach MAUPAS (54) und R. HERTWIG (45) das Hinterende des ♂ (Wander-) Kernes, welches also mit den Verbindungsfäden zusammenhing, beim Marsche auf den ♀ (stationären) Kern zu, voran.

8. Die Beobachtungen von Vejdoský (71).

Mit besonderem Nachdruck möchte ich hier auf die Untersuchungen von VEJDOSKÝ aufmerksam machen, welche das Ei von *Rhynchelmis limosella* betreffen, und zwar aus dem Grunde, weil die Resultate von VEJDOSKÝ mit den meinigen in ganz auffallender Weise übereinstimmen. Ich betone das, da ich mir keine bessere Gewähr für die Richtigkeit der Beobachtungen denken kann, als wenn zwei Forscher unabhängig von einander und an verschiedenem Materiale dieselben Erscheinungen beobachten und zu den gleichen Schlüssen kommen. Die Abhandlung von VEJDOSKÝ erschien bereits 1888 und im folgenden Jahre machte ich meine erste Mittheilung über diesen Gegenstand (Naturforscher-Versammlung zu Heidelberg); jedoch gelang es mir erst jetzt, nach Fertigstellung der ganzen Untersuchungsreihe, das betreffende Heft 4 der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von VEJDOSKÝ (71) mir zugänglich zu machen.

Die Bildung der Richtungkörperchen von *Rhynchelmis* erfolgt in gewöhnlicher Weise; jedoch giebt VEJDOSKÝ an, dass die Tochterchromosomen bei der Theilung der ersten Richtungsspindel farblos und

¹ Die gesperrt gedruckten Worte sind im Original nicht besonders hervorgehoben.

glänzend werden. »Allen Eigenschaften nach sind die Polzellen als echte, aber sehr unvollkommen entwickelte Zellen aufzufassen, welche, nachdem sie keine chromatischen Elemente enthalten¹, nicht lange fortbestehen können« (p. 56). — Der ♀ Pronucleus rückt alsdann in das Ei; er besteht aber nur aus stark glänzenden Bläschen, während chromatische Substanz völlig in ihm fehlt. Erst, wenn der Eikern größer wird, treten in ihm einzelne sich intensiv roth färbende »Nucleoli« auf.

Der Spermakern wandert vom Rande her in die Mitte des Eies; er ist völlig achromatisch. Auch von den Lumbriciden und von Nephelis giebt VEJDVSKÝ an, dass der Spermakern Anfangs nicht nachzuweisen ist. »Offenbar muss derselbe noch sehr klein sein und ebenfalls wie bei Rhynchelmis in diesem Stadium der chromatischen Elemente entbehren« (p. 76).

Der Spermakern hat neben sich eine ausgedehnte helle Substanz, welche von Strahlung umgeben wird, den »Periplast«. Es ergiebt sich ohne Weiteres, auch aus den nachfolgenden Veränderungen, dass der Periplast von VEJDVSKÝ nichts Anderes ist als ein Arrhenoid. Die Entstehung des Periplastes und überhaupt das allmähliche Eindringen des Samenfadens hat VEJDVSKÝ zwar nicht so genau verfolgen können, wie ich es bei den Insekten geschildert habe, immerhin aber doch hinreichend genug um sagen zu können: »der Periplast selbst ist der umgewandelte Schwanz oder, wenn man will, ein Theil desselben« (p. 75).

Nach Erreichung des Eicentrums wandert der kleine ♂ Pronucleus in den Periplast (= Arrhenoid) hinein, und nimmt an Volumen zu. Also ganz wie ich es geschildert habe. Es hat VEJDVSKÝ gerade diese Vorgänge sehr ausführlich dargestellt und in klaren Abbildungen auf Taf. VI erläutert. Die Strahlenbildung (Taf. VI, Fig. 46) ist ganz wie bei Insekten. Jetzt dehnt sich der wohl etwas kleiner gewordene Periplast seitlich aus und bildet eine Spindel. An den Spindelpolen rundet sich ein Theil desselben zu den neuen Attraktionssphären ab, während ein anderer Theil in der Umgebung des ♂ Pronucleus verharrt und eine Spindelstreifung bekommt. Auch das Plasma sammelt sich um die Pole und dort tritt nun eine feine Strahlung auf um kleine Centren im Inneren der Attraktionssphären.

Jetzt tritt der achromatische Eikern an den ♂ Pronucleus heran, ohne dass von ihm ein »Periplast« oder eine Strahlung sichtbarlich mitgebracht würde. Die Verschmelzung der Kerne hat VEJDVSKÝ nicht

¹ Dieses und auch das weiterhin im Druck Hervorgehobene ist im Original nicht gesperrt gedruckt.

gesehen, doch sind inzwischen im ♂ Pronucleus zahlreiche intensiv gefärbte kugelige »Nucleoli« (= Chromosomen) aufgetreten. — Die aus der ersten Furchungsspindel hervorgehenden zwei Tochterkerne enthalten jedoch abermals keine Spur von Chromatinsubstanz; sie bestehen aus Theilen, »die man annäherungsweise als Kügelchen bezeichnen kann; aber dieselben sind vollkommen achromatisch und anscheinlich von gelatinöser Beschaffenheit«. Die Chromosomen »entstehen also erst nachträglich« (p. 108).

Eines weiteren Kommentars bedürfen die mitgetheilten That- sachen wohl kaum.

9. Die plasmatischen Strahlungen.

Ich habe in der vorhergehenden Darstellung zweierlei Arten von Strahlungen nicht scharf unterschieden, weil ich glaube, dass dieselben mit einander in Zusammenhang stehen und keine scharfe Trennung zulassen.

1) Die eine Strahlung zeichnet sich durch feine Radien im Plasma aus und wird gewöhnlich unter der Bezeichnung der Aster oder Sonnen verstanden. Sie tritt ganz allgemein bei Theilung junger Furchungs- kerne, auch wohl an den eingedrungenen Samenfäden und in manchen Fällen bei Bildung der Richtungskörper stärker hervor. Eine solche Strahlung war es auch, welche das Thelyid umgeben konnte (Agelastica Fig. 133).

2) Eine andere Art von Strahlung besteht darin, dass gewisse von einem gemeinsamen Mittelpunkte ausgehende Plasmastraßen sich verstärken und einen eigenthümlichen mehr gestreckten und straffen Lauf annehmen. Man könnte diese Ausgestaltung mit manchen Pseudopodien vergleichen, wenn nicht ein beachtenswerther Unterschied vorläge. Die Pseudopodien ragen in eine andersgeartete Umgebung hinein, diese Plasmastrahlen dagegen befinden sich im Inneren derselben Zelle und gehen an ihren Enden und seitlichen Verzweigungen in das gemeinsame Plasmanetz des Eies über. Es strömt unter Neubildung von plasmatischer Substanz eine größere Menge derselben nach einem gemeinsamen Mittelpunkte zusammen. Dem entsprechend verdicken sich die Radien gewöhnlich etwas, je mehr sie sich dem gemeinsamen Centrum nähern (Fig. 143 ♂). Um das Centrum häuft sich dann die Plasmasubstanz in größerer Menge an, und in diesem können nun die unter Nr. 1 beschriebenen Radien hervortreten (Fig. 157, 166) oder auch fehlen (Fig. 179, 180).

Diese gröberen Strahlen werden vielleicht nur in dotterreichen Eiern sichtbar sein; denn eine einfache Über-

legung ergibt, dass sie, die sonst keine erheblichen positiven Merkmale haben, nur durch räumliche Trennung vom übrigen Eiplasma auffallen können. Das wird hier eben von den Dotterkörnern geleistet. Ja selbst in den Fällen, dass diese größeren Radien nur wenig Plasma enthalten, ist das für sie charakteristisch, dass sie gelegentlich die dicht gedrängten Dottermassen in eigenthümlicher Weise zerklüften, wie ich es von *Pyrrhocoris* beschrieben habe.

Die beiden Arten von Plasmastrahlungen kommen vielfach mit einander vergesellschaftet vor, derart eben, dass im Centrum der zuletzt beschriebenen größeren Strahlung auch noch die feinere Strahlung auftritt. Dann verlaufen die Radien der letzteren in den plasmatischen Ausläufern der ersteren ebenfalls noch. In anderen Fällen wiederum ist schwer zu sagen, welche von beiden Arten vorliegt, wie z. B. in Fig. 352 (*Adimonia*, Konservirung mit FLEMMING'S Flüssigkeit). Man kann also keine scharfe Grenze ziehen.

Gemeinsam ist für beide, dass sie radiär von einem Orte ausgehen, welcher irgend wie einen Reiz ausüben muss. Welcher Art dieser Reiz ist, ob chemische Umwandlungen mit gleichzeitigen Strömungen ihn hervorrufen (wie es das Wahrscheinlichste ist) oder etwas Anderes, darüber kann man ohne umfassende Neuuntersuchungen augenblicklich nur ziemlich werthlose Hypothesen äußern.

Jedenfalls sind die Strahlungen nur das äußere Bild für einen uns unbekanntem Vorgang und man kann die relative Ausdehnung der Plasmastrahlen recht wohl als Maßstab für die Größe des »Reizes« annehmen, wie auch die Intensität der Leuchtkraft als Werthmesser für die Beurtheilung der Leuchtquelle dient.

Aus dem Grunde ist es nicht unwichtig, dass um das Arrhenoid eine außerordentliche Strahlung regelmäßig hervortritt, während am Eikern bei seinem Vorrücken zur Copulation auch nicht die geringste Spur einer solchen vorhanden ist. Ich mache auf diese bisher gar nicht genügend gewürdigte Thatsache hiermit noch einmal ausdrücklich aufmerksam und füge hinzu, dass es hierbei völlig gleichgültig ist, ob der Eikern ein Centrosoma mit sich führt oder nicht. Der Unterschied zwischen Eikern und Samenkern bleibt bestehen und berechtigt uns, derartige Eier, wie von mir geschehen (35), als arrhenogene zu bezeichnen.

Da die von mir weiter oben unter Nr. 2 beschriebenen größeren Strahlungen bei den Insekten und den von mir benutzten Methoden am deutlichsten hervortreten, so sind sie es hauptsächlich, welche beim Vergleich zwischen Eikern und Samenkern den Unterschied

zwischen dem »senilen« Eikerne und dem unter vorliegenden Umständen äußerst »furchungskräftigen« Samenkerne augenfällig machen.

Beiläufig mag noch erwähnt sein, dass auch der im Dotter befindliche Schwanztheil des Samenfadens einen gewissen Reiz ausübt, weil sich mit großer Regelmäßigkeit in dessen Umgebung eine größere Menge von Plasmasubstanz ansammelt. Dadurch wird der Weg des Samenfadens angezeigt, was in besonders auffälliger Weise z. B. in Fig. 176 (*Agelastica*) zu Tage tritt. Noch eigenthümlicher zeigt sich darin gelegentlich *Tenebrio*, indem hier gewissermaßen zerstreute Stücke den gewundenen Weg der Spermatozoen anzeigen (Fig. 392).

Der Erste, welcher meines Wissens mit Nachdruck den oben gekennzeichneten Unterschied zwischen Ei und Sperma hervorgehoben hat, war *BOVERI* (13). Er glaubte nach seinen Beobachtungen an *Ascaris megalocephala* annehmen zu müssen, dass im reifen Ei das Centrosoma rückgebildet würde und Ersatz erhielt durch ein neues im Spermatozoon mitgeführtes Centriol.

Inzwischen ist von mehreren Seiten der Nachweis erbracht worden, dass bei manchen Thieren auch das Ei nach Abstoßung der Richtungskörper noch ein gut ausgebildetes Centrosoma besitzt, so für *Aulastomum* durch *PLATNER* (58), für *Strongylocentrotus* durch *FOL* (22). Auch in den Eiern der Forelle ist nach *BLANC* (7) am Eikern eine »centre solaire« vorhanden. Damit ist zwar die Ansicht *BOVERI*'s über die Bedeutung des männlichen Centrosomas widerlegt, die Basis aber, von der er ausging, ist eine völlig gesicherte. Ich möchte jedoch, wie ich bereits gethan (35), den Nachdruck auf das Vorhandensein oder Fehlen der Strahlung legen, da deren Nachweis im Allgemeinen leichter gelingen dürfte, als der des oft recht winzigen Centrosomas.

Die Beachtung der Strahlungsverhältnisse scheint mir auch aus dem Grunde einen besseren Maßstab für Beurtheilung der Theilungsenergie einer Zelle zu bieten, weil ihre Dimensionen leichter abgeschätzt werden können. Die Größe des Centrosomen steht nicht immer mit ihnen im Vergleich.

Übrigens decken sich beide Auffassungen nicht völlig. Denn seitdem durch *FLEMMING* (19, 24) und *GUIGNARD* (26) nachgewiesen wurde, dass auch in ruhenden Zellen Centrosomen vorhanden seien, ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass auch ein Geschlechtskern ein Centrosoma mit sich führen könne, ohne dass gleichzeitig eine Plasmastrahlung sich bemerklich macht. Das scheint z. B. der Fall zu sein bei *Ascidien*, wenn wenigstens die kurze Angabe *FOL*'s (22), dass er *Phallusia* »vergleichshalber in die Untersuchung herangezogen« habe (p. 269), dahin ausgelegt werden darf, dass er hier dasselbe wie bei

Strongylocentrotus gesehen habe. Hoffentlich erhalten wir gerade über diesen Punkt noch nähere Angaben.

Bei Ascidien hat nämlich weder BOVERI (15) noch ich an den Richtungsspindeln eine Polstrahlung nachweisen können, während am Spermatozoon eine beträchtliche Strahlung leicht beobachtet werden kann. Nimmt man die FOI'sche Angabe hinzu, so würde also dem Eikerne wohl ein Centrosoma, aber keine Strahlung zugeschrieben werden müssen. Es würden demnach die Ascidien unter den arrhenogenen Eiern ihren Platz behaupten.

10. Über das Thelyid.

Spätere Untersuchungen mögen darüber entscheiden, ob Nebenkern und Mitosoma als Abkömmlinge der Verbindungsfäden der letzten Spermatocyten-Theilung an der Strahlung des Arrhenoid und folglich auch an der Konstituierung der Attraktionssphären der ersten Furchungsspindel theilhaftig sind oder nicht. Sind sie theilhaftig, so beansprucht das Abwerfen eines äquivalenten Stückes bei Bildung der Richtungskörper, nämlich des Thelyid, eine hervorragende Beachtung. Sind sie nicht theilhaftig, so ist dennoch die Bildung des Thelyid von großem Interesse. Sein Auftreten gleicht ja in vieler Beziehung der Zellplatte der Botaniker (67), und aus dem Vorhandensein des Thelyid bei der Bildung des ersten Richtungskörperchens sowohl wie auch des zweiten geht hervor, dass beide Theilungen als echte Kerntheilungen aufgefasst werden müssen.

Auch in folgender Hinsicht ergibt sich eine interessante Aufklärung. Mag man die Zahlenreduktion der Chromosomen in die erste oder zweite Richtungsspindel verlegen, so kann die Theilung darum doch in ihrer weiteren Ausführung mit jeder anderen Kerntheilung übereinstimmen. Es folgt das zwingend aus solchen Beobachtungen, wie ich sie von Agelastica mittheilte, wo ein deutliches Thelyid sowohl aus der ersten, wie aus der zweiten Richtungsspindel übrig blieb (Fig. 130 etc.). Auch bei Pyrrhocoris ist es eben so.

Man hat lange Zeit geglaubt, dass das Auftreten einer Zellplatte für die pflanzlichen Zellen etwas ganz Charakteristisches sei. In neuerer Zeit aber mehren sich die Angaben über ihr Vorkommen im Thierreiche. In dieser Richtung hat sich CARNOY ein besonderes Verdienst erworben. Zuerst wies er (17) nach, dass die Zellplatten, wenn auch unregelmäßig, in weiter Verbreitung im Kreise der Arthropoden bei Zelltheilungen, besonders aber im Hoden, vorkommen. Er machte bereits auf den Unterschied aufmerksam, der im Aufbau der Zellplatte sich findet, je

nachdem dieselbe als Verdickung der Verbindungsfasern (also im Bereiche des alten Kernes), oder außerhalb der Kernregion im Zellplasma selber zum Vorschein kommt, — alles Verhältnisse, wie sie von Pflanzenzellen her genügend bekannt sind. Wir haben es hier nur mit der Verdickung der Verbindungsfasern zu thun. CARNOY glaubt, dass diese Fasern hohl sind und dass in ihnen von beiden Seiten her das Platin in der Mitte zusammenfließe. Nur in wenigen Fällen lässt CARNOY die Zellplatte sich an der Abgrenzung der neuen Zelle betheiligen, sonst spaltet sie sich in der Mitte durch und sie geht somit in die Tochterzelle über. CARNOY giebt für letzteres Verhalten ähnliche Bilder von Spermatocyten von *Steropus madida* (Fig. 147—152), wie ich sie von den Spermatocyten von *Pyrrhocoris* (37) in Fig. 64, 64, 66, 67 dargestellt habe. Meistens verbleibt die Zellplatte im Plasma.

Die Substanz der Verbindungsfasern und auch der Zellplatte ist damit wohl dem Kerne verloren gegangen, aber sie wird dem Cytoplasma einverleibt, indem die Verbindungsfasern sich in den Fasern des Cytoplasma vertheilen. R. HERTWIG (46) beobachtete bei der Theilung des Macronucleus von *Spirochona* eine Anfangs körnige, dann homogene Mittelplatte, E. VAN BENEDEN (3) hat zellplattenartige Bildungen bei der Theilung der Keimzellen von *Dicyemella* beschrieben. FOL (23) erwähnt und bildet ab eine Zellplatte oder Andeutungen derselben bei Theilung der ersten Furchungszellen von *Toxopneustes*, *Pterotrachea* und *Sagitta*. Nach BÜTSCHLI (16) tritt eine Zellplatte auf bei Theilung des ersten Furchungskernes von *Nephelis*, noch deutlicher bei *Limnaeus* und *Succinea*, wenig ausgebildet bei embryonalen Blutkörperchen des Huhnes. Neuerdings sind sie besonders bei Wirbelthieren aufgefunden worden. Das gelang zunächst FLEMMING (24) an Gewebszellen und Spermatocyten von *Salamandra*. Der mit dem Orangeverfahren intensiv färbbare »Zwischenkörper« liegt in der Mitte der Verbindungsfasern. Die letzteren lösen sich in der Richtung auf den Zwischenkörper zu im Zellplasma auf und vom Zwischenkörper selber theilt FLEMMING mit: »Schließlich scheint er in der Zellgrenze zu verschwinden« (p. 694). — L. GERLACH hat (nach FLEMMING [24] p. 694) bei Furchungszellen von Mäuseeiern Zellplattenrudimente gesehen und schließlich hat B. SOLGER zwischen sich theilenden Bindegewebszellen aus dem Amnion der Ratte einen »Zwischenkörper« von äußerst interessanter Form beschrieben und abgebildet (66, p. 483). Ein spindelförmiger Körper mit dunklerem Centrum von ähnlicher Gestalt wie das zweite Thelyid von *Agelastica* (Fig. 429, 430 *ThII*) liegt anscheinend frei zwischen den beiden Tochterzellen. Es ist dabei zu beachten, dass wir es hier mit Zellen aus einem Organ von nur kurzer Dauer zu thun haben und wäre es wohl werth darauf zu achten, ob die

Theilungen von Körperzellen junger Ratten in gleicher Weise verlaufen. — Ferner ist zu bemerken, dass SOLGER hervorhebt, der »Zwischenkörper« sei in Safranin färbbar. Das ist in Hinblick auf seine Genese nicht uninteressant.

Waren dies Angaben über Zellplatten aus Gewebs- und Körperzellen, so sind doch auch über ähnliche Bildungen an Richtungs-spindeln einige Angaben vorhanden. — E. L. MARK (53) hat bei der Bildung des zweiten Richtungskörperchens von *Limax campestris* eine Zellplatte beobachtet, welche im Fuße des Richtungskörperstieles gelegen ist (seine Fig. 63). Von ihr ausgehend sind noch die Verbindungsfäden zu sehen. Es ist das aus dem Grunde hervorzuheben, weil der weibliche Pronucleus als kleiner abgerundeter homogener Körper tief im Ei liegt. Es haben sich also die Verbindungsfasern an seinem Aufbau nicht betheiligt. — Auch VAN BENEDEN (4) hat bei der Bildung des ersten Richtungskörperchens Ähnliches wie eine Zellplatte bei *Ascaris megalcephala* abgebildet, noch stärker aber bei der Bildung des zweiten Richtungskörperchens. Hier liegt zwischen dem bereits nach außen geschobenen zweiten Richtungskörperchen und dem Eikern die plaque médiane VAN BENEDEN'S, von welcher noch achromatische Fibrillen zum zweiten Richtungskörperchen und Eikern führen (Pl. XVIII^{bis}, Fig. 5). Plaque und Fasern verschwinden dann derart, dass sie nicht in den Eikern übergehen (Pl. XIX^{bis}, Fig. 4). — Später hat es dann CARNOY (18), welcher eine große Zahl von Nematoden darauf hin untersucht hat, ganz bestimmt ausgesprochen (p. 56): »L'isolement des globule spoliaires a lieu, chez les nématodes, à l'aide d'une plaque cellulaire.« Es lässt CARNOY die Abtrennung der Richtungskörperchen durch diese Zellplatte bewirkt werden, ähnlich wie auch BOVERI (14) das erste Richtungskörperchen von *Ascaris megalcephala* durch eine »Zellplatte« nach außen abgeschnürt werden lässt (p. 452), das zweite Richtungskörperchen aber durch eine »körnige Membran« (p. 456).

Ich erinnere daran, dass bei den von mir beobachteten Insekten die Zellplatte niemals durch die Abtrennungslinie der Richtungskörper berührt wurde. Ich erwähne das aus dem Grunde, weil CARNOY ganz dasselbe, wenigstens zuweilen, bei *Ascaris lumbricoides* gesehen hat, eine Thatsache, die ihm sehr merkwürdig erschien (p. 42: »Chose assez curieuse, la plaque séparatrice définitive ne passe pas toujours au milieu de la plaque fusoriale; elle se dessine au-dessus ou au-dessous. C'est ainsi que, dans la Fig. 229, la plaque sombre reste dans l'oeuf, tandis que, dans la Fig. 228, c'est le contraire qui a lieu«).

Hier möchte ich auch nochmals auf den eigenthümlichen Verbindungsschlauch zwischen soeben getheilten Kernen hinweisen, welchen

MAUPAS (54) zahlreich bei Infusorien gefunden hat. Über sein Verhalten an den Copulationskernen von Infusorien habe ich mich bereits früher ausgesprochen (36, p. 555 ff.). Bei den Infusorien geht nach den übereinstimmenden Angaben von MAUPAS und R. HERTWIG (45) das Hintere des männlichen (Wander-) Kernes beim Übertritt in das andere Individuum voran.

Man könnte leicht auf die Vermuthung kommen, dass durch die mitgetheilten Angaben aus der Litteratur es allerdings wahrscheinlich gemacht sei, dass die Abtrennung der Richtungskörper, wie überhaupt der thierischen Zellen, vielfach vom Auftreten einer Zellplatte begleitet sei und dass damit das Thelyid den Anspruch auf eine Sonderstellung verliere.

Eine Sonderstellung kann das Thelyid allerdings nicht einnehmen, aber gerade aus der großen Verbreitung der Zellplattenbildung kann man folgern, dass sie nicht ohne Bedeutung sein kann. Die Bedeutung, an welche man zunächst denkt, nämlich, dass die Zellplatte ein Wegweiser für die Trennungslinie bei der Theilung sei, trifft in unserem Falle, und wie man aus den Litteraturangaben sieht, auch sonst vielfach nicht zu. Erfolgt wirklich eine Abtrennung des neuen Zellkörpers, so sahen wir, dass die Furche weit entfernt von der Zellplatte das Thelyid durchschneidet (z. B. Fig. 78 *Pyrrhocoris*, man vergleiche auch Fig. 283 *Lasius*). Also hat das Gebilde doch wohl eine andere Bedeutung. — Sogar bei den Pflanzen scheint es noch nicht ganz sicher zu sein, dass die verdickte Partie der Verbindungsfäden in die Zellmembran bei der Zelltheilung mit übergeht. Es beschreibt STRASBURGER (69), dass die Mikrosomen der Verbindungsfäden im Äquator sich ansammeln zu der Zellplatte. Deren Elemente seien Anfangs getrennt. Ähnlich ist es nach ZIMMERMANN (80): »Die Elemente dieser Zellplatte, die in stofflicher Beziehung mit den sog. Mikrosomen übereinstimmen sollen und aus Eiweißstoffen zu bestehen scheinen, bleiben jedoch stets von einander getrennt, es scheint aber durch Verschmelzung des dieselben umgebenden Cytoplasmas zunächst eine zusammenhängende Plasmplatte zu entstehen, aus der dann erst die Cellulosemembran hervorgeht« (p. 454). Nach ZIMMERMANN ist es bis jetzt nicht zu entscheiden, ob eine direkte Umwandlung der Mikrosomen der Kernplatte in die sog. Dermatosomen der Zellmembran stattfindet. — Es sei noch bemerkt, dass die Scheidewand der Tochterzellen bei *Spirogyra* und *Cladophora* ohne Vermittelung der Verbindungsfäden angelegt wird, wie es auch STRASBURGER neuerdings (67) wieder von *Spirogyra polytaeniata* beschrieben hat. Es wird in einem von der Zellwand auf den Kern zu wachsenden Plasma-

ringe eine Querstreifung sichtbar, die Streifen schwellen in der Richtung vom Rande der Zelle her stärker an und verschmelzen dann zu einer Membranleiste. So durchsetzt die junge Scheidewand schließlich die ganze Zelle.

Für gewöhnlich aber lässt STRASBURGER jetzt (67) die Substanz der Verbindungsfäden lokal anschwellen, die Anschwellungen aber mit einander verschmelzen zur Zellplatte; »die Zellplatte selbst wird zur Zellhaut« (p. 475). — Hiergegen ist aber Widerspruch laut geworden z. B. von SOKOŁOWA (65). Denn die Körnchen der entstehenden Zellwand färben sich nicht mit Methylgrün, wie solches bei den Körnchen der Zellplatte der Fall ist, auch sind sie »beaucoup plus délicats« als die Körner der Zellplatte. »Die Zellwand kann daher nicht, wie STRASBURGER das angiebt, aus einer Verschmelzung der Körner hervorgehen, welche ursprünglich die Zellplatte bilden.«

Ich mache darauf aufmerksam, dass die eigentliche Zellplatte in dem Thelyid räumlich gar nicht die Hauptsache bildet. Außer der Zellplatte ist noch eine helle Substanz oft in reichlicher Menge vorhanden, welche auf Kosten der sich auflösenden Verbindungsfadensubstanz zu entstehen scheint. Ferner muss hierbei Berücksichtigung finden, dass nach meinen Beobachtungen und zwar besonders an *Pieris brassicae* der Nachweis erbracht sein dürfte, dass in die Verbindungsfäden Chromatinsubstanz übergeht. Gerade bei *Pieris* (36, Fig. 25 u. folg.) ist es ganz evident, und die Meinung, dass nur ein etwaiger Lininüberzug der Chromosomen sich fadenförmig auszöge, hinfällig, indem es gerade und ausschließlich die Peripherie ist, welche Chromatin enthält. Also geht nicht nur dem Kerne als Ganzem, sondern im Speciellen auch den Chromosomen etwas von ihrer Substanz mit dem Thelyid verloren.

Dass der Kern mit der Zellplatte einen Verlust erleide, war auch dem genauesten Untersucher thierischer Zellplatten, CARNOY (17), klar geworden, indem er schreibt (p. 386): »Nous avons donc raison d'affirmer, que le noyau déverse, à chaque caryocinèse, une quantité notable de plastine dans le cytoplasma, et que le caryoplasma est restitué au cytoplasma dont il redevient une partie intégrante«.

Wir würden also in dem Abwerfen der Zellplatte ein sichtbares Zeichen der Substanzabgabe des Kernes an die Zelle vor uns haben und im Thelyid nicht nur das, sondern im Speciellen auch das Übertreten von Chromatin in die Substanz der Zelle behaupten müssen.

Der Zellplatte mitsammt ihrer achromatischen Umgebung (und auf letztere möchte ich ein besonderes Gewicht legen) habe ich Thelyid genannt, weil sie ihrer Entstehung nach als homolog der bei der Theilung

der Spermatocyten sich bildenden Verbindungsfasersubstanz anzusehen ist. Es beteiligt sich aber diese letztere am Aufbau von Nebenkern und Mitosoma des Spermatozoon. In der Umgebung des Mitosoma und des Vorderendes vom Nebenkern entsteht nach dem Eindringen in das Ei eine beträchtliche Strahlung, welche auf eine helle Masse (Attraktionssphäre eventuell mit Centrosoma) centriert ist. Diese helle Masse nannte ich das Arrhenoid und ich musste dasselbe seiner Lage nach mit der Substanz der Verbindungsfasern in Beziehung bringen.

Es lässt sich bei Insekten verfolgen, dass aus dem Arrhenoid die Attraktionssphären der Furchungszellen hervorgehen, und VEJDOVSKÝ hat genau dasselbe für *Rhynchelmis* angegeben (74). Spätere Untersuchungen mögen entscheiden, ob sich hieran in allen Fällen von den Richtungsspindeln und Spermatocytenspindeln herkommende Centrosomen beteiligen, wie FOL (22) annimmt. So weit meine Untersuchungen reichen, ist es bei den Insekten nicht der Fall. Als Ersatz dafür kann ich einen anderen Nachweis erbringen. Das Thelyid vermag um sich eine lebhaftere Strahlung zu erzeugen. Da scheint mir der Analogieschluss berechtigt zu sein, dass wir das Gleiche auch für das Arrhenoid annehmen dürfen.

Dann ergibt sich als wahrscheinlich das Folgende: Die Centrosomen haben einen dauernden Bestand durch die Generationsfolgen der Körperzellen, sie erfahren jedoch, wenn sie überhaupt die plasmatische Strahlung veranlassen, eine Abschwächung in jenen Eiern, welche ich (35) als arrhenogone bezeichnet habe. Eine Verstärkung der strahlenbildenden Fähigkeit erhalten die arrhenogonen Eier durch das mit dem Samenfaden eindringende Arrhenoid. Aus dem Arrhenoid entstehen die Attraktionssphären der Furchungszellen. Ob Centrosomen der Ei- resp. Samenzelle bei der Kerncopulation beteiligt sind in dem Sinne, wie es FOL von *Strongylocentrotus* (22) beschrieben hat, oder ob dieselben aus den Attraktionssphären (also dem Arrhenoid) neu hervorgehen, ist bislang nicht zu entscheiden.

11. Die Ausbildung der ersten Furchungskerne.

Die aus den copulirten Geschlechtskernen herstammende erste Furchungsspindel besitzt eine aus intensiv gefärbten Chromosomen bestehende Äquatorialplatte (*Pieris* 36, Fig. 50; *Pyrrhocoris* Fig. 22, 26; *Lasius* Fig. 267; *Rhodites* Fig. 220). Auch nach der Theilung derselben sind die Chromosomen Anfangs noch deutlich gefärbt. Wenn dann aber die beiden ersten Furchungskerne sich gebildet haben, so giebt es einen hier wohl ganz allgemeinen, allerdings vielleicht nur kurze Zeit dauernden Zustand, in welchem von Chromatinsubstanz absolut

nichts zu bemerken ist (Pieris 36, Fig. 72; Pyrrhocoris Fig. 23; Lasius Fig. 268). Auf diesem Stadium kann man mit Fug und Recht von einer beiderseitigen Durchdringung der aus den beiden Geschlechtskernen herstammenden männlichen und weiblichen Kernsubstanz im Sinne HERTWIG's (43) sprechen.

Späterhin erscheinen die Chromosomen, indem die Chromatinsubstanz gewöhnlich in Gestalt feiner Pünktchen wieder hervortauht. Diese fügen sich zu größeren Körpern oder Schleifen zusammen und wenn der Kern zur neuen Theilung übergeht, besitzt er in gleicher Weise wie vorher eine ansehnliche chromatische Äquatorialplatte. Bei den neuen Furchungskernen kann sich dann der gleiche Vorgang wiederholen, wie ich es besonders bei Musca beschrieben habe (32, Fig. 30—36), woselbst ich den Nachweis führte, dass eine unzweifelhafte chemische Veränderung mit den jungen Kernen vorgehe während der verschiedenen Entwicklungsstadien (32, p. 319—322). Im Allgemeinen aber habe ich den Eindruck bekommen, dass je mehr Kerne vorhanden sind, also je mehr Theilungen bereits vorgenommen sind, um so weniger ein völliges Verschwinden des Chromatins bei neuen Theilungen erwartet werden darf. So ist ja auch bei den Gewebszellen ein solches zeitweiliges Verschwinden des Chromatins meines Wissens niemals beobachtet worden.

12. Über farblose Kerne.

Ich habe oben mitgetheilt, dass die eingedrungenen Samenfäden gewisser Insekten zeitweilig im Ei schlecht nachzuweisen seien, weil sie offenbar zu dieser Zeit den Farbstoff nicht gut annehmen. Man sieht in solchen Fällen den Samenfaden überhaupt nicht, wenn auch eine Strahlung sein Vorhandensein erschließen lässt.

Ich weiß nicht, ob diese Fälle mit jenen anderen ohne Weiteres zusammengestellt werden dürfen, in welchen man alle Details des Kernes sieht, ohne dass es gelingt, von der Chromatinsubstanz etwas wahrzunehmen. Derartige Fälle habe ich mehrfach beschrieben und erwähne ich hier nur, dass bei Lasius die Geschlechtskerne schon vor der Copulation einen Mangel an Chromatin aufweisen. Der Samenkern Fig. 344 enthält nur ein wolkiges Netzwerk im Inneren und neben diesem treten später scharf gefärbte Chromatinkügelchen auf (Fig. 309). Genau das Gleiche zeigen die jungen Furchungskerne (Fig. 298, 299) und der äußere Richtungskern (Fig. 287). Successive treten dann mehrfache dunkle Körnchen auf und es scheint fast eine Correlation zwischen dem Netzwerke und den Chromosomen zu bestehen, indem bei starker Ausbildung der letzteren das Netzwerk verschwunden ist (Fig. 303,

285). — Dass das Netzwerk ohne Änderung einfach in die Kügelchen zusammenfließt, ist nach diesen Präparaten nicht anzunehmen, da beides scharf von einander abgesetzt ist.

Man dürfte zunächst natürlich wenig geneigt sein, auf die Permanenz der Chromatinsubstanz zu verzichten, zumal ja allgemein bekannt ist, dass die kompakten Chromosomen zur Zeit der Kernruhe in ein feines Netzwerk aus einander fließen. Denkt man sich die Verzweigung desselben bis zum äußersten fortgesetzt, so mag man wohl zu einer gleichmäßigen Vertheilung des Chromatins durch den Kernraum und damit zu einem Verschwinden desselben zu gelangen. Bleibt nun aber die Färbbarkeit des Chromatins auch in dieser feinsten Vertheilung die gleiche, so müsste der Gesamtkern eine gleichmäßige Tinktion aufweisen. Das thut er nun eigentlich nicht, sondern man bemerkt in ihm wohl stets noch ein feines aber achromatisches Netzwerk oder farblose Körperchen oder wolkige Trübungen.

Wie steht es aber mit der Färbbarkeit? Hier sind zwei Möglichkeiten vorhanden:

1) Die Färbung der Chromosomen erfolgt, indem der Farbstoff sich in den Interstitien durch Capillarität anhäuft und festsetzt. Das war schon die Ansicht des Begründers der Färbetechnik, TH. HARTIG (29). Da der Kern auch in kaum merklich gefärbten Lösungen sich nach und nach intensiv färbt, so folgert er (p. 6), »dass der Zellkern sich zur Farbstofflösung verhält ähnlich einem Filtrirapparate; dass er große Mengen der ihn umgebenden Flüssigkeit in sich aufnimmt, durch sich hindurch gehen lässt und den in ihr gelösten Farbstoff zurückbehält«.

2) Die Chromosomen werden dadurch gefärbt, dass der Farbstoff mit ihnen oder mit Theilen von ihnen eine chemische Verbindung eingeht. Es kann hiernach keine Färbung mehr erzielt werden, wenn eine chemische Umwandlung der Chromosomen eingetreten ist.

An eine rein chemische Umsetzung denkt PAUL MAYER beim Färben mit Hämatoxylin resp. Hämateïn (56). Er glaubt dass die Verbindung Hämateïn-Thonerde aus der Lösung in Wasser oder Alkohol »durch organische und anorganische (z. B. phosphorsaure) Salze, sowie vielleicht durch andere organische Körper¹ (p. 184) ausgefällt wird. PAUL MAYER glaubt, dass in den Kernen geringe Mengen von Salzen vorhanden sind, welche entweder direkt oder nach Umsetzung mit dem Konservierungsmittel geeignet sind das Hämateïn auszufällen. Bei schlechter Konservierung würde also das Objekt dieser zum Färben nöthigen Salze etc. beraubt sein. Hierbei könnte das »Chromatin« im Kerne sich ganz wohl noch finden und durch andere

¹ Im Original nicht gesperrt.

Färbemittel nachweisen lassen; »und es würde sich damit gewissermaßen so verhalten wie mit dem Chlorophyllkorn, das auch ohne sein Grün existiren kann« (p. 185).

Hierzu möchte ich bemerken, dass PAUL MAYER den Vergleich schädigt, indem er zwar das Chlorophyll preisgibt aber das Chromatin des Kernes noch durch andere Färbemittel zu retten sucht. Wo jedoch Hämatoxylin gar nicht wirkte, habe ich auch mit anderen Farbstoffen nichts erreicht. Übrigens möchte ich auf den Doppelsinn solcher Worte wie »Chlorophyllkorn« hinweisen. Die Beziehung auf ein Chlorophyllkorn ohne Chlorophyll ist ähnlich als wenn man Jemanden, der nach einer Flasche Wein fragt, mit einer Weinflasche abzufinden sucht. — Zwar können die Chlorophyllkörner oder Chloroplasten ihr Chlorophyll verlieren, dann aber sprechen auch die Botaniker nach der von STRASBURGER und SCHIMPER herrührenden Terminologie von Leukoplasten (vgl. ZIMMERMANN 80), und nicht mehr von Chloroplasten.

Ich bin der Ansicht, dass das Chromatin eine chemische Änderung erfahren hat, wenn es sich nicht mehr färbt. Ich schließe das besonders aus dem Umstande, dass man die Chromosomen oft noch in ihrer Umgrenzung als Körperchen erkennt, ohne dass sie eine Spur von Farbstoff aufnehmen. So ist es nach den Schilderungen von VEJDOVSKÝ (74) bei *Rhynchelmis* (siehe oben p. 195 ff.) in gewissen Stadien der Entwicklung. Hieran kann man ein Zwischenstadium angliedern, auf welchem das Centrum der Chromosomen ungefärbt ist, während die Peripherie eine deutliche Tinktion aufweist. So ist es z. B. bei *Pieris* (36) während der Bildung der Richtungkörperchen (Fig. 25—27). Dann können in dieser hellen Grundmasse feine chromatische Kügelchen oder chromatische Netzwerke auftauchen. So erhalten wir den Übergang zu Chromosomen, welche durch die ganze Masse, wenn auch mit Unterbrechungen, intensiv gefärbt sind. Das ist meist mit den schleifenförmigen Chromosomen während der Kerntheilung der Fall.

Gewöhnlich behalten aber die Chromosomen während des farblosen Stadiums nicht ihre kompakte Form bei, sondern sie vertheilen sich noch fein. Trifft mit diesem Stadium jene andere Besonderheit, welche ja in der Ontogenie eines jeden Kernes sich einmal findet, nämlich das Fehlen einer Membran zusammen, so hat damit die Wesenheit eines Kernes nach unseren bisherigen Definitionen aufgehört (*Rhodites*). Aus einer hellen Substanz, von der wir in keiner Beziehung wissen können, ob sie mit irgend einem der im Kerne vorher vorhanden gewesenen Stoffe identisch ist, tauchen nach und nach die Bestandtheile eines neuen Kernes empor. Wo ein solcher Vorgang stattfindet, habe

ich in einer früheren Arbeit von »freier Kernbildung« gesprochen (32, p. 322 ff.).

Die Bezeichnung »freie Kernbildung« erfreut sich keiner großen Beliebtheit und wohl mit Recht, da der Ausdruck nicht scharf ist und die Deutung zulässt, als wenn Kerne oder Kernsubstanzen aus unkontrollirbaren Stoffen in den betreffenden Organismen beliebig hervorzuwachsen könnten. Ich will mich deswegen auf diesen Ausdruck durchaus nicht kapriciren. Die Ansicht jedoch, welche wie ein rother Faden durch meine bezüglichen Arbeiten zu verfolgen ist, dass nämlich die Kerne durchaus nicht kontinuierlich und ohne Substanzänderung in einander überzugehen brauchen, hat sich hier als richtig bewährt.

Wenn ich für das Chromatin, um welches es sich bei diesen Fragen in letzter Instanz immer handelt (da die anderen Stoffe bisher strenger Kennzeichen entbehren), — wenn ich für dieses eine chemische Veränderungsfähigkeit annehme, so will ich einräumen, dass man dem Verschwinden desselben vielleicht auch noch durch andere Erklärungen beikommen kann. Einstweilen scheint mir jedoch die Voraussetzung chemischer Variabilität alle die mitgetheilten Erscheinungen am einfachsten zu erklären.

Überhaupt muss ich gestehen, dass man dem Chromatin unter den Zellbestandtheilen bislang eine etwas exceptionelle Stellung eingeräumt hat, wohl hauptsächlich aus theoretischen Gründen. Aber es ist doch an sich schon unwahrscheinlich, dass gerade diese Substanz unveränderlich sein soll, während man für die übrigen Kern- und vielleicht auch Zellbestandtheile ohne Weiteres die Veränderungsfähigkeit zugiebt.

BLOCHMANN (9) ging sogar so weit, die »Lehre vom Verschwinden des Eikerns« an Ungeheuerlichkeit mit den Ansichten der Alten über die *Generatio aequivoca*, über die Entstehung von Fröschen und Aalen aus Erdschlamm zu vergleichen. Für so kindlich kann ich das nicht halten. Das Chromatin und die übrigen Kerntheile entstehen im Inneren des belebten organischen Plasmas aus Stoffen, die ihnen chemisch offenbar außerordentlich nahe stehen, — dagegen ist die Kluft zwischen den anorganischen Körpern und den Organismen eine so gewaltige, dass auch die kühnste Phantasie sie heute nicht zu überbrücken vermöchte.

Direkt gegen die von mir vorgetragenen Ansichten ausgesprochen haben sich BLOCHMANN (9), WHEELER (74), KORSCHOLT und HEIDER (48); die beiden Erstgenannten auf Grund eigener Untersuchungen. Diese Untersuchungen sind aber nicht lückenlos und schließen beide Forscher aus dem Verhalten der von ihnen beobachteten einzelnen Etappen ohne Weiteres auf die Beschaffenheit der Zwischenstadien. Dennoch hat

BLOCHMANN (9) an den Furchungskernen von *Musca* dasselbe gesehen, was ich später in seinem Verlaufe etwas eingehender verfolgt habe (32). Er schreibt nämlich (p. 559): »An diesen Kernen bemerkt man die auffällige Erscheinung, dass sie absolut farblos geblieben sind, während das Eiplasma den normalen Rosaton angenommen hat und während in den anderen Eiern desselben Präparates gute Kernfärbung vorhanden ist. Diese Erscheinung habe ich öfter bei Eiern von verschiedenen Entwicklungsstadien gefunden, ohne dass ich irgend einen Grund dafür angeben könnte.« — Die Erklärung für diese allerdings »auffällige Erscheinung« dürfte in vorstehenden Angaben enthalten sein.

Die sonstigen gegen mich vorgebrachten Bedenken sind litterarisch. Über den Beweis, welchen BLOCHMANN (9) aus der Geschichte der *Generatio aequivoca* herleitet, habe ich mich bereits geäußert. Die Angaben von KORSCHULT und HEIDER (48) über die Vorgänge bei *Musca* beruhen zum Theil auf einem Missverständnis, so dass ich mich darüber nicht eingehender zu verbreiten brauche. Sie stützen ihre Ansicht mit Angaben von BLOCHMANN und den Vorgängen bei kleinen Eiern und bezeichnen die meinige als »durchaus unhaltbar«.

Anhangsweise sei noch erwähnt, dass Schwankungen im Chroma-

Zeitliche Vergleichung der ersten Entu

Zeit nach der Eiablage	<i>Pieris brassicae</i> (36)		<i>Agelastica alni</i>	
	♀	♂	♀	♂
0—10 Minuten	Tochterplatten d. I. Richtungsspindel beginnen sich zu trennen.	Spermatozoen in der Umgebung des Empfängnisfleckes.	Dyaster der I. Richtungsspindel.	Samenfäden im Plasma.
10—20 Minuten	Chromat. Tochterplatten der I. Richtungsspindel getrennt.	Spermatozoen etwas in den Dotter eingedrungen. Arrhenoid beginnt aufzutreten.	Tochterplatten zum Pol der Spindel gerückt. Erhebung des (I.) Richtungszapfens beginnt.	Samenfäden tief in den Dotter eingedrungen. Strahlung tritt ein.
20—45 Minuten	I. Richtungskern u. Thelyid abgetrennt.	Spermakopf beginnt sich zu verkürzen. Samenfäden tief im Dotter.		
45—65 Minuten	II. Richtungskörperchen beginnt sich zu bilden.	Kopf des Spermatozoon hat sich zu einem kleinen Kegel verkürzt.	Erhebung des I. Richtungszapfens vollendet. Drehung der Chromosomen im Spaltkern um 90°.	Verkürzung des Samenfadenkopfes beginnt. Arrhenoid deutlich sichtbar.
65—100 Minuten	Die Geschlechtskerne treten zusammen.			
100—120 Minuten	Ausbildung der ersten Furchungsspindel.			
120—180 Minuten	Die ersten beiden Furchungskerne gebildet.		Bildung des II. Richtungskörperchens vollendet. II. Richtungskern und Eikern kugelig ausgebildet.	Verkürzung des Samenfadenkopfes vollendet. Kugeliger Spermakopf gebildet.
200—240 Minuten				
240—270 Minuten			Geschlechtskerne treten zusammen (auch die Furchungskerne copulieren).	
300—380 Minuten				
390—430 Minuten	Theilung der ersten Furchungsspindel.			

tingehalt der Kerne copulirender Infusorien von MAUPAS (54) und R. HERTWIG (45) beobachtet wurden. Über die Angaben von MAUPAS habe ich mich früher schon (36, p. 557) ausgesprochen, worauf ich verweise. Von HERTWIG's Angaben möchte ich anführen, dass die sogenannten Placenten von Paramaecium Aurelia, aus welchen später der Macronucleus hervorgeht, »zuerst runde fast gänzlich achromatische Körper von schwammiger Struktur« sind (45, p. 158). Diese verdichten sich dann zu homogenen Kugeln, in denen erst später das Chromatin in äußerst feiner Vertheilung abgelagert wird. — Hierher gehören wohl, wenigstens theilweise, jene Kerne, welche R. HERTWIG als die »primitivsten Formen« bezeichnete (44, p. 71), homogene Kerne, »welche aus einer in allen Theilen gleichmäßig von Kernsaft durchtränkten Kernsubstanz bestehen«. Diese homogenen Kerne sind nach ihm namentlich in embryonalen thierischen Geweben weit verbreitet. — Auch von den Geschlechtskernen von Paramaecium theilt HERTWIG mit (45, p. 179), dass sie als zwei homogene Kerne nur »äußerst spärliche Chromatinkörnchen enthalten und auch bei sehr starker Imbibition sich fast gar nicht färben«; daher »sind sie vom angrenzenden Protoplasma weniger unterschieden, als alle bisher betrachteten Kernstadien«.

Entwicklungsvorgänge im Ei einiger Insekten.

Donacia sericea		Leucoma salicis		Pyrrhocoris apterus	
♀	♂	♀	♂	♀	♂
				Dyaster der I. Richtungsspindel.	Samenfäden im Randplasma
				Abschnürung des I. Richtungskörpers beginnt.	Samenfäden tief im Dotter.
		I. Richtungskern und Thelyid gebildet.	Sperma noch fadenförmig, mit geringer Strahlung im Dotter.		
Richtungskörper gebildet. Die Chromosomen im Spaltkern drehen sich zu drehen.	Kopf des Samenfadens im Dotter beginnt sich zu verkürzen. Strahlung vorhanden.			Abschnürung des I. Richtungskörpers vollendet. — Drehung der Chromosomen im Ei um 90°. II. Richtungskörper wölbt sich vor und schnürt sich ab. Ausbildung des blaschenförmigen Eikernes.	Samenfadenkopf verkürzt sich. Plasmastrahlen vom Samenfaden zerklüften den Dotter. Verkürzung des Samenkernes vollendet, wird blaschenförmig.
Geschlechtskerne liegen zusammen. Strahlung stark.				Geschlechtskerne treten zusammen. Erste Furchungsspindel gebildet. Bildung der ersten beiden Furchungskerne.	

BLOCHMANN (9) an den Furchungskernen von Musca dasselbe gesehen, was ich später in seinem Verlaufe etwas eingehender verfolgt habe (32). Er schreibt nämlich (p. 559): »An diesen Kernen bemerkt man die auffällige Erscheinung, dass sie absolut farblos geblieben sind, während das Eiplasma den normalen Rosaton angenommen hat und während in den anderen Eiern desselben Präparates gute Kernfärbung vorhanden ist. Diese Erscheinung habe ich öfter bei Eiern von verschiedenen Entwicklungsstadien gefunden, ohne dass ich irgend einen Grund dafür angeben könnte.« — Die Erklärung für diese allerdings »auffällige Erscheinung« dürfte in vorstehenden Angaben enthalten sein.

Die sonstigen gegen mich vorgebrachten Bedenken sind litterarisch. Über den Beweis, welchen BLOCHMANN (9) aus der Geschichte der Generatio aequivoca herleitet, habe ich mich bereits geäußert. Die Angaben von KORSCHMELT und HEIDER (48) über die Vorgänge bei Musca beruhen zum Theil auf einem Missverständnis, so dass ich mich darüber nicht eingehender zu verbreiten brauche. Sie stützen ihre Ansicht mit Angaben von BLOCHMANN und den Vorgängen bei kleinen Eiern und bezeichnen die meinige als »durchaus unhaltbar«.

Anhangsweise sei noch erwähnt, dass Schwankungen im Chroma-

Zeitliche Vergleichung der ersten Entwick-

Zeit nach der Eiablage	Pieris brassicae (30)		Agelastica alni	
	♀	♂	♀	♂
0—10 Minuten	Tochterplatten d. I. Richtungsspindel beginnen sich zu trennen.	Spermatozoon in der Umgebung des Empfängnisflecks.	Dyaster der I. Richtungsspindel.	Samenfäden im Randplasma.
10—20 Minuten	Chromat. Tochterplatten der I. Richtungsspindel getrennt.	Spermatozoon etwas in den Dotter eingedrungen. Arrhenoid beginnt aufzutreten.	Tochterplatten zum Pol der Spindel gerückt. Erhebung des (I.) Richtungszapfens beginnt.	Samenfäden tief in den Dotter eingedrungen. Strahlung tritt auf.
20—45 Minuten	I. Richtungskorn u. Thelyid abgelrennt.	Spornkopf beginnt sich zu verkürzen. Samen-fäden tief im Dotter.		
45—65 Minuten	II. Richtungskörperchen beginnt sich zu bilden.	Kopf des Spermatozoon hat sich zu einem kleinen Kegel verkürzt.	Erhebung des I. Richtungszapfens vollendet. Drehung der Chromosomen im Spaltkern um 90°.	Verkürzung des Samen-fadenkopfes beginnt. Arrhenoid deutlich.
65—100 Minuten	Die Geschlechtskerne treten zusammen.			
100—120 Minuten	Ausbildung der ersten Furchungsspindel.		Bildung des II. Richtungskörperchens vollendet. II. Richtungskern und Eikern kugelig ausgebildet.	Verkürzung des Samen-fadenkopfes vollendet. Kugeliger Spermakern gebildet.
120—180 Minuten	Die ersten beiden Furchungskerne gebildet.			
200—240 Minuten			Geschlechtskerne treten zusammen (auch die Richtungskerne copuliren).	
240—270 Minuten			Theilung der ersten Furchungsspindel.	
300—380 Minuten				
390—430 Minuten				

tingehalt der Kerne copulirender Infusorien von MAUPAS (54) und R. HERTWIG (45) beobachtet wurden. Über die Angaben von MAUPAS habe ich mich früher schon (36, p. 557) ausgesprochen, worauf ich verweise. Von HERTWIG's Angaben möchte ich anführen, dass die sogenannten Placenten von Paramaecium Aurelia, aus welchen später der Macronucleus hervorgeht, »zuerst runde fast gänzlich achromatische Körper von schwammiger Struktur« sind (45, p. 158). Diese verdichten sich dann zu homogenen Kugeln, in denen erst später das Chromatin in äußerst feiner Vertheilung abgelagert wird. — Hierher gehören wohl, wenigstens theilweise, jene Kerne, welche R. HERTWIG als die »primitivsten Formen« bezeichnete (44, p. 71), homogene Kerne, »welche aus einer in allen Theilen gleichmäßig von Kernsaft durchtränkten Kernsubstanz bestehen«. Diese homogenen Kerne sind nach ihm namentlich in embryonalen thierischen Geweben weit verbreitet. — Auch von den Geschlechtskernen von Paramaecium theilt HERTWIG mit (45, p. 179), dass sie als zwei homogene Kerne nur »äußerst spärliche Chromatinkörnchen enthalten und auch bei sehr starker Imbibition sich fast gar nicht färben«; daher »sind sie vom angrenzenden Protoplasma weniger unterschieden, als alle bisher betrachteten Kernstadien«.

lungsvorgänge im Ei einiger Insekten.

Donacia sericea		Leucoma salicis		Pyrrhocoris apterus	
♀	♂	♀	♂	♀	♂
				Dyaster der I. Richtungsspindel.	Samenfäden im Randplasma
				Abschnürung des I. Richtungskörperchens beginnt.	Samenfäden tief im Dotter.
		I. Richtungskerne und Thelyid gebildet.	Sperma noch fadenförmig, mit geringer Strahlung im Dotter.		
I. Richtungskörperchen gebildet. — Die Chromosomen im Spaltkern beginnen sich zu drehen.	Kopf des Samenfadens im Dotter beginnt sich zu verkürzen. Strahlung vorhanden.			Abschnürung des I. Richtungskörperchens vollendet. — Drehung der Chromosomen im Ei um 90°.	Samenfadenkopf verkürzt sich. Plasmastrahlen vom Samenfaden zerklüften den Dotter.
				II. Richtungskörperchen wölbt sich vor und schnürt sich ab. Ausbildung des blaschenförmigen Eikernes.	Verkürzung des Samenkerne vollendet, wird blaschenförmig.
		Geschlechtskerne liegen zusammen. Strahlung stark.		Geschlechtskerne treten zusammen.	
				Erste Furchungsspindel gebildet.	
				Bildung der ersten beiden Furchungskerne.	

13. Vergleichung der Zeitverhältnisse bei den Befruchtungsvorgängen der Insekten.

Eine Bestimmung des Alters der abgelegten Eier ist dann kaum möglich, wenn die Thiere im Verborgenen sich der Eier entledigen. Ferner sind für die Beurtheilung solche Thiere höchst ungünstig, welche, wie *Musca vomitoria*, das bereits befruchtete Ei im Ausführungsgange noch lange zurückhalten können, so lange, dass bei der Ablage die Larve bereits völlig ausgebildet sein kann.

In vorstehender Tabelle habe ich nun die ersten Entwicklungsvorgänge im Ei zeitlich vergleichend zusammengestellt. Eine besondere Erläuterung bedarf dieselbe wohl kaum, nur darauf sei aufmerksam gemacht, wie genau synchronisch die Veränderungen der männlichen und weiblichen Kerntheile einander entsprechen, und wie sie gewissermaßen die von ihnen durchzumachenden Umwandlungen je nach dem Substrat rascher oder langsamer vollenden. Vgl. vorstehende Tabelle.

14. Die Zahlenverhältnisse der Chromosomen.

Von *Pyrrhocoris* habe ich bereits (37) angegeben, dass als die Grundzahl 24 anzugeben sei. Furchungskerne und Körperkerne enthielten 24 Chromosomen, die Richtungskerne, sowie die Kerne der Spermatoocyten und die Geschlechtskerne jedoch nur deren 12. Dass die letztgenannten Kerne nur die halbe Zahl der Körperzellen aufweisen, wie am raschesten durch eine Polansicht der Äquatorialplatte klargestellt wird, möchte ich als Regel aussprechen.

Als zweite Regel würde ich hinzufügen, dass die erste und zweite Richtungsspindel und so viel ich gesehen habe, auch die erste und zweite Theilung der Spermatoocyten den entsprechenden Tochterzellen stets die gleiche Anzahl von Chromosomen übergeben.

Um das mit einigen Zahlen zu belegen, führe ich hier die folgenden Insekten an:

	Erste Richtungsspindel	Zweite	Furchungskern
<i>Pieris brassicae</i> (36)	14	14	etwa 28 Chromos.
<i>Pyrrhocoris apterus</i>	12	12	24 »
<i>Lasius niger</i>	10	10	20 »
<i>Rhodites rosae</i>	9	9	18—20 »
<i>Agelastica alni</i>	etwa 12	ca. 12	24—30 »
<i>Crioceris asparagi</i>	8	8	—
<i>Lampyrus splendidula</i>	6—8	6—8	—
<i>Bombyx mori</i>	} minde- stens 12 Chrom.	—	—
<i>Leucoma salicis</i>		—	—
<i>Adimonia tanaceti</i>		—	—
<i>Donacia</i>	—	15	—

Es sind hier noch einige Ausnahmen zu erwähnen, welche bisher nicht aufgeklärt sind. So zählte ich in den Richtungsspindeln von *Pieris brassicae* (36) übereinstimmend 44 Chromosomen, in den zugehörigen Spermatocyten aber 44—45, und in den Ursamenzellen desselben Thieres 30 Chromosomen (vgl. 37 p. 720 u. Fig. 123—125). — Von *Pyrrhocoris* wies ich nach (37), dass die Hälfte aller Spermatiden nur 44, die andere Hälfte 42 Chromosomen einschloss. — In den Theilungen der Spermatocyten von *Agelastica* fanden sich übereinstimmend 16—17 Chromosomen gegenüber den 12 Chromosomen der Richtungsspindeln.

Wir können demnach folgendes

Schema (Holzschn. p. 214)

über die Befruchtung der Insekten aufstellen: Die Furchungszellen, Körperzellen und schließlich die Urei- und Ursamenzellen enthalten die größte Zahl von Chromosomen. Nehmen wir an, es seien in ihnen 24 Chromosomen vorhanden (Holzschnitt IX, 1 und 4). Diese 24 Chromosomen verlieren in dem Keimbläschen der Eimutterzelle und dem sich aufblähenden Kerne der Samenmutterzelle die Selbständigkeit, welche sie während der Theilung der Urei- resp. Ursamenzelle erkennen ließen. Zur Zeit des Knäuelstadiums jedoch, wenn das Keimbläschen sich zur Bildung der ersten Richtungsspindel und die Spermatocyten sich zur ersten Theilung rüsten, können abermals 24 Chromosomen gezählt werden. Diese aber haben nun eine ganz abweichende Stellung inne. Waren in den Urei- resp. Ursamenzellen bei Polansicht der Äquatorialplatte alle 24 Chromosomen in einer Ebene zu sehen und zu zählen (Holzschnitt IX, 1 u. 4), so sieht man jetzt bei Polansicht der ersten Richtungsspindel und der ersten Spermatocytenspindel nur deren 12 (Holzschn. IX, 2). Es sind jetzt die 24 Chromosomen in zwei Gliedern von je 12 unter einander aufgestellt (Holzschnitt IX, 2 und 5, weiß und schwarz).

Ich habe im Schema von diesem Stadium an die beiden Glieder immer mit weißer resp. schwarzer Farbe gekennzeichnet, dagegen die Chromosomen der Urei- resp. Ursamenzellen mit diesen beiden Farben gescheckt dargestellt. Ich will damit lediglich ausdrücken, dass nach meiner Meinung in der ersten Richtungsspindel durchaus nicht genau dieselben Chromosomen, von genau identischer Zusammensetzung vorzuliegen brauchen, wie vorher. Meine Untersuchungen enthalten keine Nöthigung, die Individualitätshypothese der Chromosomen anzunehmen. Es können natürlich auch dieselben Chromosomen sein, wie vorher, es kann aber eben so gut eine Neugruppirung der chromatischen Substanz zu 24 neu zusammengesetzten Chromosomen stattgefunden

Schemata für die Entwicklung der Geschlechtszellen und die Befruchtung bei Thieren und Pflanzen. ♂ *Th.*, Entwicklung der Spermatozoen bei Insekten; ♀ *Th.*, Entwicklung der Eizellen bei Insekten; ♂ *Pfl.*, Entwicklung des Pollens; — ♀ *Pfl.*, Entwicklung des Eiapparates von Liliium Martagon, frei nach GUIGNARD; 1 *Inf.*—2 *Inf.*, Copulation von *Paramecium candidatum* nach MAUPAS; ●, Kern verschwindet.

A	B	C	D	E	F
Urei- resp. Ursamen- zelle.	Bildung d. ersten Richtungs- körpers (resp. d. entspr. Samenzelltheilung).	Bildung des zweiten Richtungs- körpers etc.	Bildung des dritten Richtungs- körpers etc.	Bildung d. vierten Richtungs- körpers etc.	Vereinigung der Geschlechtszellen zur ersten Furchungsspindel.

Fig. IX.

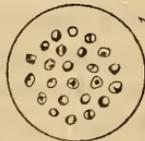
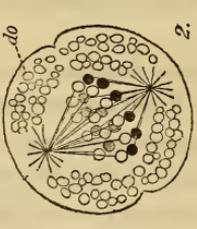
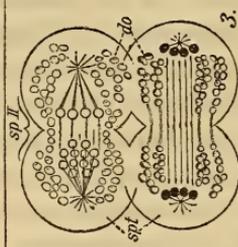
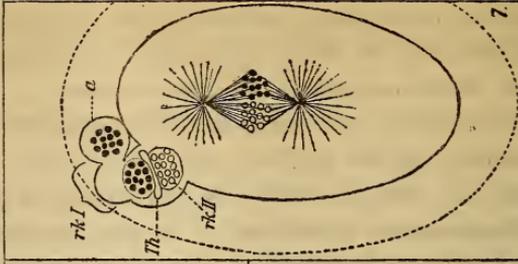
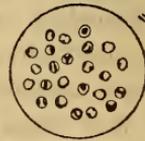
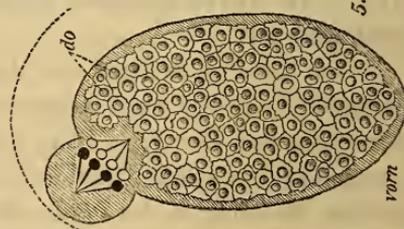
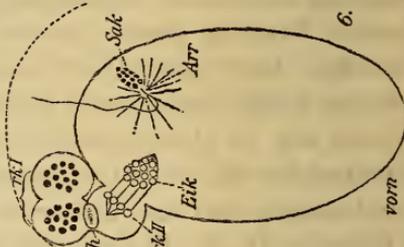
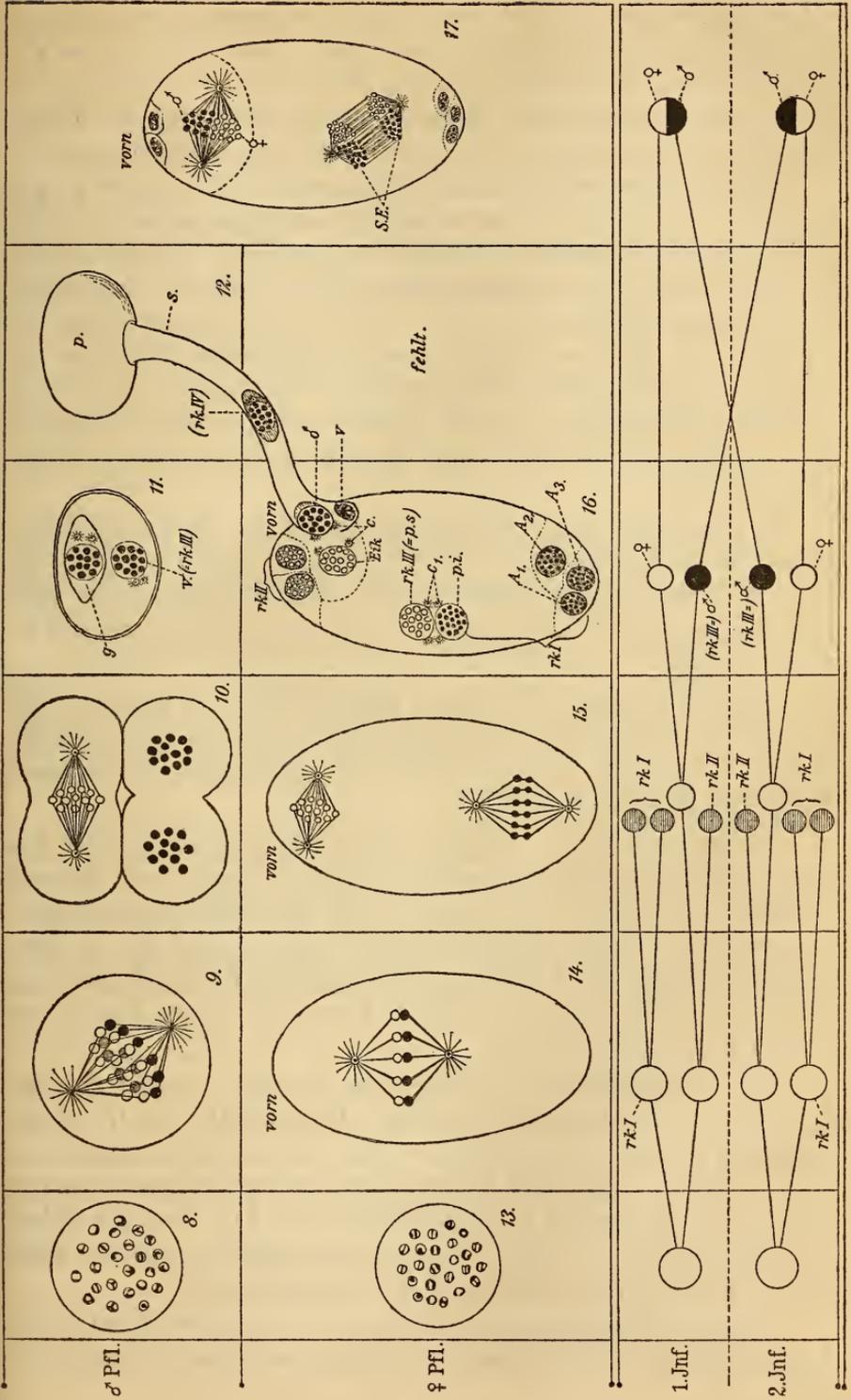
♂ <i>Th.</i>	 <p>1.</p>	 <p>2.</p>	 <p>3.</p>	<p>fehlt.</p>	 <p>7.</p>
♀ <i>Th.</i>	 <p>4.</p>	 <p>5.</p>	 <p>6.</p>	<p>fehlt.</p>	<p>fehlt.</p>

Fig. X.



haben, sei es, dass das Chromatin aus der Vertheilung während der Kernruhe zu neuen Centren zusammenströmte oder, wenn es vor der Spindelstellung eine Ringform annahm (Spermatocyten I. Ordnung von *Pyrrhocoris*), dass nun eine verschiedenartige Halbiring des Ringes stattfand. Hierüber folgen weiter unten noch einige Mittheilungen.

Es treten also wiederum 24 Chromosomen auf, wie sie in den Ursamen- und Ureizellen und überhaupt den Körperzellen bei dieser schematischen Darstellung als typisch angenommen werden dürfen. In so fern weicht also das Stadium *B* (Holzschn. IX) vor vollendeter Theilung noch nicht vom Typus ab. Eine Abweichung tritt jedoch sofort ein, wenn die Chromosomen in die Tochterzellen übergehen. Es bekommt nämlich das erste Richtungskörperchen (Holzschn. IX, 5) zwölf (schwarze) Chromosomen und die anderen zwölf (weißen) verbleiben im Ei. Eben so ist es bei der ersten Theilung der Spermatocyten (Holzschnitt IX, 2).

Es findet also bei der ersten Theilung der Ei- und Samenzellen eine Reduktion in der Zahl der Chromosomen statt, wie das auch sofort bei einem Vergleich der Polansichten solcher Zellen während der Theilung mit Polansichten sich theilender Körperzellen in die Augen springt.

Bei den folgenden Theilungen bleibt die Zahl 12 gewahrt, wie Polansichten der Spindeln am besten lehren. Es findet also keine Reduktion in der Zahl statt und nenne ich desswegen alle folgenden Theilungen Äquationstheilungen.

Die Spermatocyten II. Ordnung, deren eine nach dem Vorigen dem ersten Richtungskörperchen gleich zu setzen ist, theilen sich abermals (Holzschn. IX, 3 *sp* II). Wir erhalten somit vier Zellen (Spermatiden), welche einander völlig gleichwerthig sind. Jede enthält also 12 Chromosomen und aus den Verbindungsfäden und der Dottersubstanz wird Nebenkern und Mitosoma, wie durch LA VALETTE ST. GEORGE, PLATNER und HENKING bekannt geworden ist.

Erster Richtungskern und Spaltkern des Eies, welche also den Spermatocyten II. Ordnung entsprechen (Holzschn. IX, 3 *sp* II), theilen sich beide ebenfalls noch einmal, so dass wir auch hier typisch vier Zellen erhalten: die beiden Abkömmlinge des ersten Richtungskörperchens (*rkI*), das zweite Richtungskörperchen (*rkII*) und den Eikern (*Eik* Holzsch. IX, 6). Jeder der vier Kerne enthält in gleicher Weise wie die Spermatiden (Holzschn. IX, 3) 12 Chromosomen.

Zwischen der Gruppe mit schwarzen und der mit weißen Chromosomen habe ich bei *Th* das aus der Bildung des ersten Richtungskör-

perchens herstammende und besonders auf Kosten der Verbindungssubstanz entstandene (*I*) Thelyid eingezeichnet (Holzschn. IX, 6).

Bis hierher gleicht die Entwicklung der männlichen und der weiblichen Geschlechtsprodukte einander außerordentlich, wie auch aus der Gruppierung *A, B, C* Holzschn. IX hervorgeht. Die Spermatiden bilden eine Tetrade (Holzschn. IX, 3) und in gleicher Weise sind Richtungskörperchen und Ei als eine Tetrade aufzufassen. Der wesentlichste Unterschied besteht nur darin, dass die Spermatocyten und Spermatiden zwar auch Dotterkugeln enthalten können (IX, 2, 3 *do*), aber in geringer Menge und gleichmäßig durch alle Zellen vertheilt. — Im Ei aber entbehren die Richtungskörperchen der Dottersubstanz völlig, während das Ei selber zu einem ungeheuren Sack (im Verhältnis) aufgebläht wurde, derart, dass die massenhafte Dottersubstanz (IX, 5 *do*) nur ein zartes Netz von Plasmasubstanz zwischen sich übrig lässt. — Die äußere Ähnlichkeit mit einer Tetrade ist noch mehr verdeckt, wenn die Richtungskörperchen gar nicht aus dem Ei hervortreten. Zur Erläuterung dessen denke man sich die Eigrenze durch die unterbrochene Linie gegeben (Holzschnitt IX, 5, 6, 7).

Das Ei ist auf dem Stadium *C* (Holzschn. IX) zur Copulation reif, nicht so die männlichen Zellen. Sie machen keine Theilungen mehr durch, sondern nur die bekannten Umwandlungen, welche sie befähigen, das Ei aufzusuchen und in dieses einzudringen. Nach dem Eindringen in das Ei müssen diese sekundären Umgestaltungen wieder aufgehoben werden durch rückläufige Veränderungen. Hierbei entwickelt sich um den Schwanzfaden, und zwar an dessen Kopfende, das Arrhenoid mit lebhafter Plasmastrahlung (Holzschn. IX, 6 *Arr*), welches dem Samenkern (*Sack*) meist vorangeht. — Aus dem Arrhenoid entstehen die Attraktionssphären der ersten Furchungsspindel und in dieser zeigt es sich, dass vom Samenkern 12 (schwarze) und vom Eikern 12 (weiße) Chromosomen mitgebracht wurden (Holzschn. IX, 6, 7).

Da die Theilungen der Furchungskerne in Bezug auf die Zahl der Chromosomen als Äquationstheilungen aufgefasst werden müssen, so ist zu erwarten, dass von nun an die Zellen wieder die normale Zahl von 24 Chromosomen darbieten, wie es auch der Fall ist. Indem ich nachwies, dass die Chromosomen nach der Theilung sich nicht nur im Sinne HERTWIG's gegenseitig durchdringen, sondern sogar sich völlig auflösen, ist es gerechtfertigt zu glauben, dass die Embryonkerne ein ähnlich gemischtes Chromatin enthalten werden, wie ich es im Schema (IX, 4 und 4) für die Urei- resp. Ursamenzellen angedeutet habe.

Noch auf eine Besonderheit möchte ich hier die Aufmerksamkeit

lenken, nämlich auf jenes eigenthümliche Verhalten der Richtungskerne, mit einander zu copuliren. Es wird sich ergeben, dass sich hieraus eine interessante Beziehung zu den Pflanzen ableiten lässt.

Im Holschn. IX, Fig. 7 habe ich es schematisch dargestellt, wie der eine Abkömmling des ersten Richtungskernes (wofern dieser nicht völlig aus dem Ei ausgetreten ist) sich tiefer in das Ei hineinbiegt und dicht an den zweiten Richtungskern (weiß) herantritt. Ich wies darauf hin, dass diese beiden Kerne ganz die gleichen Veränderungen durchmachen können, welche für die copulirenden Geschlechtskerne charakteristisch sind. Die beiden Kerne haben Anfangs das Thelyid zwischen sich (*Th IX, 7*). Dadurch gleichen sie ja sehr den Geschlechtskernen, welche aber mit dem Arrhenoid ausgerüstet waren. Das Arrhenoid hatte Anfangs eine ganz ähnliche Lage zu den beiden Geschlechtskernen inne, wie ich es von dem Thelyid gezeichnet habe, nur dass aus dem Arrhenoid die strahlererregenden Attraktionsphären der Furchungszellen hervorgingen, während das Thelyid zwar in seltenen Fällen auch einmal eine Strahlung um sich erzeugen kann (*Agelastica*), jedoch eine Theilung der beiden copulirten Richtungskerne, so viel bis jetzt bekannt ist, nicht einleitet.!

Wir können auch sagen: ¡Ein Abkömmling des ersten Richtungskernes (*IX, 7*, schwarz) copulirt mit dem Bruderkerne (*IX, 7*, weiß) des Eikernes. In dieser Fassung ergibt sich, wie wir sogleich sehen werden, eine äußerst wichtige Beziehung nach dem Pflanzenreiche hin.

15. Die Entstehung der Geschlechtsprodukte und die Befruchtung bei den Pflanzen.

Die Bildung der Geschlechtszellen und die Befruchtung bei Pflanzen ist vor Allem durch STRASBURGER (68) in zahlreichen Untersuchungen beschrieben. Es ergab sich, dass besonders die Befruchtung nicht unbeträchtlich complicirter ist als bei den Thieren, wegen Bethheiligung einer ungleich größeren Zahl von Kernen an derselben. Zwar hat man Vergleichenungen mit den entsprechenden Vorgängen im Thierreich schon öfter angestellt, aber ein sicherer Ausgangspunkt ist jedoch erst durch die neuesten Untersuchungen von GUIGNARD (25) gegeben. Dieser Autor fand nämlich, dass sowohl bei der Pollen- wie auch bei der Eibildung ein Stadium vorhanden ist, welches nicht nur in seiner Ausbildung dem der thierischen Geschlechtszellen außerordentlich entspricht, sondern auch dieselben Zahlenverhältnisse darbietet, wie ich sie bei *Pyrrhocoris* beschrieben habe. Da auch hier zu der gleichen Zeit die Reduktion in der Zahl der Chromosomen eintritt wie bei *Pyrrhocoris*,

so ist damit ein Fixpunkt gegeben, von welchem aus der vergleichende Blick nach rückwärts und vorwärts die einzelnen Stadien mustern kann. War hierbei schon GUIGNARD zu dem Resultate gekommen (p. 252), »l'analogie entre le Pyrrhocoris et les plantes peut être considérée comme complète« so werden wir sehen, dass die vorliegende Abhandlung noch weitere Ähnlichkeiten hervortreten lässt.

Zunächst sei es gestattet, eine kurze Übersicht über die Vorgänge von *Lilium Martagon*, welches als Schema (Holzschn. X, p. 245) dienen kann, nach der Darstellung GUIGNARD'S (25) zu geben.

a. Bildung der Pollenmutterzellen und der Embryosackmutterzellen.

Die subepidermoidale Zellschicht junger Antheren verlängert sich radial, und diese Zellen theilen sich in zwei Schichten, die Zellen der Pollensackwand (außen) und die primordiales Pollenmutterzellen (innen). Letztere theilen sich abermals und ihre Tochterzellen bilden die definitiven Pollenmutterzellen. Bei allen diesen Theilungen treten jedes Mal 24 Chromosomen auf (Holzschn. X, Fig. 8; die Chromosomen sind im Schema immer einfach kugelig gezeichnet). Die Chromosomen sind schleifenförmig und erfahren bei jeder Zelltheilung eine Halbierung der Länge nach. Sie stimmen also mit den Theilungen in der Epidermis und auch in den Gewebszellen derselben Pflanze überein, welche alle jedes Mal ebenfalls 24 Chromosomen enthalten. Nur selten, z. B. in den dem Connectiv älterer Antheren benachbarten Zellen hat Verf. eine geringere Zahl von Chromosomen bemerkt.

Die Eimutterzelle (Embryosackmutterzelle) entsteht direkt aus einer subepidermoidalen Zelle. Auch hier enthalten die Kerne bei der Theilung 24 Chromosomen (Holzschn. X, Fig. 13). Die Mutterzelle des Embryosackes wird kenntlich, indem eine der subepidermoidalen Zellen sich nicht mehr theilt, sondern erheblich an Größe zunimmt.

b. Bildung der Pollenkörner und Veränderungen im Ei bis zur Befruchtung.

Sowohl in die Pollen- wie in die Eimutterzelle sind also bei der letzten Theilung 24 Chromosomen übergegangen. Nun wächst in beiden Geschlechtern diese Zelle und der Kern beträchtlich heran, ganz wie die entsprechenden Zellen im Thierreich. Dann fließt das im Ruhestadium vertheilte Chromatin wieder zusammen und bildet schließlich sowohl in der ♂ wie in der ♀ Zelle scheinbar einen einzigen Faden, indem keine freien Enden sichtbar werden. Dieser einzige Faden besteht demnach aus den 24 ursprünglichen Chromosomen.

Weiterhin treten in diesem Chromatinfaden zwei Reihen von Granulationen auf, wodurch der Faden gedoppelt aussieht. Dann

zieht sich das Chromatin des Fadens in 12 Segmente zusammen, jedes Segment aber ist aus zwei Hälften zusammengesetzt, indem ja bereits jene zwei Reihen von Granulationen früh eine Halbierung andeuteten. Die zwei Reihen von Granulationen sind durch Hyaloplasma verbunden.

GUIGNARD deutet dies Verhalten folgendermaßen: die 24 ursprünglichen Chromosomen sind nicht unabhängig geblieben, sondern haben sich vereinigt. Nach der Kernruhe theilt sich die vereinigte Chromatinmasse in 12 primäre Segmente und diese halbiren sich in die 24 sekundären Chromosomen. In gleicher Weise möchte er die entsprechenden Verhältnisse bei *Pyrrhocoris* deuten, woselbst nur die eine Abweichung vorliegt, dass die 12 (Doppel-) Segmente nicht aus der ganzen Länge nach mit einander verbundenen Hälften besteht, sondern aus Hälften, welche nur an den Enden verwachsen sind, während die mittleren Partien sich frei vorwölben und so zu einem Ringe sich abrunden können (p. 251). Aber auch hierfür bietet das Pflanzenreich ein vermittelndes Beispiel in den Pollenmutterzellen von *Listera ovata*. GUIGNARD glaubt also, dass bei allen drei Beispielen nur 12 primäre Segmente gebildet werden, welche sich in 24 sekundäre verdoppeln.

Hierzu möchte ich bemerken, dass nach den Angaben GUIGNARD's die Verdoppelung des ursprünglich einheitlichen Fadens jedenfalls der Zeit nach das Primäre ist. Man könnte also glauben, dass die Chromatinsubstanz hier schon früh in die zwei Glieder sich aufzustellen beginnt, welche ja nach meiner Meinung das Charakteristische des entsprechenden Stadiums von *Pyrrhocoris* bildet. Wir würden demnach theoretisch in jedem der beiden Glieder nur 12 Einheiten erwarten dürfen und diese 12 Einheiten sind thatsächlich hier vorhanden und bilden die 12 Segmenthälften jeden Gliedes. Bei dieser Betrachtung muss also jeder Segmenthälfte der Werth einer Einheit zugeschrieben werden. Wir bekommen also in beiden Gliedern wiederum die Zahl von 24 Chromosomen, welche in den vorhergehenden Zelltheilungen gezählt wurden und von denen natürlich nicht die Hälfte spurlos verschwunden sein kann. Gerade weil ich bei *Pyrrhocoris* in den Samenmutterzellen auch isolirte Einheiten (Kügelchen) gefunden habe (37, p. 694, Fig. 20, Nr. 3, 4, 5, 6 etc.), welche also einer Segmenthälfte von *Lilium* entsprechen würden, glaube ich auch bei *Lilium* die Segmenthälften als die Einheiten bezeichnen zu sollen.

Wie dem aber auch sei, bei der nun folgenden Theilung findet eine Reduktion in der Zahl der Chromosomen statt.

Die Theilung entspricht also der ersten Theilung der Spermatocten resp. der Bildung des ersten Richtungskörperchens (Holzschn. X,

Rubrik B). Nur in so fern ist in der Embryosackmutterzelle eine Abweichung von untergeordneter Bedeutung gegeben, als das »erste Richtungskörperchen« nicht nach außen gelangt, sondern wie bei vielen Insekten im Ei verbleibt, und außerdem anscheinend nach dem Hinterende des Eies sich begiebt (X, Fig. 14, schwarze Chromosomen). Hierüber werde ich unten noch Einiges mitzuteilen haben.

Nachdem in der Rubrik B (Holzschn. IX und X) sowohl bei Thieren wie bei Pflanzen eine Reduktion in der Zahl der Chromosomen von 24 auf 12 stattgefunden hat, bleibt nun in den folgenden Theilungen die Zahl 12 erhalten, so dass dieselben als Äquationstheilungen bezeichnet werden müssen.

Nachdem die Pollenmutterzellen die erste (Reduktions-)Theilung vollzogen haben, tritt nur ein kurzes Ruhestadium ein, in welchem es nur selten zur Ausbildung von Nucleolen kommt. Dann wird jede Zelle abermals halbtirt, indem die 12 Chromosomen sich der Länge nach durchschnüren, und es liegen jetzt gerade wie bei den thierischen Samenzellen, ebenfalls vier Zellen mit je 12 Chromosomen vor und bilden die Tetrade der vier Pollenkörner.

Die Spermatide thierischer Zellen (IX, Fig. 3) macht auf diesem Stadium nur noch Gestaltsveränderungen durch um zur Befruchtung fähig zu werden, das Pollenkorn verändert sich ebenfalls in einer für die Befruchtung erforderlichen Weise, — aber es kommt hier im Gegensatz zu den Spermatiden noch zu weiteren Theilungen. Die folgende Theilung bewirkt, dass sich eine generative (X, Fig. 14 g) von einer vegetativen Zelle (X, Fig. 14 v) abtrennt. Diese vegetative Zelle würde also einem dritten Richtungskörperchen gleichzusetzen sein.

Im Embryosack war also der erste Richtungskern abgetrennt und in das untere Eiende verschoben (Holzschn. X, Fig. 15). Er theilt sich in zwei Kerne (schwarz) und in gleicher Weise der obere (weiße) Kern. So entstehen also vier Kerne und bilden eine maskirte Tetrade, indem sie sämmtlich im Embryosack verharren. Aber nicht nur das: die Abkömmlinge des oberen (weißen) Kernes, von denen also der eine als zweiter Richtungskern aufgefasst werden muss, enthalten je 12 Chromosomen, die Abkömmlinge des unteren (schwarzen) Kernes dagegen, also des ersten Richtungskernes, enthalten eine größere, aber ungleiche, Zahl von Chromosomen, 16, 20, 24 z. B. Da in den ersten Richtungskern nur 12 Chromosomen eingingen, so müssen dieselben also zerfallen sein.

Wie das Pollenkorn im Inneren noch eine Theilung erfuhr, so findet eine solche dritte Theilung auch noch im Ei statt. Der Eikern (X, Fig. 16 *Eik*) wirft noch ein drittes Richtungskörperchen ab

(X, Fig. 16 *rkIII*, den noyau polaire supérieur). Im gleichen Schritt hat sich hier auch das zweite Richtungskörperchen noch einmal geteilt zu zwei Kernen (*rkII*, den Synergiden) und unten im Ei haben die beiden Abkömmlinge des ersten Richtungskernes die Theilungsperiode nicht unbenutzt vorübergehen lassen, sondern sich ebenfalls geteilt, so dass nun unten vier Kerne (schwarz, X, Fig. 16) vorhanden sind (der noyau polaire inférieur [*p.i*] und die drei Antipodenkerne [$A_1—A_3$]). — Synergiden, Ei und Antipoden grenzen sich nun durch eine zarte Membran ab und nur die Polkerne bleiben frei.

Das Pollenkorn (*p*) hat inzwischen aber den Pollenschlauch (*s*) getrieben, welcher nun an den Embryosack heranwächst (Holzschn. X, Fig. 12). Hierbei nimmt der vegetative Kern (*v*) die tiefste Stelle im Schlauch ein. Er verschwindet jedoch bald. Der Geschlechtskern aber macht noch eine vierte Theilung durch, wodurch also ein einem vierten Richtungskörperchen entsprechender Kern abgeworfen wird (Holzschn. X, Rubrik *E*, Fig. 12 [*rkIV*]). Nun tritt der männliche Kern (Holzschn. X, Fig. 16 ♂) in den Embryosack über. — Es hat dieser männliche Kern also eine Theilung mehr zurückgelegt als der weibliche.

c. Die Copulationen.

Der männliche Kern begiebt sich im Embryosack auf den Eikern zu. Beide Kerne enthalten je 42 Chromosomen (Holzschn. X, Fig. 16 *Eik* und ♂). Außerdem aber besitzen beide Kerne je zwei Centrosomen (Holzschn. X, Fig. 16 *c*). Diese Centrosomen copuliren in ähnlicher Weise wie es von FOL (22) beschrieben ist und bilden dann die Pole der ersten Furchungsspindel (Holzschn. X, Fig. 17). Die Furchungsspindel enthält 24 Chromosomen, indem 12 aus dem männlichen, 12 aus dem weiblichen Geschlechtskerne herkommen (Holzschn. X, Fig. 17 ♂ ♀). Diese Chromosomen theilen sich durch Äquation, so dass also die embryonalen Zellen je wieder 24 Chromosomen besitzen. Da GUIGNARD der Individualitätshypothese der Chromosomen nicht zustimmt, so schließen die Körperzellen sich also dem in der Rubrik *A* (Holzschn. X) gegebenen Schema an, womit auch hier der Kreis geschlossen wäre.

Es findet jedoch im Embryosack noch eine andere Kerncopulation statt, welche ein hervorragendes Interesse beansprucht, nämlich der beiden Polkerne (noyau polaire supérieur und inférieur). Diese beiden Kerne sind aber in anderer Ausdrucksweise der dritte Richtungskern (*rkIII*) und ein Abkömmling des ersten Richtungskernes (*pi* Holzsch. X, Fig. 16). Die beiden Polkerne besitzen je zwei Centrosomen, welche nun paarweise verschmelzen zu den Polen der Spindelfigur, in deren Äquatorialebene die Chromosomen beider

Kerne sich aufstellen. Ich sagte oben bereits, dass der untere Polkern eine größere Zahl von Chromosomen besitzt als ihm eigentlich zukommt. In gleicher Weise müssen auch die Chromosomen des oberen Kernes noch zerfallen, da GUIGNARD angiebt, dass in beiden Kernen zusammen 40 bis 48 Chromosomen gefunden werden, bei späteren Theilungen geht jedoch die Zahl auf 40 bis 30 Chromosomen zurück. — Die Theilung dieser Spindel (des sekundären Embryosackkernes [Holzschn. X, Fig. 17 SE]) verläuft in der gewöhnlichen Weise. In so fern ist das Schema nicht ganz richtig, als die Polkerne früher zu copuliren und sich zu theilen beginnen als die Geschlechtskerne. Ich habe eben das Schema möglichst vereinfacht.

Es copulirt hier also, gerade wie bei den Insekten (Holzschn. IX, Fig. 7), ein Abkömmling des ersten Richtungskernes mit dem Bruderkerne des Eikernes. Bei den Insekten aber erfolgt, so viel bekannt, keine Theilung auf diese Kerncopulation. Nur einmal sah ich bei Agelastica eine krüppelhafte Theilungsfigur (Fig. 172), aber auch in dieser war ein Zerfall der Chromosomen in eine größere Zahl festzustellen. Bei *Lasius* könnte aus den beiden Kernen eine Kernspindel werden (Fig. 305). Bei den Pflanzen bildet sich aus den Abkömmlingen dieser zweiten Kerncopulation ein besonderes Larvenorgan (*s.v.v.*), das Endosperm.

Dieses Endosperm der Angiospermen, mit denen wir es zunächst zu thun haben, ist nach Ansicht vieler Botaniker (GOEBEL, 24, p. 335) als eine Neubildung zu betrachten, welche also auch bei den Insekten angedeutet sein würde. Das Endosperm der Gymnospermen dagegen ist gleichwerthig mit dem Prothallium, welches aus oder in den Makrosporen der (heterosporen) Gefäßkryptogamen gebildet wird. Es entspricht nach der Darstellung von GOEBEL das Endosperm der Gymnospermen und das Prothallium in den Makrosporen der Gefäßkryptogamen den Antipodenzellen der Angiospermen (Holzschn. X, Fig. 16 A_1, A_2, A_3).

Von allen den Kernen des Embryosackes und Pollenschlauches bleiben nur die beiden copulirten Paare übrig, also diejenigen, welche der embryonalen Furchungsspindel und der Spindel des sekundären Embryosackkernes die Entstehung gaben. Alle übrigen zerfallen bald und verschwinden (Holzschn. X, Fig. 17).

16. Vergleich des Befruchtungsvorganges bei Insekten, Angiospermen und Protozoen.

Im Folgenden sei noch einmal kurz auf die hauptsächlichsten Ähnlichkeiten und Abweichungen in den Befruchtungsverhältnissen der

Insekten und Angiospermen hingewiesen; denn im Princip die gleichen Erscheinungen wie bei *Lilium* beobachtete GUIGNARD auch bei *Fritillaria*, *Tulipa*, *Allium*, *Alstroemeria* und *Listera*, außerdem ist ja durch die früheren Untersuchungen von STRASBURGER (z. B. 68) und GUIGNARD der allgemeine Typus festgestellt.

Zunächst etwas über die Orientirung der Eier. Wie Holzschnitt VIII (p. 177) erkennen lässt, befindet sich die erste Richtungsspindel in den Eiern der Insekten meist in der Nähe der Mikropyle (Holzschn. VIII, durch den Pfeil angedeutet). Dieser Pol aber verlässt den Körper des Insektes beim Ablegen des Eies zuletzt. Bei Orientirung auf das Ovarium ist also der Mikropylenpol am meisten der Endkammer ange-nähert.

Nun sehen wir aber, dass bei den Pflanzen im Princip dasselbe stattfindet. Das erste Richtungskörperchen wird nach jener Richtung im Ei abgegeben, welche am tiefsten in das Pflanzen-gewebe eingesenkt ist. Stellen wir uns vor, dass der Embryo-sack der Angiospermen aus der Samenknospe nach außen hervorschlüpft, so würde er den Pflanzenkörper in der-selben Orientirung verlassen, wie das Ei den Leib des In-sektes. Es gilt das zunächst natürlich nur für die geraden (atropen) Samenknospen, dann aber auch für die campylotropen und anatropen Samenknospen. Denn die letzteren stellen Anfangs ebenfalls einen gera-den oder nur wenig gekrümmten Gewebezapfen dar (GOEBEL 24, p. 433).

Nennen wir am Ei resp. Embryosack jene Region vorn, welche den Thier- oder Pflanzenkörper nach obiger Vorstellung zuerst ver-lassen würde, so sind die Rubriken ♀ Th. und ♀ Pfl. in Holzschnitt IX und X zu einander spiegelbildlich orientirt. Ein Vergleich derselben lehrt also, dass das erste Richtungskörperchen und die Antipodenzellen bei Insekten und Pflanzen sich in derselben Region des Eies befinden, nämlich am Hinterende.

Anders ist es mit dem zweiten Richtungskörperchen. Bei Insekten wird es in der Nähe des ersten Richtungskörperchens abgeschnürt, bei den Angiospermen dagegen wandert der Eikern in das Vorderende des Eies und schnürt dort das zweite Richtungskörperchen ab.

Ich glaube, dass der letztgenannte Umstand mit einer anderen Besonderheit in Zusammenhang steht. Es betrifft dieselbe die entgegen-gesetzte Stellung der Mikropyle. Die Mikropyle befindet sich am In-sektenei in den meisten Fällen am hinteren Pole des Eies, bei den Angiospermen dagegen am vorderen Pole des Embryosackes. Es be-giebt sich also bei diesen Pflanzen der Spaltkern in die Nähe des Mikro-pylenpoles, woselbst der Spaltkern bei den Insekten sich in der Rege

schon befindet. Durch die Wanderung des Spaltkernes und die entgegengesetzte Lagerung der Mikropyle kommt es, dass bei den Angiospermen die dem ersten und die dem zweiten Richtungskörperchen zuzurechnenden Kerne (Antipoden und Synergiden) sich nicht neben einander, sondern in entgegengesetzten Regionen des Eies finden.

Bei manchen Insekteneiern hat nun allerdings eine Verschiebung der Richtungsspindeln vom hinteren Pole des Eies auf die Mitte der Längsseite stattgefunden (Holzschn. VIII, Fig. 1 u. 2); doch glaube ich nicht, dass derartige Variationen dem soeben entwickelten Gedankengange nachtheilig sind. Ganz am Vorderende (nach der p. 224 gegebenen Definition) habe ich die Richtungsspindeln bei Insekteneiern niemals gesehen, sondern nur hinten, bis hinauf etwa zur Mitte des Eies. Solche Variationen in der bei den Insekten bedeutungslos gewordenen Stellung der Richtungsspindeln können keine Verwunderung erregen.

Ist die aus dem Handbuche von GOEBEL (24) citirte Meinung, dass die Antipodenzellen als Rudimente der Prothallien von Gefäßkryptogamen aufzufassen seien, richtig, so wirft das ein ganz neues Licht auf die Bedeutung der Richtungskörperchen, speciell des ersten und seiner Abkömmlinge. Und erfahren wir dann, dass nicht nur bei den Insekten, sondern auch bei den Pflanzen ein Abkömmling des ersten Richtungskernes mit dem Bruderkerne des Eikernes copulirt, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Copulation bei den Insekten steril bleibt, während sie bei den Angiospermen zur Bildung eines neuen Larvenorgans (des Endosperm der Angiospermen) Veranlassung giebt, — so sind in diesen beiden Hinweisen, meine ich, Gründe genug gegeben, um den Richtungskörpern eine neue Seite abzugewinnen. Die Vergleichung führt dazu, in den Richtungskörpern rudimentäre Larvenorgane zu erblicken.

Nach den vorstehenden Mittheilungen ist eine bedeutsame Abweichung von dem Verhalten bei Thieren darin gegeben, dass bei Angiospermen auf die Reduktionstheilung (Rubrik B) noch zwei (♀) oder drei (♂) Theilungen folgen, während bei Thieren nur noch eine einzige folgt. Es findet dieser Unterschied seine Erklärung vielleicht eben in dem Umstande, dass bei den Pflanzen die entstehenden Kerne sehr viel länger irgend eine wichtige Funktion gehabt haben resp. sie noch haben, welche bei den Thieren schon lange verloren ist.

Man kann sich wenigstens vorstellen, dass im Thierreich alle die späteren Theilungen überflüssig wurden. Es wurde beibehalten die Reduktionstheilung, um die Zahl der Chromosomen herabzusetzen, sowie

die Bildung des zweiten Richtungskörperchens, um das Quantum der im Eikern und Samenkern enthaltenen Chromatin-substanz gleich zu machen. Die Verminderung in der Zahl der Theilungen der Eimutterzellen schreitet anscheinend noch fort, wie aus der Einzahl der Richtungskörperbildung bei regulär parthenogenetischen Thierformen (vgl. 77, p. 589) hervorgeht. So könnte man sich wenigstens die Thatsachen zurechtleger.

Die angestellte Betrachtung scheint mir auch aus dem Grunde nicht ohne Werth zu sein, weil wir in den Infusorien nach den Untersuchungen von MAUPAS (54) und R. HERTWIG (45) in Bezug auf die Zahl der Theilungen vor der Kerncopulation gewissermaßen eine Vermittelung von den Pflanzen zu den Thieren besitzen.

Ich habe in Holzschnitt X das Schema der Copulation von *Paramecium caudatum* nach MAUPAS bei 1 Inf. und 2 Inf. abgebildet. Die in den ersten Rubriken eingezeichneten Kernkreise habe ich weiß gelassen, da bisher nicht bekannt geworden ist, an welcher Stelle die Reduktion in der Zahl der Chromosomen stattfindet. Das mitgetheilte Schema hat Gültigkeit für weitaus die meisten der untersuchten Infusorien, einige Ausnahmen werden noch zu erwähnen sein.

Nach den übereinstimmenden Angaben von MAUPAS (54) und R. HERTWIG (45) vergrößert sich der Mikronucleus als Vorbereitung zur Conjugation. »Wie der Kern der Eizelle zum Keimbläschen heranwächst, so vergrößert sich, obwohl nicht so bedeutend, der Nebenkern der Infusorien vor der Conjugation« (R. HERTWIG p. 249). Die nun vom Nebenkern auszuführenden Theilungen sind sowohl von MAUPAS wie auch von R. HERTWIG mit der Bildung der Richtungskörper verglichen und auch WEISMANN (75) tritt dieser unzweifelhaft richtigen Auffassung bei. Die Ähnlichkeit mit den Pflanzen und manchen Insekten ist aus dem Grunde besonders groß, weil auch hier die Richtungskörper nicht aus dem Thier herausgeworfen werden.

Die erste Theilung des Mikronucleus führt also zur Bildung des ersten Richtungskernes (*rkI* Holzschn. X, Rubrik B), dann giebt der Mikronucleus mit einer zweiten Theilung den zweiten Richtungskern ab (*rkII*, Rubrik C). Dass der erste Richtungskern sich gleichzeitig ebenfalls getheilt hat (*rkI*, Rubrik C), ist eine uns bereits geläufige Erscheinung: wir befinden uns eben auf dem Stadium der Tetradenbildung. Von diesen vier Kernen verschwinden drei alsbald (Rubrik C, durch Schraffirung angedeutet), der vierte dagegen theilt sich noch einmal. Da von den beiden Abkömmlingen dieses Kernes der eine zum ♀ Copulationskern (stationären Kern HERTWIG's) wird, so müssen wir nach

Analogie der bisher gebrauchten Benennung den Bruderkerne desselben als dritten Richtungskern bezeichnen (*Rk III*, Rubrik *D*).

Nun bildet dieser dritte Richtungskern gleichzeitig den ♂ Copulationskern für das zweite Individuum, er tritt in dieses über (als HERTWIG's Wanderkerne) und vereinigt sich mit dessen ♀ (stationären) Kerne zu der ersten Theilungsspindel (Rubrik *F*). — Während also bei den Pflanzen der dritte Richtungskern mit einem Abkömmlinge des ersten Richtungskernes copulirt und den Endospermzellen die Entstehung giebt (Holzschn. X, Fig. 16), wird er bei den Infusorien zum Wanderkerne für das andere copulirende Individuum.

Eine Reduktion in der Zahl der Chromosomen findet auch bei den Infusorien statt, wie aus den Angaben HERTWIG's (45) über *Paramecium aurelia* hervorgeht. Dieses Infusor weicht von dem in Holzschn. X gegebenen Schema dadurch ab, dass in ihm Anfangs zwei Mikronuclei vorhanden sind, so dass in der Rubrik *C* acht Kerne vorliegen, von denen alsdann sieben verschwinden. Nun giebt HERTWIG von den Geschlechtskernen, welche aus dem einzig übrigbleibenden Kerne hervorgehen, an, dass sie zu deutlichen Spindeln mit vier bis sechs Chromatinelementen werden, »im Vergleich zu früher hat somit eine Reduktion der Spindelfasern etwa auf die Hälfte stattgefunden« (p. 182). Nach Vereinigung der beiden Spindeln zu einer einzigen hat die erste »Furchungsspindel« etwa wieder zehn Chromatinelemente, wie zu Anfang. Damit ist also der Kreis wieder geschlossen, wie bei Pflanzen und Metazoen, nur dass bei den Infusorien der Ort, an welchem die Reduktion in der Zahl der Chromosomen eintritt, noch nicht genau bekannt ist.

Macht nach den übereinstimmenden Beobachtungen von MAUPAS und R. HERTWIG der Mikronucleus der meisten Infusorien vor der Copulation eine dreifache Theilung durch, so dass er darin mit dem primären Kern des Embryosackes von *Lilium* übereinstimmt, so sei noch auf einige bisher unverstandene Ausnahmen hingewiesen, welche MAUPAS (54) beschrieben hat. Bei *Euplotes* (*patella* und *charon*) nämlich schwillt der Mikronucleus vor der ersten Theilung nicht auf, sondern erst die beiden Tochterkerne desselben wachsen im Spiremstadium bedeutend heran und machen nun noch die drei im Schema des Holzschnittes X abgebildeten Theilungen durch.

Dasselbe Verhalten wie in beiden Individuen von *Euplotes* tritt bei den Vorticelliden ausschließlich in der Mikrogamete ein, während die Makrogamete nur die drei Theilungen des Schemas vollzieht.

Es erhellt aus allen diesen Angaben, dass die Infusorien in Bezug auf die größere Zahl von Theilungen vor der Kerncopulation eine

größere Ähnlichkeit mit den Pflanzen als mit den Metazoën aufweisen, während andererseits sekundäre Copulationen der Richtungskerne fehlen, trotzdem alle Kerne im Inneren der Mutterzelle verbleiben. Es hängt das wohl damit zusammen, dass der Bruderkerne des ♀ Copulationskernes, welcher bei Metazoën und Pflanzen an der sekundären Copulation beteiligt ist, bei den Infusorien die Hauptcopulation mit dem weiblichen Kerne des Partners zu vollziehen hat.

Immerhin ergibt der Vergleich der Insekten, Infusorien und Angiospermen folgende wichtige Übereinstimmung: Die beiden aus der letzten Theilung des betreffenden Kernes hervorgehenden Tochterkerne copuliren, der eine von ihnen als weiblicher Vorkern, der andere 1) bei den Infusorien als männlicher Vorkern (Wanderkerne), — 2) bei den Metazoën und Angiospermen, bei welchen kein Übertritt in das copulirende zweite Zellindividuum (das Spermatozoon resp. den Pollenschlauch) stattfindet, copulirt dieser zweite Kern mit einem Abkömmling des ersten Richtungskernes und beteiligt sich somit bei den Angiospermen an der Bildung eines wichtigen »Larvenorgans«, des Endosperms, zu welchem ein Analogon auch bei den Insekten gefunden wird.

Diese wichtige Übereinstimmung ist aus dem Grunde festzustellen, weil bei allen den zum Vergleich herangezogenen Organismen es nicht zur Ausbildung von eigentlichen Richtungskörpern kommt. Es werden hier also die Richtungskerne mit einer Hülle von Protoplasma nicht nach außen befördert, sondern sie bleiben in Zusammenhang mit dem plasmatischen Mutterleibe. Es wäre hiernach zu erwägen, welcher von beiden Vorgängen als der primäre zu betrachten sei, das Ausstoßen der Richtungskörperchen, wie es im Thierreich meist geschieht, oder das Innehalten derselben, wie es bei den Pflanzen allgemein zu sein scheint und außerdem bei den Infusorien und vielen Insekten beobachtet wurde.

17. Reduktions- und Äquationstheilung der Chromosomen.

In ähnlicher Weise wie PLATNER war O. HERTWIG (42) durch seine Untersuchungen der Spermatogenese von *Ascaris megaloccephala* zu der Ansicht geführt, dass durch die zweite Theilung der Spermatoocyten und folglich auch durch die Bildung des zweiten Richtungskörperchens die für die Befruchtung nöthige Reduktion in der Zahl der Chromosomen vollzogen würde, ein Vorgang, welcher schon vorher durch theo-

retische Betrachtungen von WEISMANN erschlossen war. Ich selbst sah mich durch meine Untersuchungen der Samen- und Eientwicklung von *Pyrrhocoris apterus* (37) zu der Annahme genöthigt, dass die erforderliche Reduktion bereits und ausschließlich mit der ersten Theilung der Spermatocyten und der Bildung des ersten Richtungskörperchens einträte. Dasselbst habe ich mich auch über die Mittheilungen von PLATNER und O. HERTWIG näher ausgesprochen.

Nun hat WEISMANN (75) kürzlich seine Auffassung dahin abgeändert, dass er sowohl mit der ersten wie auch mit der zweiten Theilung der Spermatocyten eine Reduktion der Chromosomen oder »Idanten« bewerkstelligt werden lässt. Als Beweismittel für diese Ansicht dient ihm besonders die Arbeit von O. HERTWIG über *Ascaris megaloccephala*, während andererseits O. VOM RATH (64) in der Spermatogenese von *Grylotalpa*, V. HAECKER (28) in der Richtungskörperbildung von Copepoden Vorgänge beschrieben haben, welche sie zu Gunsten der neuen WEISMANN'schen Auffassung ausdeuten. Da von den Untersuchungen der beiden letztgenannten Forscher bisher nur vorläufige Mittheilungen vorliegen, so lässt sich über das Endresultat derselben noch kein Urtheil fällen.

Die Theorie WEISMANN's besagt Folgendes: In den Ursamen- und Ureizellen von *Ascaris megaloccephala bivalens* sind vier Kernstäbchen vorhanden. In den durch Theilung aus ihnen hervorgegangenen Samen- und Eimutterzellen bilden sich dann aber acht Stäbchen oder Idanten aus. Es hat also eine Verdoppelung der Idanten stattgefunden. Bei der nun folgenden Theilung der Spermatocyten I. Ordnung resp. der ersten Richtungsspindel gehen je vier von den acht Stäbchen in eine der beiden Tochterzellen über. Damit ist die erste Reduktionstheilung vollzogen.

Dann findet eine abermalige Zelltheilung statt und bei ihr gehen von den übrig gebliebenen vier Idanten je zwei in die beiden Tochterzellen (Spermatocyten II. Ordnung resp. zweites Richtungskörperchen und Eikern) über. Es war das die zweite Reduktionstheilung. Jetzt enthält also der copulationsfähige Ei- resp. Samenkern je zwei Idanten, also ist durch die zweimalige Reduktionstheilung die Zahl der ursprünglichen (vier) Idanten halbirt.

Nun fragt WEISMANN: Wozu die zweimalige Theilung, da ja zur Halbirtung der Idantenzahl eine Theilung ausreichen sollte? Er antwortet: Eine zweimalige Reduktionstheilung wurde nöthig, weil eine Verdoppelung der Kernstäbchenzahl zu Beginn des Reduktionsprocesses eintrat. So wird er zu der Frage geleitet: Wozu dient die anfängliche Verdoppelung der Kernstäbchen?

WEISMANN erblickt in den Kernstäbchen die Vererbungssubstanz, diese aber ist zusammengesetzt aus den »Ahnenplasmen« oder »Iden«. Jedes Id enthält die »Anlagen« eines Individuums und würde, wenn in genügender Menge vorhanden, die Entstehung eines Individuums garantiren können. Im Kernstäbchen aber ist durch die vielen Theilungen ihre Menge auf ein Minimum reducirt, denn jedes Kernstäbchen enthält eine gewisse Zahl dieser Ide, welche durch den Befruchtungsvorgang successive hineingekommen sind.

Die Ide sind im Kernstäbchen neben einander in einer Reihe angeordnet. Und wie in einer Keimzelle bei Inzucht und dergl. bereits identische Idanten vorhanden sein können, so wird durch die vor der ersten Reduktionstheilung eintretende Verdoppelung der Idanten eine größere Zahl identischer Stäbchen geschaffen.

Durch die beiden Reduktionstheilungen können nun ganz verschiedenartige Stäbchen entfernt werden und gerade die Verdoppelung der Idanten vor der Reduktionstheilung ist es, welche nach WEISMANN eine fast unendliche Zahl von Idanten-Kombinationen ermöglicht und der Naturzüchtung in den neu entstehenden Individuen zur Verfügung stellt. Gerade in Folge des Vorhandenseins identischer Stäbchen ist es erforderlich, dass möglichst verschiedenartige Kombinationen vorgesehen sind. — Durch die zweimalige Reduktionstheilung und die Verdoppelung der Kernstäbchen würde demnach nicht nur eine breite Basis für die Selektion geschaffen sein, sondern auch die Bildung zweier Richtungkörperchen eine befriedigende Erklärung finden.

Das sind etwa die Ansichten WEISMANN'S. Da ich nun auf den folgenden Seiten hiergegen Mancherlei einzuwenden habe und naturgemäß hauptsächlich die Differenzpunkte betonen muss, andererseits aber erwäge, wie leicht das geschriebene Wort auch ohne Absicht verletzend wirkt, so will ich im Voraus freudig bekennen, dass ich den klaren und geistreichen Schriften WEISMANN'S, deren letztes Heft in der »Amphimixis« (75) vor uns liegt, sehr viel verdanke. Es kann bei so weit ausblickenden Ideen nicht Alles vor den Fortschritten der Forschung Stand halten. Aber selbst in jenem extremsten Falle, dass alle diese Anschauungen WEISMANN'S sich als unhaltbar erweisen sollten, würde ich doch nicht die vielen Anregungen seiner Schriften über die Befruchtung und Vererbung entbehren mögen.

Zunächst haben wir die Frage zu erledigen, ob eine Verdoppelung der Kernstäbchen stattfindet?

Man würde diese Frage natürlich ohne Weiteres bejahen und nicht weiter diskutieren, wenn es sich einfach um Feststellung der

Thatsache handelte, dass die Chromosomen eine Durchschnürung erfahren könnten. WEISMANN, VOM RATH, HAECCKER und auch wohl O. HERTWIG nehmen jedoch gleichzeitig an, dass die beiden Theilstücke sofort als völlig selbständig zu betrachten seien. Das ist der hauptsächlichste Unterschied zwischen meiner Auffassung und derjenigen der genannten Forscher. Ich halte die noch zusammenhängenden Theilstücke nicht für selbständig¹.

Es ist nämlich, so viel ich sehe, bisher immer beobachtet worden, dass die beiden Theilstücke der Anfangs eingeschnürten, dann wohl durchgetrennten Chromosomen sich immer streng paarweise zusammenhalten. Da außerdem alle Übergänge vorhanden sind von nur schwach eingedrückten bis zu ganz durchgeschnürten Chromosomen, bei diesen letzteren aber der Zusammenhang der Hälften durch Lininsubstanz nachgewiesen werden konnte (Eier von *Pyrrhocoris*), oder wo das nicht gelang, das paarweise sich Zusammenhalten und Zusammenmarschiren einen Zusammenhang dennoch erschließen ließ (*Ascaris*), — so sehe ich mich aus allen diesen Gründen genöthigt, derartig abgetrennte Stücke ursprünglich einheitlicher Chromosomen nicht für selbständig zu halten, sondern die Paare als Einzelemente aufzufassen. Es ist demnach ganz gleichgültig ob ein solches Einzel-element in zwei oder vier oder noch mehr Stücke zerfallen ist.

Nun besitzt die Spindel des ersten Richtungskörperchens resp. der ersten Spermatocytentheilung eine ganz charakteristische Eigenthümlichkeit vor allen übrigen Theilungsfiguren, und ich will auf diese Besonderheit hiermit nachdrücklichst hingewiesen haben, weil dieselbe in der Betrachtungsweise von WEISMANN und seinen Schülern gar nicht hervortritt. Es ist nämlich gegen früher nur noch genau die halbè Zahl von Chromosomen (resp. also Gruppen von Theilstücken solcher) bei Polansicht der Äquatorialplatte zu sehen. Diese Zahl bleibt dann durch die folgenden Theilungen kon-

¹ Ich möchte hier ein Missverständnis WEISMANN'S aufklären. Derselbe sagt (75, p. 55): »HENKING sucht den Widerspruch der beiderseitigen Beobachtungen (d. h. von O. HERTWIG und mir, H.) dadurch zu versöhnen, dass er die Verdoppelung der Stäbchen bei *Ascaris* überhaupt bezweifelt.« Die Verdoppelung der Stäbchen an sich habe ich nie bezweifelt, sondern nur die Annahme der »Erhöhung der Chromosomenzahl auf das Doppelte der gewohnten Zahl (37, p. 730) was die Selbständigkeit der Theilstücke voraussetzt. Soll ich mich eines etwas krassen Beispiels bedienen, so würde ich sagen: Schneiden wir vier Äpfel durch, so behalten wir immer nur vier, wenn auch halbirte, Äpfel; wir haben aber nicht acht Äpfel durch die Halbirung erhalten.

stant, bis sie durch die Copulation die alte Höhe wieder erreicht. Also mit der ersten Theilung der Richtungsspindel resp. Spermatocyten tritt plötzlich eine Änderung ein. Bisher ist hiervon nur eine einzige, aber wohl noch nicht ganz ausreichend untersuchte Ausnahme durch ISHIKAWA bekannt geworden, über welche weiter unten.

Ich sagte oben, dass ich die von WEISMANN angenommene Selbständigkeit der chromatischen Theilstücke nicht anzuerkennen vermöchte, weil dieselben sich immer paarweise zusammenhalten und keinerlei Zeichen von Selbständigkeit in den bisher bekannt gewordenen Fällen verrathen.

Man wird hier vielleicht einwerfen, dass ich ja doch selber ein Zusammenrücken ursprünglich selbständiger Chromosomen annehme, nämlich in so fern als ich dieselben, paarweise verbunden, zu zwei Gliedern in der ersten Richtungs- resp. Spermatocytenspindel aufmarschiren lasse. Warum könnte dergleichen, wird man vielleicht sagen, nicht auch bei jenen Theilstücken unbeschadet ihrer Selbständigkeit eingetreten sein?

Hiergegen bemerke ich, dass ich obige Deutung der ersten Richtungsspindel aus dem Grunde angenommen habe, weil wir auf die Weise die typische Zahl der Chromosomen wiedererhalten, wie sie aus der letzten Theilung in diese Zelle übergang und weil ich in der Spermatogenese von *Pyrrhocoris* einzelne jener Chromosomen isolirt und selbständig gesehen habe. Sollte man jedoch in dieser meiner Auffassung eine Inkonsequenz erblicken wollen, so bin ich eher geneigt mit GUIGNARD auch die zweigliedrigen Chromosomenpaare als Einheiten aufzufassen, ehe ich bei Viertheilung derselben jedes Theilstück als selbständig bezeichnen möchte; denn, wie gesagt, für die Selbständigkeit dieser Theilstücke liegen bisher keine Angaben vor, wohl aber für ihre Unselbständigkeit.

Es stellen sich also in der ersten Richtungsspindel resp. ersten Theilung der Spermatocyten die Chromosomen oder deren Theilstücke in Gruppen zu zwei oder vier derart auf, dass gegen früher nur die halbe Zahl vorhanden ist.

Die von mir gemachten Beobachtungen an Insekten, welche diese Besonderheit erkennen lassen, habe ich oben p. 212 tabellarisch zusammengestellt. Dasselbe beobachtete GUIGNARD (25) von *Lilium*, *Fritillaria*, *Tulipa*, *Allium*, *Alstroemeria*, *Listera*. Auch vom RATH (61) theilt von *Gryllotalpa* mit, dass in den Samennutterzellen zwölf Chro-

mosomen vorhanden seien, bei der Theilung den Spermatocyten erster Ordnung dagegen sechs Gruppen von je vier Chromosomen auftreten. Bei *Ascaris megalcephala* enthalten die Körperzellen und Furchungszellen vier resp. zwei selbständige Chromosomen, die erste Spermatocyten- resp. Richtungsspindel dagegen zwei resp. eine Gruppe von Chromosomen (VAN BENEDEN, CARNOY, BOYER, O. HERTWIG).

WEISMANN (75) hält die Viergliedrigkeit der Gruppen und die nach seiner Auffassung dadurch begründete Verdoppelung der Chromosomen für das Typische. Die Verdoppelung der Chromosomen (Idanten) ist ihm außerordentlich wichtig, weil gerade durch sie und die nachfolgenden zwei Reduktionstheilungen eine fast unendliche Zahl von verschiedenen Keimplasma-Mischungen ermöglicht würde (p. 47). Nun ist es ja allerdings merkwürdig, dass so häufig Einschnürungen resp. Durchschnürungen der Chromosomen in der ersten Richtungsspindel beobachtet werden, wodurch dann also Gruppen von vier Stäbchen oder Kügelchen entstehen, — aber es sind auch jetzt, obgleich in dieser Richtung naturgemäß noch nicht viele Untersuchungen angeestellt sind, dennoch schon einige Fälle bekannt, welche dem WEISMANNschen Desiderat sich nur schwer oder überhaupt gar nicht fügen.

Da sind zunächst meine Beobachtungen der Spermatogenese von *Pyrhocoris* (37). Hier enthalten die Körperzellen und Ursamenzellen in der Äquatorialplatte 24 selbständige und isolirte Chromosomen. Dagegen ist bei der ersten Theilung der Spermatocyten leicht zu konstatiren, dass nun 12 Gruppen von Chromosomen vorhanden sind und jede Gruppe besteht aus zwei hinter einander aufgestellten Chromatinkugeln. Die Kugelpaare entstehen aus Ringen, indem diese sich verkleinern und verdicken.

Ich habe angegeben, dass die Ringe zuweilen in Gestalt von vier ovalen Körperchen erscheinen können und WEISMANN benutzt diese Angabe um daraus als wahrscheinlich herzuleiten, dass auch hier Anfangs eine Verdoppelung der Chromosomen oder Idanten eintrete, jedoch so, dass je vier der durch Halbiring entstandenen Idanten mit einander zu einem jener Kränze verschmelzen.

Diese Deutung, welche WEISMANN (75, p. 59) durch einige Figuren erläutert, halte ich nicht für zutreffend, weil, so viel ich sehen kann, jene Kränze eben das Primäre sind. Eine Nachprüfung meiner Präparate bestätigt das, was auch schon aus meinen Figuren (37, Fig. 17—20) hervorgeht, dass nämlich in den jüngsten Stadien ziemlich regelmäßige Kränze auftreten (Fig. 17, 18) und erst später, wenn die Kränze zu der Gestalt der Doppelkügelchen zusammenschrumpfen beginnen, kann die Peripherie vier ovale oder kugelige

Verdickungen aufweisen. Es sind aber gar nicht immer deren vier vorhanden, sondern auch wohl einmal drei (Fig. 19) oder einige mehr, deshalb sprach ich in meiner Abhandlung allgemein von »einigen Anschwellungen« (37, p. 693).

Ich vermag nach dem Gesagten diesen Verdickungen nicht die Bedeutung beizulegen, wie es WEISMANN thut, glaube vielmehr, dass sie eine einfache mechanische Erklärung zulassen. Der Kranz verengt sich nämlich allmählich derart, dass sein inneres Lumen (die »lichte Weite«) völlig verschwindet, indem er zu der Gestalt der Doppelkugeln übergeht. Bei dieser Gestaltänderung erfährt natürlich die in der Dicke des Ringes aufgehäufte Chromatinsubstanz eine Verlagerung. Es wäre nun viel wunderbarer, wenn bei der Schrumpfung des Kranzes oder Ringes die Chromatinsubstanz sich immer völlig gleichmäßig verschieben würde, als wenn mit der Verkleinerung des Kranzdurchmessers gelegentlich Anhäufungen derselben und damit Verdickungen bemerkt würden.

Hiernach müssten also die WEISMANN'schen Figuren (75, p. 59, Fig. 6) folgende Anordnung erhalten: Nr. 3, 4, 2, 1, 5.

Übrigens will ich eingestehen, dass ich bei Abfassung meiner Abhandlung über die Spermatogenese die von WEISMANN entwickelte Anschauung ebenfalls erwogen habe. Ich erwog dieselbe, weil mit ihr in der That eine Übereinstimmung mit den von O. HERTWIG (42) dargelegten Auffassungen in Betreff von *Ascaris megaloccephala* gegeben wäre, habe sie nach reiflicher Überlegung aber fallen lassen, weil sie zu viele unbewiesene Annahmen voraussetzt. Auf diese Auffassung bezog es sich, wenn ich (37, p. 728) von einer »kühnen Hypothese« sprach.

Aber selbst bei Zustimmung zu den Darlegungen WEISMANN's über *Pyrrhocoris* würde ich die in Fig. 5 (p. 54) abgebildete Theilung niemals als Reduktionstheilung bezeichnen, sondern als Äquationstheilung. Ich vermag eben die aus der Theilung einheitlicher Chromosomen entstandenen Hälften von vorn herein nicht als etwas Verschiedenes zu betrachten. WEISMANN sagt also (p. 60), die Idanten (= Chromosomen) wachsen heran und verdoppeln sich. Das geschieht doch wohl durch Äquationstheilung? Wenn nun die Hälften sogleich aus einander rücken und je eine neue Zelle bilden, so wird also von einer Äquationstheilung gesprochen, bleiben aber die Theilhälften erst noch einige Zeit liegen, bevor sie sich von einander entfernen, so nennen es WEISMANN, VOM RATH, HAECKER plötzlich eine Reduktionstheilung!

Wo soll denn da die Grenze gesetzt werden? Dürfen die Theilstücke eine Minute, oder fünf oder zehn Minuten in einer Zelle verweilen, ehe

eine solche Äquations- in eine Reduktionstheilung übergeht oder wie lange? Oder ist dann eine Äquationstheilung gegeben, wenn die Längstheilung eines Chromosomen oder Idanten mit Hilfe einer voll ausgebildeten Spindel erfolgt, während eine früher erfolgende Längstheilung als Reduktion bezeichnet werden soll? Und worin besteht der Unterschied der beiden Theilungen im letzteren Falle?

Man sieht aus diesen Fragen, dass die Reduktionstheilung nicht scharf definiert ist. Die WEISMANN'sche Definition (p. 56), dass er unter Reduktionstheilung jede Kerntheilung verstehe, »durch welche die Zahl der Ide, welche im ruhenden Kerne vorhanden war, für die Tochterkerne auf die Hälfte herabgesetzt wird«, trifft nicht zu, da ja die Verdoppelung der Idanten erst nach der Kernruhe, im Spirem, eintritt und zwischen beiden Theilungen das Ruhestadium übersprungen wird. Nach meiner Auffassung müsste ebenfalls das von WEISMANN (pag. 49) in Fig. III A gegebene Schema von *Ascaris megaloccephala univalens* anders gedeutet werden. Es ist dieses Schema (Holzschn. XI, Kopie) vielleicht beson-

ders geeignet, um den Unterschied zwischen der Auffassung von WEISMANN und mir zu demonstrieren. WEISMANN bezeichnet beide Theilungen der Kernstäbchen (bei II und III) als Reduktionstheilungen, ich dagegen

halte die erste Theilung (bei II) ebenfalls für eine Reduktionstheilung, die zweite aber (bei III) unbedenklich für eine Äquationstheilung. Nach WEISMANN sind die beiden Kernstäbchen bei III ganz identisch zusammengesetzt aus identischen Iden ($a-h$), sie sind außerdem durch eine unverkennbare Äquationstheilung aus dem ersten Kernstäbchen (bei I) entstanden und trotzdem wird ihre Trennung schließlich als Reduktionstheilung bezeichnet, nur weil diese Stäbchen nicht sofort aus einander rücken, sondern erst bei der zweitfolgenden Theilung. Dabei haben sie in der Zwischenzeit keinerlei Thätigkeit entwickelt oder irgend welche Äußerungen von Selbständigkeit gezeigt. — Es muss doch einleuchten, dass die erste Theilung (bei II), durch welche die Abkömmlinge der differenten Stäbchen von einander entfernt wer-

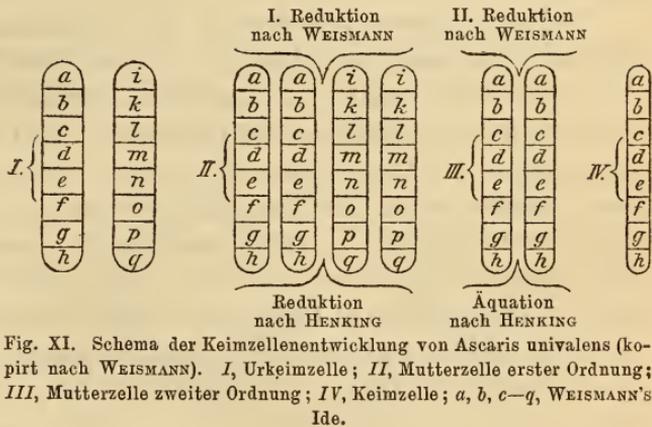


Fig. XI. Schema der Keimzellenentwicklung von *Ascaris univalens* (kopiert nach WEISMANN). I, Urkeimzelle; II, Mutterzelle erster Ordnung; III, Mutterzelle zweiter Ordnung; IV, Keimzelle; a, b, c—q, WEISMANN'S Ide.

den, was also dem gleich käme, wenn bei I die beiden dort vorhandenen Stäbchen aus einander gelegt würden, — dass eine solche Theilung anders anzusehen ist, als wie eine Halbiring eines der beiden Stäbchen (bei I) in zwei Stücke!

WEISMANN war der Ansicht, dass in den Spermatocyten I. Ordnung von *Pyrrhocoris* jeder Idant sich verdoppelt, dass dessen Hälften dann wiederum verschmelzen und sich mit den Hälften eines anderen Idanten zu einem gleichförmigen Kranze verbinden. Dadurch, dass bei der nun folgenden Halbiring des Kranzes die Theilungsebene einem beliebigen Radius entlang verlaufen kann, sei eine unendlich mannigfache Kombination von Iden gestattet (erläutert durch seine Fig. VII p. 60). Da ich den Vorgang wesentlich anders deute, nämlich so, dass zunächst der Kranz auftritt, dass dann das Chromatin gewissermaßen zusammenströmt zu einer Doppelkugel, wobei auf den Zwischenstadien des sich verengenden Kranzes Anschwellungen der Kranzperipherie sichtbar werden können — so vermag ich der Deutung von WEISMANN nicht ganz beizutreten.

Diejenige Ebene, von welcher die Chromosomen bei der ersten Theilung aus einander weichen, ist schon früh bestimmt, jedenfalls dann schon, wenn zwei Kügelchen (*Pyrrhocoris*) oder zwei resp. vier Schleifen oder Stäbchen (bei *Lilium* etc. nach GUIGNARD, bei Samennützern von *Ascaris* nach O. HERTWIG, bei *Gryllotalpa* nach vom RATH) sichtbar werden. Ein Übergang von solchen, gewissermaßen schon differenzirten Stadien zu einer Ringform ist meines Wissens bisher nicht beschrieben worden. Damit ist aber auch die Theilungsebene schon früh festgelegt und besitzt nicht mehr die freie Verschiebbarkeit durch die bereits als halbirt angenommenen Idanten, wie es die WEISMANN'sche Fig. VII (p. 60) voraussetzt. Denn ich wiederhole, die Theilungsebene ist bereits bestimmt, wenn die Idanten sich halbiren.

Darin stimme ich jedoch WEISMANN völlig bei, dass die Lage der Spaltungsebene zu dem homogenen Kranze, so viel wir bisher wissen, nicht fest bestimmt ist, sondern ganz willkürlich denselben durchschneiden kann. Damit ergibt sich von selbst, dass die Vertheilung der WEISMANN'schen Ide je nach der Lage der Spaltungsebenen eine recht mannigfaltige sein kann.

Als das Primäre darf nach unseren bisherigen Kenntnissen die Herausbildung der ersten Spaltungsebene betrachtet werden. Da nun nach der übereinstimmenden Ansicht der bisherigen Untersucher angenommen werden darf, dass von den Chromosomen seit der letzten Theilung nichts verloren gegangen ist, so herrscht auch darin Einstim-

migkeit, dass in jeder Gruppe von Chromosomen der ersten Richtungsspindel etc. ein Gehalt an Chromatinsubstanz vorhanden ist, welcher dem Inhalte zweier ursprünglichen Chromosomen (der Ureizelle etc.), resp. auch deren Theilprodukten entspricht. Ich sagte oben schon, dass die WEISMANN'schen Iden oder wie wir gewisse chromatische Elementartheile nennen wollen, nicht genau in derselben Anordnung vorhanden zu sein brauchen wie vorher. Wenn ich demnach jetzt den Werth einer Chromosomengruppe der ersten Richtungsspindel etc. durch zwei Stäbchen schematisch ausdrücke (Holzschn. XII, Fig. 1) und Unterabtheilungen derselben mit Buchstaben bezeichne ($a-f$ und $g-m$), so soll damit über die ursprüngliche Reihenfolge derselben nichts ausgesagt sein.

1) Die Linie (A) zwischen beiden Stäbchen deute die primäre Spaltungsebene an. Nun kann gleichzeitig mit Ausbildung dieser Spaltungsebene eine Halbierung beider Stäbchen und damit Entstehung einer zweiten, sekundären Spaltungsebene (B) gegeben sein (Holzschn. XII, Fig. 2 u. 3). Da es den vier Stäbchen nicht anzusehen ist, wie sie zu der primären Spaltungsebene liegen, so können nur zwei Möglichkeiten vorliegen:

2) Beide Abkömmlinge eines jeden Stäbchens liegen je auf der gleichen Seite der primären Spaltungsebene (A). Dann vollzieht das

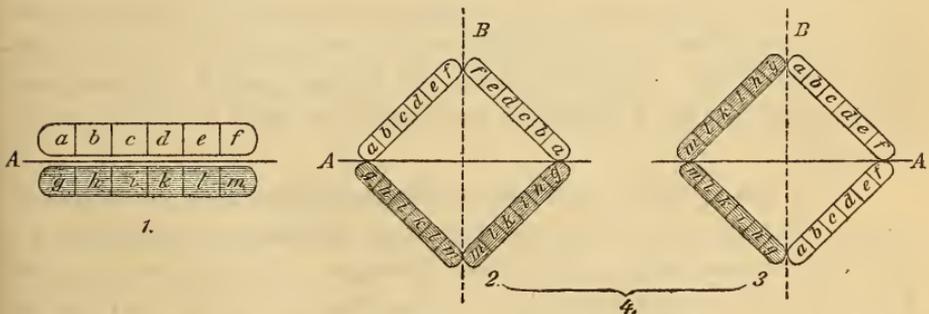


Fig. XII. Schemata der Reduktions- und Äquationstheilung.

erste Richtungskörperchen eine Reduktionstheilung, das zweite Richtungskörperchen dagegen eine Äquationstheilung, indem bei letzterer aus der sekundären Spaltungsebene (B) nur ein großer Spaltraum zwischen beiden Tochterhälften des Stäbchens wird (Holzschnitt XII, Fig. 2).

3) Die primäre Spaltungsebene trennt von jedem Stäbchenpaare ein Stäbchen ab (Holzschn. XII, Fig. 3). In diesem Falle müssen wir die Bildung des ersten Richtungskörperchens als eine Äquationstheilung bezeichnen, indem in beide Tochterkerne gleich zusammengesetzte Stücke übergehen. — Das zweite Richtungskörperchen dagegen wird

durch Reduktionstheilung ausgeführt, indem differente Stücke, eben die Abkömmlinge von zweierlei Stäbchen, durch die sekundäre Spaltungsebene geschieden werden.

Die beiden Möglichkeiten haben an und für sich gleichviel Wahrscheinlichkeit, und es können recht wohl beide sich verwirklicht finden. Da nun aber nicht nur eine Gruppe von Stäbchen bei der Theilung vorhanden zu sein pflegt, sondern eine größere Zahl, so ist noch die folgende Möglichkeit zu erwägen:

4) Einige Gruppen erleiden in der ersten Richtungsspindel eine Reduktionstheilung (Holzschn. XII, Fig. 2), die übrigen Gruppen eine Äquationstheilung (Holzschn. XII, Fig. 3). Dasselbe geschieht dann natürlich auch in der zweiten Richtungsspindel, nur in umgekehrter Reihenfolge. Damit vollzöge sich in beiden Richtungsspindeln je eine partielle Reduktionstheilung.

Es fragt sich nun, welche dieser drei Möglichkeiten in unseren Fällen verwirklicht ist. Das sicherste Urtheil gestattet da immer noch die Spermatogenese von *Pyrrhocoris*; denn hier gelang es mir, auch die Ausbildung einzelner isolirter Kugeln in den Spermatocyten I. Ordnung zu beobachten. Hieraus und aus dem frühen Auftreten der primären Spaltungsebene scheint mir unzweifelhaft hervorzugehen, dass wir es in der Theilung der Spermatocyten I. Ordnung mit einer totalen Reduktionstheilung zu thun haben und folglich bei der zweiten Halbierung mit einer Äquationstheilung. Dasselbe dürfte der Fall sein mit der Bildung der Richtungskörper von *Pyrrhocoris* und besonders auch von *Pieris brassicae* (36).

Ganz unzweifelhaft tritt eine totale Reduktion nach den Darstellungen von GUIGNARD (25) ein bei der ersten Theilung der Embryosack- und Pollenmutterzellen von *Lilium Martagon*. Hier ist von einer Erhöhung der Idantenzahl auf das Doppelte der normalen Ziffer, auf welche WEISMANN so viel Gewicht legt, auch nicht die geringste Andeutung vorhanden. Während die Normalzahl bei dieser Pflanze 24 ist, treten jetzt 42 Doppelstäbchen auf, und bei der Theilung rücken 42 Stäbchen nach dem einen, 42 nach dem anderen Pole, um bei der zweiten Theilung durch Äquation halbirt zu werden. Diese außerordentliche Ähnlichkeit zwischen zwei so entfernt stehenden Organismen wie *Pyrrhocoris* und eine Pflanze, auf welche auch GUIGNARD aufmerksam macht, kann doch nicht auf einem Zufalle beruhen, sondern muss in einem allgemeineren Gesetze seine Begründung haben.

WEISMANN hat zu Gunsten seiner Auffassung auch auf die Untersuchungen FLEMMING'S (20) über die Samenbildung von *Salamandra*

hingewiesen, durch welche »eine anfängliche Vermehrung der Kernfäden auf das Doppelte der Normalzahl« festgestellt sei (p. 52).

Diese Angabe WEISMANN'S dürfte auf einem Missverständnis beruhen und möchte ich hier abermals, wie früher schon (37, p. 724), auf die Untersuchungen FLEMMING'S als Stütze meiner Ansicht aufmerksam machen.

Die Normalzahl der Chromosomen in den Körperzellen von Salamandra maculosa beträgt nach den übereinstimmenden Angaben von FLEMMING und RABL (24). Nun treten im Spirem der sich heterotypisch theilenden Spermatocyten zwölf primäre Segmente auf, welche aber früh eine Spaltung erfahren, so dass damit die einfache Normalzahl erreicht ist. Die zwölf Doppelsegmente trennen sich nun in der Mitte von einander, während die Enden der Hälften entweder verbunden bleiben, oder wieder mit einander verkleben. So entstehen also zwölf völlig geschlossene Schleifen. Jeder Ring wird nun im Äquator in zwei Hälften zerlegt, es wandern also zwölf Schleifen nach jedem Pole, diese aber erfahren dann im Stadium des Dyaster eine Längsspaltung. Dürften wir also diese heterotypische Theilung als eine Theilung der Spermatocyten I. Ordnung betrachten, so würde die Längsspaltung im Stadium des Dyaster eben nur eine verfrühte Vorbereitung für die zweite Theilung darstellen.

Die homoeotypische Form der Theilung, welche beachtenswerther Weise die kleineren Spermatocyten betrifft, bezieht sich ebenfalls immer nur auf Zellen mit zwölf Segmenten. Im Spirem sind dieselben bereits der Länge nach gespalten, die Hälften verschmelzen aber nicht zu Schlingen, sondern wandern, nachdem sie einige Zeit neben dem Äquator lagen, zu je zwölf nach einem Pole.

FLEMMING betont ausdrücklich (p. 442), dass bei allen Spermatocyten des Salamanders »jede polare Hälfte der Figur aus zwölf Schleifen besteht«, womit die Verhältnisse dieses Wirbelthieres auffallend mit dem bei einem Insekt und einer Pflanze Beobachteten übereinstimmen.

2. Gibt es überall zwei Richtungskörper bei befruchtungsbedürftigen Organismen?

Eine Hauptstütze der WEISMANN'Schen Beweisführung zu Gunsten einer zweimaligen Reduktionstheilung liegt in der regelmäßigen Bildung zweier Richtungskörperchen. »Weshalb denn überall diese zweimalige Theilung, deren wir doch eben wegen der überall nachgewiesenen Zweifachzahl der Richtungskörper des Eies vollkommen sicher sind?« (p. 55). Zu einer Reduktion der Kernstäbchenzahl auf die Hälfte würde

eine Theilung genügen. Wozu demnach, so fragt WEISMANN, die zweite Theilung, wenn nicht mit Hilfe der vorhergehenden Verdoppelung der Stäbchenzahl und der dadurch nothwendig werdenden zweiten Reduktionstheilung die Zahl der möglichen Kombinationen der Idanten erhöht werden sollte?

Habe ich mich oben gegen die Deutung der Stäbchenverdoppelung ausgesprochen, so möchte ich hier noch Einiges gegen die Zweizahl der Richtungskörperchen vorbringen. Es giebt gar nicht überall eine zweimalige Theilung!

Eine zweimalige Theilung und also Bildung zweier Richtungskörperchen findet sich zwar bei allen befruchtungsbedürftigen Metazoen, aber bei den Infusorien werden bereits drei Theilungen vollzogen. Diese dritte Theilung ist nach WEISMANN eine Äquationstheilung und hat kein Analogon bei den Metazoen, weil bei den Infusorien derselbe Mikronucleus beiderlei Copulationskerne zu liefern hat.

Ich weiß nicht, ob man eine Theilung nach dem beurtheilen darf, was die aus der Theilung hervorgehenden Kerne etwa später unternehmen. Doch das ist weniger wichtig. Einschneidender scheint mir die Frage zu sein, warum denn die aus der zweiten Theilung hervorgehenden Kerne bei den Infusorien nicht zu einer Copulation befähigt sind, während doch alle Metazoen aus der zweiten Theilung hervorgehende copulationsfähige Kerne besitzen. Außerdem erwähnt R. HERTWIG (45, p. 180) gewisse Variationen von *Paramaecium aurelia*, welche die Frage hervorriefen, ob nicht in manchen Fällen bereits durch die zweite Theilung der Mikronuclei die Geschlechtskerne erzeugt würden.

Sollte man aber wirklich bei den Infusorien sich durch die Auskunft befriedigt fühlen, dass die Bildung der Geschlechtskerne eine dritte und zwar Äquationstheilung erfordere, so heben sofort einige andere Einwürfe ihre drohenden Häupter. Besonders seit den letzten Mittheilungen von GUIGNARD (25) ist nicht daran zu zweifeln, dass auch im Pflanzenreiche dieselbe Reduktion bei der Bildung der Geschlechtszellen eintritt, wie im Thierreiche. Eine Erklärung dieses Phänomens muss also für beide Reiche Gültigkeit haben.

Hier tritt nun, z. B. bei *Lilium*, im Embryosack ebenfalls eine dreimalige Theilung ein und hier ist thatsächlich ein dritter Richtungskern gebildet; denn wir sehen aus der dritten Theilung nur einen Geschlechtskern hervorgehen, den Eikern (Holzschn. X, Fig. 46 p. 245). Wozu also diese dritte Theilung?

Doch halt, wird man vielleicht einwerfen, im Embryosack (Holzschnitt X, Fig. 46) copulirt ja gar nicht allein der Eikern, son-

dem dessen Bruderkern (*rkIII*) ebenfalls; folglich liegen die Verhältnisse gerade wie bei den Infusorien, nur dass der Wanderkern nicht in das andere Individuum, den Pollenschlauch, übertritt, sondern als dritter Richtungskern (*rkIII*) mit einem Abkömmlinge des ersten Richtungskernes (*pi*) copulirt; folglich war die letzte Theilung, wie bei den Infusorien, eine Äquationstheilung.

Ich werde gegen diese Beweisführung nichts einwenden, sondern nur zu bedenken geben, dass wir damit auch die Bildung des zweiten Richtungskernes als eine Äquationstheilung nachgewiesen hätten; denn aus dieser Theilung geht bei den Insekten nicht nur der Eikern, sondern auch der zweite Richtungskern hervor, welcher eine Copulation mit einem Abkömmlinge des ersten Richtungskernes einzugehen befähigt ist (Holzschn. IX, Fig. 7).

Der männliche Geschlechtskern aber geht bei den höheren Pflanzen sogar erst aus einer vierfachen Theilung hervor. Wozu also vier Theilungen, da ja zu der Reduktion der Stäbchenzahl eine einzige Theilung genügt! Konnte die WEISMANN'SCHE Erklärung einige Wahrscheinlichkeit für sich haben, wenn überall nur zwei Theilungen vorkämen, so musste sie dadurch eine bedenkliche Erschütterung erfahren, wenn mehrfache Theilungen angenommen werden mussten.

Die Möglichkeit der Variation in der Kombinirung der Idanten ist uns bereits durch die erste Theilung geboten, welche ich in Übereinstimmung mit WEISMANN als Reduktionstheilung bezeichnen möchte. Aber für diesen Zweck könnten einige andere Besonderheiten vielleicht noch einmal Verwendung finden, das sind die Ungleichheiten in Ausbildung und Zahl der Chromosomen, von denen ich oben Einiges mitgetheilt habe. Völlig dunkel ist uns heute noch, was die zweifache Form von Spermatozoen zu bedeuten habe, welche bei *Pyrrhocoris* auftritt (37). Die Spermatozoen haben regelmäßig entweder 11 oder 12 Chromosomen, was auf einer Ungleichheit in deren Vertheilung beruht. Solche Fälle werden sicher noch mehr beobachtet und beachtet werden.

Auf eine andere Quelle der Variabilität habe ich weiter unten nur hingedeutet, da es bislang nur eine Vermuthung ist, dass sich der achromatische Zustand der Kerne in dieser Richtung verwenden lasse.

Jedenfalls glaube ich, dass auch ohne Annahme einer zweiten Reduktionstheilung die weitere Forschung noch viele Gründe für die Variabilitätsmöglichkeit der Organismen aufdecken wird.

18. Die Untersuchungen von Ishikawa (47) an Diaptomus.

Nach ISHIKAWA tritt die Reduktion der Chromosomen mit der zweiten Theilung der Spermatocyten und Richtungsspindeln ein. Die Theilungen der Hodenzellen verlaufen in folgender Weise: In den Ursamenzellen stellen sich acht hantelförmige Chromosomen zur Äquatorialplatte der Spindel auf und geben in die beiden Tochterzellen acht einfache Chromosomen ab, indem sie sich in der Mitte durchschnüren. Diese Tochterzellen bilden die Samenmutterzellen indem sie größer werden. Es treten in ihnen wiederum acht stäbchenförmige Chromosomen auf, welche sich hantelförmig einschnüren und bei Theilung in jede Tochterzelle ebenfalls acht Chromosomen übergehen lassen. Die nun folgende letzte Theilung wird ohne Eintreten eines Ruhestadiums sofort vollzogen und zwar derart, dass keine Theilung der Chromosomen stattfindet, sondern dass vier Chromosomen ungetheilt in die eine und vier in die andere Zelle übergehen. Aus diesen Zellen werden direkt die Spermatozoonen.

In dem Keimbläschen der reifen Eier treten acht hantelförmige Chromosomen auf, welche sich bei der Bildung des ersten Richtungskörperchens der Quere nach theilen und also acht Chromosomen dem ersten Richtungskörperchen übergeben, während ebenfalls acht im Ei verbleiben. Von diesen letzteren erhält nun das zweite Richtungskörperchen direkt vier Chromosomen, der Eikern die anderen vier. Die vier Chromosomen sind im abgerundeten Eikern getrennt zu erkennen. Später aber gehen sie in ein Netzwerk über und sind nicht mehr zu unterscheiden, wie auch nicht in dem inzwischen eingedrungenen Samenkerne. Wenn nun aber während der Copulation der Geschlechtskerne die Chromosomen wieder erscheinen, so sind in jedem Kerne nicht deren vier, sondern acht vorhanden (wie Verfasser mehrfach mittheilt und abbildet), in Summa also 16, da beide Kerne ja einer Spindel die Entstehung geben. Nun finden sich aber nach ISHIKAWA bei Trennung der Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel in jeder Tochterplatte nur acht Chromosomen, womit die Ausgangszahl wieder erreicht wäre.

Kritik. — Ich bemerke, dass ich an diesen Auffassungen ISHIKAWA's nicht zweifeln will, da ja recht gut verschiedene Wege bei Erstrebung desselben Zieles von den Organismen eingeschlagen werden können. Jedoch möchte ich auf einige Schwächen in den Beweisen hindeuten, welche ISHIKAWA vielleicht gelegentlich selber verbessert, um dadurch auch skeptischere Naturen zu seiner Ansicht zu zwingen.

So wäre es ganz erwünscht, wenn eine Spindel der Ursamenzellen

bei Polansicht abgebildet wäre, weil aus der Seitenansicht allein die Zahl schwer zu kontrolliren ist. Über die Zahlenverhältnisse der Ureier ist nichts mitgetheilt. — Vom folgenden Stadium, Theilung der Spermatocyten I. Ordnung, resp. der ersten Richtungsspindel, ist nur von letzterer eine Polansicht abgebildet: Man sieht (Fig. 27) in dieser Polansicht sechs hantelförmige und zwei kugelige Chromosomen. Die ersteren sind wohl »umgefallen«, oder erscheinen manche der von der Seite gesehen hantelförmigen Chromosomen auch bei Polansicht hantelförmig?

Gar sehr vermisste auch ich eine detaillirtere Beschreibung des bei der zweiten Theilung der Spermatocyten und der Bildung des zweiten Richtungskörperchens erfolgenden höchst bemerkenswerthen Theilung, indem von den in eine Ebene aufgestellten acht Chromosomen ohne Theilung vier nach dem einen Pole, vier nach dem anderen wandern. — Unzweifelhaft ist, dass im Eikern vier schleifenförmige Chromosomen vorhanden sind, wie aus Fig. 34 klar hervorgeht. Störend ist nur, dass nachher sowohl im Eikern wie im Samenkern während der Copulation je acht Chromosomen vorliegen, wofür drei Figuren und die Erklärungen des Verfassers Zeugnis ablegen. Trotz dieser 16 Chromosomen verringert sich die Zahl der Chromosomen auf eine nicht mitgetheilte Weise nach Angabe von ISHIKAWA in der ersten Furchungsspindel derart, dass in die beiden ersten Embryonalkerne je acht Chromosomen übergehen. Es ist ein bischen wenig, dass zum Beweise hierfür nur eine einzige Spindel, noch dazu in Seitenansicht, vorgelegt wird, besonders da die Spindel in so fern eine Abnormität darbieten dürfte, als das eine Chromosom beiden Tochterplatten anzugehören scheint. Theilt es sich noch, so hat die eine Tochterplatte damit neun Chromosomen, oder bleibt es ungetheilt und wandert nach der richtigen Seite, so ist auch damit, dass es nicht getheilt wurde, eine Abnormität gegeben.

19. Über Parthenogenese.

Unbefruchtete Eier habe ich von Lepidopteren und Hymenopteren untersucht. Ganz abweichend von der normalen Entwicklung zeigten sich die Eier von *Leucoma salicis*. Die Übrigen machten Anfangs die normalen Veränderungen durch und bildeten sämtlich zwei Richtungskörperchen. Bei *Bombyx mori* und *Lasius niger* traten bei der Theilung der Furchungszellen bald früher bald später Abnormitäten auf, während die regulär parthenogenetische *Rhodites Rosae* in der Entwicklung ein völlig normales Verhalten kund that.

Indem ich in Bezug auf die Einzelheiten der parthenogenetischen Entwicklung auf den speciellen Theil verweise, sei hier nur darauf aufmerksam gemacht, dass gerade wie bei den befruchteten Eiern die

Zahl der Chromosomen in den Richtungsspindeln eine geringere war als in den Furchungszellen. Nach Absolvierung der Richtungskörperbildung vergrößert sich die Zahl der Chromosomen spontan. Eine Verdoppelung der Zahl vor Eintritt in die erste Richtungsspindel habe ich nicht beobachtet.

Ich habe darauf hingewiesen, dass bei den parthenogenetischen Furchungszellen eine Strahlenbildung sehr viel geringer entwickelt war, wie sonst, wie ein Vergleich mit den befruchteten Eiern derselben Art ergab. Es muss diese Differenz natürlich der Betheiligung des Spermatozoon in letzteren zugeschrieben werden, es fragt sich nur, welchem Bestandtheile desselben die größere Theilungsenergie zu verdanken sei. WEISMANN (75) denkt daran, dass es hierbei auf die Quantität der Kernsubstanz ankomme. Nun habe ich aber von unbefruchteten Eiern von *Lasius niger* gewisse Furchungszellen beschrieben (Fig. 335, 339), welche sich durch eine auffallende Quantität von Chromatin auszeichnen und doch machen dieselben einen durchaus dekrepiden Eindruck. Ich glaube desswegen, dass es weniger auf die Menge der Kernsubstanz, als auf die Anwesenheit des Arrhenoid ankommt, aus welchem die Centrosomen resp. Attraktionssphären der Furchungszellen sich neu rekrutiren.

20. Über Befruchtung und Vererbung.

Es ist bekannt, dass die hervorragendsten Forscher auf dem Gebiete der Befruchtungsvorgänge der Ansicht zuneigen, dass bei der Befruchtung und Vererbung allein die Kernsubstanz eine Rolle spiele, ich nenne nur O. HERTWIG, STRASBURGER, WEISMANN, KÖLLIKER, VAN BENEDEN, BOVERI. Die Grundlage für diese Theorie bildete die Entdeckung HERTWIG's, dass in den Eiern der Echinodermen ein männlicher und ein weiblicher Kern copulire, sie erhielt einen weiteren Ausbau als VAN BENEDEN fand, dass die beiden Geschlechtskerne von *Ascaris megalocephala* (bivalens) nur je zwei Chromatinschleifen enthielten und als »Halbkern« durch ihre Vereinigung einen »Vollkern« mit vier Chromatinschleifen erzeugten, — sie schien ihren Abschluss zu finden durch einen von den Gebrüdern HERTWIG eingeleiteten, von BOVERI fortgeführten Versuch, kernlose Eifragmente zu befruchten. Es erhielt BOVERI (12) aus kernlosen Eifragmenten von *Sphaerechinus granularis*, welche mit Samen von *Echinus microtuberculatus* befruchtet waren, Zwerglarven von der Form, wie sie den reinen Larven von *Echinus microtuberculatus* eigen sind. Leider ist die Herleitung dieser Zwerglarven aus kernlosen monosperm befruchteten Eibruchstücken nicht direkt beobachtet, sondern nur erschlossen, immerhin aber so gut begründet,

dass die Auffassung BOVERI's meines Wissens von keiner Seite Widerspruch erfahren hat. Er sagt (p. 80): »Mit dem mütterlichen Kern sind zugleich die mütterlichen Vererbungstendenzen des Eies beseitigt. Das mütterliche Protoplasma, obgleich es ja auch in diesem Fall materiell den weitaus größten Antheil an der Bildung des neuen Organismus nimmt, ist auf die Form desselben ohne allen Einfluss.«

Nun mehren sich aber in neuerer Zeit die Stimmen, welche auch dem Protoplasma oder den außerhalb des Kernes gelegenen Zellbestandtheilen einen Einfluss auf die Vererbung zuerkennen möchten. WALDEYER (73) weist darauf hin, dass wir bisher noch kein Spermatozoon kennen, in dessen Aufbau kein Protoplasma übergehe.

Der Versuch BOVERI's muss allerdings bisher als die kräftigste Stütze für die Theorie von der Alleinherrschaft des Kernes betrachtet werden und gegen ihn richtet sich demnach auch der Ansturm derjenigen, welche eine abweichende Ansicht haben. Da ist zunächst VERWORN (72) zu nennen. Nach einem energischen Protest dagegen, dass das Protoplasma des Spermatozoon bei allen Theorien einfach bei Seite gelassen werde, unternimmt er den Versuch, die Schlüsse BOVERI's als irrig nachzuweisen. Meines Erachtens läuft jedoch seine gesammte Beweisführung darauf hinaus, das Gegentheil von dem zu erhärten, was er beabsichtigt. Sicher hat er Recht, wenn er mit den Spermatozoen stets eine kleine Menge männlichen Plasmas in das Ei eingeführt werden lässt. Aber die Menge desselben ist außerordentlich winzig gegenüber dem weiblichen Plasma, selbst bei Befruchtung eines Eifragments. Er nimmt an, dass sich das geringe männliche Plasma direkt mit dem des Eies mischt (p. 77). Wenn er hinzusetzt, dass es nun für das Auge (!) nicht mehr zu trennen ist, so will ich daraus nicht schließen, dass er etwa dem männlichen Protoplasma andere Eigenschaften zuschreiben möchte wie dem weiblichen.

Jetzt besteht also das Eifragment aus einem Kern und einem Gemisch von wenig männlichen und viel weiblichen lebendem Plasma. Ohne Hinzufügung eines Kernes würde das Eifragment abgestorben sein wie ein kernloses Stück eines Protozoon. Nachdem aber VERWORN nachgewiesen hat an einem abgeschnittenen und bereits etwas degenerirten kernlosen Plasmastück von *Orbitolites complanatus*, dass es bei Vermischung mit kernhaltigem Protoplasma seine verloren gegangene Bewegungsfähigkeit wiedergewinnt (p. 69), brauchen wir auch für die Lebenskräftigkeit des Eiplasmas nicht zu fürchten, was übrigens ja auch die Beobachtungen der Gebrüder HERTWIG (43) und BOVERI's (42) bereits erwiesen haben. Jetzt wäre also dem weiblichen Protoplasma Gelegenheit gegeben, bei dem Stoffaus-

tausch mit dem Kerne und bei den folgenden Theilungen irgend einen bestimmenden Einfluss auf die heranwachsende Larve auszuüben. Davon ist bisher nichts bekannt geworden.

Da der Samenkern also die große Menge weiblichen Plasmas gewissermaßen umprägt in männliches Plasma, so spricht VERWORN sogar von ersterem als von einem »Nährboden« für den Kern, der wohl noch einmal durch einen »künstlichen Nährboden« ersetzt werden könne. Wo bleibt denn da aber die von VERWORN angenommene Bedeutung des Protoplasmas für die Vererbung? Wenn die große Menge Eiplasma für den Samenkern nur den Werth eines bestimmungslosen Nährbodens hat, kann da wohl angenommen werden, dass bei regulärer Befruchtung das Bischen vom Samenfadon herbeigebrachte männliche Plasma für den Eikern von größerer Wichtigkeit ist? Wenn VERWORN in Bezug auf das Eifragment sagt (p. 80): »Die Spermatozoenzelle zieht daher den nicht mehr aktiv thätigen Protoplasmaleib des Eies, der wegen seiner Kernlosigkeit früher oder später doch zu Grunde gegangen wäre, einfach als Nährmaterial nach und nach in ihren Stoffwechsel mit hinein«, so müsste diese einfache Angelegenheit doch erst bewiesen werden. Wie ist es alsdann aber bei Befruchtung eines normalen kernhaltigen Eies. Zieht da etwa die Spermatozoenzelle das halbe Ei als Nährmaterial in sich hinein?

Gerade die VERWORN'sche Darstellung wäre geeignet, das Monopol des Kernes für Leitung und Bestimmung des Stoffwechsels und also auch für die Vererbung zu festigen. Jedoch glaube ich, dass die Untersuchungen über das Verhalten des Kernes zu einem fremden lebenden Plasma viel zu gering sind, um etwas Sicheres nach irgend einer Richtung aussagen zu können.

Sehr viel gewichtiger sind die Einwände, welche kürzlich R. S. BERGH (5) gegen den Versuch BOVERRI's und damit gegen die Bedeutung des Kernes als alleinigen Träger der vererblichen Substanz erhoben hat. Er deutet darauf hin, dass durch FOL (22) gerade auch bei Echiniden der Nachweis erbracht sei, dass es außer zu einer Copulation der Geschlechtskerne auch noch zu einer Copulation der vom ♂ und ♀ Kerne mitgeführten Centrosomen komme nach deren Halbierung. Da nun das befruchtete Eifragment höchst wahrscheinlich nicht nur den Kern, sondern auch das meist in der Nähe des Kernes gelegene Ovocentrum entbehre, so sei gar nicht zu sagen, ob die ausschließliche Erzeugung väterlicher Eigenschaften der Larve auf Rechnung des (allein vorhandenen) Spermocentrums oder des (ebenfalls allein vorhandenen) männlichen Kernes zu setzen sei. Nur in dem Falle würde der Sitz der erblichen Eigenschaften im Kern bewiesen sein, wenn es gelänge

ein kernloses aber mit dem Ovocentrum ausgerüstetes Eifragment zu befruchten und zu einer nur mit väterlichen Eigenschaften begabten Larve zu erziehen.

Man wird eingestehen müssen, dass die Kritik von BERGH einen schwachen Punkt in dem Versuche BOVERRI's bloßgelegt hat und dass wir nicht im Stande sind, heute eine Vererbungssubstanz mit Sicherheit namhaft zu machen. Indessen ist zu bedenken, dass wir eine FOUL'SCHE Centrenquadrille erst von einer einzigen Thierform kennen und dass es abzuwarten bleibt, ob wir in derselben ein ganz allgemeines Vorkommen zu erblicken haben. Speciell wäre es von Interesse zu erfahren, ob eine Copulation von Centrosomen bei den von mir (35) als arrhenogon bezeichneten Eiern beobachtet werden kann.

Auch darin hat BERGH unzweifelhaft Recht, wenn er die Bedeutung des Kernes für die Lebensfähigkeit von Theilstücken von Protozoen, wie durch die schönen Versuche von NUSSBAUM, GRUBER, BALBIANI, VERWORN und HOFER bekannt geworden sind, nicht als Beweismittel für die Eigenschaft des Kernes als Vererbungsträger benutzt wissen will. Eines jedoch spricht sehr zu Gunsten des Kernes und speciell des Chromatins als Träger erblicher Eigenschaften, das ist die Konstanz der Zahl der Chromosomen und die Reduktion derselben auf die Hälfte vor der Copulation. Das ist ein ganz eigenartiger Vorgang, dem wir sicher mit WEISMANN eine tiefere Bedeutung zuzuschreiben haben. Will man den Centrosomen für die Vererbung die gleiche Bedeutung zuschreiben wie dem Kerne und der Chromatinsubstanz, so muss auch für sie der Nachweis einer Reduktion vor der Copulation verlangt werden.

Wenn ich im Vorhergehenden betont habe, dass der Kern mit nicht geringer Berechtigung als Träger der erblichen Eigenschaften angesprochen werde, so glaube ich doch keiner Vernachlässigung des Plasmas mich schuldig gemacht zu haben. Ich habe immer auf die intimen Beziehungen zwischen Kern und Plasma hingewiesen und zwar derart, dass ganz besonders wichtige Veränderungen des Kernes geschildert wurden. Alle erkennbaren Theile des Kernes sind variabel und treten demnach in verschiedener Ausbildung mit ihrer Umgebung in Wechselwirkung.

Ganz besonders scheint mir die Veränderlichkeit der Chromosomen für die Vererbungstheorien von Wichtigkeit zu sein. Es ist mir kaum zweifelhaft, dass das Chromatin bei seinem Übergang in den unfärbaren Zustand eine chemische Veränderung erleidet. Da könnte die Vermuthung Platz greifen, dass ganz besonders zu dieser Zeit

eine Variabilität in der Beschaffenheit des sich neu bildenden Chromatins durch Einflüsse vom Protoplasma aus bewirkt werden könne, während das fertig gebildete Chromatin ja nach allen Untersuchungen ein äußerst widerstandsfähiger Körper ist. Als Vergleich möchte ich an den Heteromorphismus mancher Mineralien denken. So krystallisiert der kohlensaure Kalk in der Kälte hexagonal als Kalkspat, aus heißen Lösungen rhombisch als Aragonit. Auch größere oder geringere Verdünnung der Lösung von zweifach-kohlensaurer Kalkerde kann nach G. ROSE das einfache Karbonat bald als Kalkspat, bald als Aragonit niederschlagen lassen, während H. CREDNER aus Versuchen folgert, dass gewisse Beimischungen der Lösungen von wesentlichem Einfluss auf die Form sind. — Könnte nicht auf solche Weise die Vererbung erworbener Eigenschaften verständlich gemacht werden?

Noch eine andere Beziehung zwischen Kern und Plasma habe ich hervorgehoben. Sie betrifft das Übergehen von Bestandtheilen des Kernes in den Zelleib. Die Substanz der Verbindungsfasern, in welche vielfach und vielleicht immer Chromatin übergeht, die Zellplatte und Theile des Kernsaftes werden bei den Theilungen der Kerne meist nicht wieder in diese einbezogen. Eine Besonderheit ist es, wenn Theile dieser Verbindungssubstanz im Spermatozoon Nebenkern und Mitosoma bilden, welche späterhin am Arrhenoid und am Auftreten der Attraktionssphären der Furchungszellen betheiligt sind. Die Ausbildung des Thelyid nähert sich mehr dem Verhalten gewöhnlicher Zelltheilungen.

Da die Substanz der Verbindungsfäden etc. sich im Protoplasma auflöst, so ist damit der Ort und die Gelegenheit gegeben, wo der Kern in hervorragendem Maße auf das Plasma einwirken kann. Nicht durch Umwandlungen fertig gebildeter Zellen, sondern in der Regel durch successive folgende Zelltheilungen werden ja in der Ontogenese die specifischen Zellformen gebildet. Ich will hier nicht das sich aufthuende weite Feld der Hypothesen betreten, sondern mich an das halten, was FLEMMING sagt, welcher ebenfalls beobachtete, dass die Verbindungsfasern nicht ganz in die neuen Kerne aufgenommen werden. Er sagt (20, p. 436): »Durch Abgabe von geformter Substanz aus dem Zellkern in den Zellkörper werden letzterem gewisse Vererbungstendenzen übertragen.«

Es wäre hiernach noch weiter zu untersuchen, ob nicht in der Substanz der Verbindungsfasern das von WEISMANN theoretisch geforderte histogene Idioplasma, also im Thelyid das ovogene, in Nebenkern und Mitosoma aber das spermogene Idioplasma erblickt werden könnte.

Bei den Insekten verhält sich der zur Copulation schreitende Eikern in so fern verschieden vom Spermakern, als ersterer keinerlei Strahlung, letzterer aber eine reichliche Strahlung mit sich führt. Darin sind also beide Kerne sehr ungleich, während sie sich in Bezug auf die Übertragung der erblichen Eigenschaften gleich verhalten.

Eine Übersicht über die verschiedenen Befruchtungstheorien zu geben halte ich für unnöthig, da eine Besprechung derselben in neuerer Zeit öfter gegeben wurde und brauche ich nur auf die Abhandlungen von WALDEYER (73), DE VRIES, O. HERTWIG (42) und WEISMANN (75) hinzuweisen. Eine neue aufzustellen, werde ich mich wohl hüten, da es mir scheint, als wenn zu einer Lösung der höchst complicirten Vorgänge uns doch noch die Grundlage fehlt, so weit wir auch in die Kenntniss der morphologischen Veränderungen vorgedrungen sein mögen. Noch wissen wir so gut wie nichts über den chemischen Aufbau des Protoplasmaleibes und des Zellkernes, noch über die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Bestandtheile. Völlig dunkel ist uns das Vermögen der Assimilation und der Vermehrung, welches die organischen von den gewöhnlichen chemischen Processen unterscheidet. Sollte es aber einer späteren Zeit gelingen, beide Prozesse auf einander zurückzuführen, so wird Roux Recht behalten, wenn er sagt (62, p. 64), dass damit das Problem der Vererbung als solches aufgehoben und auf ein allgemeineres Problem, das der Gestaltung aus chemischen Processen zurückgeführt sei.

Es können demnach alle bisherigen Theorien der Befruchtung und Vererbung nur einen provisorischen Charakter haben und nicht mehr leisten, als die einzelnen Vorgänge in ihrer Bedeutung möglichst fasslich darzustellen. So möge es angesehen werden, wenn ich in vorstehender Zusammenfassung häufig dem Vorbilde WEISMANN'S gefolgt bin.

Göttingen, im März 1892.

L i t t e r a t u r.

1. ADLER, Beiträge zur Naturgeschichte der Cynipiden. Deutsche entomol. Zeitschrift. Bd. XXI. 1877.
2. E. VAN BENEDEN, La maturation de l'oeuf, la fécondation etc. chez le Lapin. Bulletins de l'Acad. r. de Belgique. 2. Sér. T. XL. 1875.
3. E. VAN BENEDEN, Recherches sur les Dicyémides. Bull. de l'Acad. R. de Belgique. 2. Sér. T. XLI u. XLII. 1876.

4. E. VAN BENEDEN, Recherches sur la maturation de l'oeuf etc. *Ascaris megaloccephala*. Archives de Biologie. IV. 1883.
5. R. S. BERGH, Kritik einer modernen Hypothese von der Übertragung erblicher Eigenschaften. Zool. Anz. 1892. Nr. 383.
6. M. W. BEYERINCK, Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. Verhandlungen d. k. Akad. v. Wetenschappen. Deel 22. (Natuurkunde.) Amsterdam 1883.
7. H. BLANC, Note prélimin. sur la maturation et la fécondation de l'oeuf de la truite. Bulet. Soc. Vaudoise d. Sc. Nat. Vol. XXVII. 1894.
8. F. BLOCHMANN, Über die Reifung des Eies bei Ameisen und Wespen. Festschr. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. 1886.
9. F. BLOCHMANN, Über die Richtungskörper bei Insekteneiern. Morphol. Jahrb. Bd. XII. 1886.
10. F. BLOCHMANN, Über die Zahl der Richtungskörper bei befruchteten und unbefruchteten Bieneneiern. Morphol. Jahrb. Bd. XV. 1889.
11. A. A. BÖHM, Über Reifung und Befruchtung des Eies von Petromyzon Planeri. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXII. 1888.
12. TH. BOVERI, Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Sitzber. d. Ges. f. Morphol. u. Phys. zu München. 1889.
13. TH. BOVERI, Über den Antheil d. Spermatozoon an der Theilung des Eies. Sitzber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. in München. 1887.
14. TH. BOVERI, Zellen-Studien. Heft I. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXI. 1887.
15. TH. BOVERI, Zellen-Studien. Heft III. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXIV. 1890.
16. O. BÜTSCHLI, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. Abhandlungen der SENCKENBERG. naturf. Gesellsch. Bd. X. 1876.
17. J. B. CARNOY, La Cytodiérèse chez les Arthropodes. La Cellule. T. I. 1885.
18. J. B. CARNOY, La Cytodiérèse de l'oeuf. La Cellule. T. III. 1886.
19. W. FLEMMING, Attraktionssphären u. Centrakörper in Gewebszellen u. Wanderzellen. Anat. Anz. 1894. Nr. 3.
20. W. FLEMMING, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XXIX. 1887.
21. W. FLEMMING, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. II. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXVII. 1894.
22. H. FOL, Die »Centrenquadrielle«. Anat. Anz. VI. 1894.
23. H. FOL, Recherches sur la Fécondation et le Commencement de l'Henogénie. Mém. d. l. Soc. de Physique et d'Hist. nat. T. XXVI. 1877/79.
24. K. GOEBEL, Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie. Leipzig 1882.
25. L. GUIGNARD, Nouv. Études sur la Fécondation. Ann. Sc. Natur., Botanique. T. XIV. 1894.
26. L. GUIGNARD, Sur l'existence des » sphères attractives « dans les cellules végétales. Compt. rend. März 1894.
27. V. HAECKER, Die Richtungskörperbildung bei Cyclops und Canthocamptus. Berichte d. naturf. Ges. Freiburg i/B. 1894.
28. V. HAECKER, Über die Reifungsvorgänge bei Cyclops. Zool. Anz. 1890. Nr. 346.
29. TH. HARTIG, Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeims. Leipzig 1858.
30. F. HAUSMANN, Bemerkungen über Lygaeus apterus Fabr. ILLIGER's Magazin der Insektenkunde. Bd. I. 1802. p. 229 ff. Auch bei HEROLD (40).
31. K. HEIDER, Die Embryonalentwicklung von Hydrophilus piceus. I. Jena 1889.

32. H. HENKING, Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung. Diese Zeitschr. Bd. XLVI, Heft 3. 1888.
33. H. HENKING, Methoden bei entwicklungsgeschichtl. Untersuchungen an Insekten-eiern. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Bd. VIII. 1894.
34. H. HENKING, Über die Bildung von Richtungskörpern in den Eiern der Insekten und deren Schicksal. Nachr. v. d. königl. Ges. d. Wiss. Göttingen. 1888.
35. H. HENKING, Über plasmatische Strahlungen. Verh. d. deutsch. Zool. Gesellsch. 1891.
36. H. HENKING, Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. I. Das Ei von *Pieris brassicae* L. nebst Bemerkungen über Samen und Samenbildung. Diese Zeitschr. Bd. XLIX, Heft 3. 1890. p. 503 ff.
37. H. HENKING, Dasselbe. II. Über Spermatogenese und deren Beziehung zur Eientwicklung bei *Pyrrhocoris apterus* L. Diese Zeitschr. Bd. LI, Heft 4. 1891. p. 685 ff.
38. H. HENKING, Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden. I. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1886.
39. V. HENSEN, Physiologie der Zeugung. Leipzig 1881. HERMANN's Handbuch der Phys. Bd. VI. Th. 2.
40. M. HEROLD, Untersuchungen über die Bildungsgeschichte d. wirbellosen Thiere im Ei. Lfg. 3. Herausgeg. von A. GERSTAECKER. Berlin 1876.
41. O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Theilung des thier. Eies. Th. III. Morph. Jahrb. IV. 1878.
42. O. HERTWIG, Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXVI. 1890.
43. O. u. R. HERTWIG, Über den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluss äußerer Agentien. Jen. Zeitschr. für Naturwiss. Bd. XX. 1887.
44. R. HERTWIG, Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der versch. Kernformen. Morphol. Jahrb. Bd. II. 1876.
45. R. HERTWIG, Konjugation der Infusorien. Abhandl. der math.-phys. Klasse der königl. bair. Akad. d. Wiss. Bd. XVII. Abth. I. München 1889.
46. R. HERTWIG, Über den Bau und die Entwicklung der *Spirochona gemmipara*. Jen. Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. XI. 1877.
47. C. ISHIKAWA, Studies of reproductive elements. I. Spermatogenesis and fertilization in *Diaptomus* sp. Journal of the College of Science, Imp. Univ., Japan. Vol. V. Pt. 4. 1891.
48. E. KORSCHULT u. K. HEIDER, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgesch. d. wirbellosen Thiere. Heft 2. Jena 1891.
49. E. KORSCHULT, Über einige interessante Vorgänge bei der Bildung der Insekten-eier. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.
50. E. KORSCHULT, Zur Frage nach dem Ursprung der verschiedenen Zellenelemente der Insektenovarien. Zool. Anz. VIII. 1885. Nr. 206, 207.
51. C. KUPFFER u. B. BENECKE, Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen. Königsberg 1878. 40.
52. R. LEUCKART, Über die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekten-eiern. MÜLLER's Archiv für Anat. u. Phys. Jahrg. 1855.
53. E. L. MARK, Maturation, Fecundation and Segmentation of *Limax campestris* Binn. Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge. VI. 1884.

54. E. MAUPAS, Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. Archives de Zool. expérim. et gen. Sér. 2. T. VII. 1889.
55. P. MAYER, Anatomie von *Pyrrhocoris apterus* L. MÜLLER's Archiv. 1875.
56. P. MAYER, Über das Färben mit Hämatoxylin. Mitth. a. d. Zool. Stat. Neapel. Bd. X. Heft 4. 1894.
57. J. PASZLAVSKY, Über die Bildung des Bedeguars. Természet. Füzetek. Vol. V. 1882.
58. G. PLATNER, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Theilung. VI. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXIII. 1889.
59. G. PLATNER, Die erste Entwicklung befruchteter und parthenogenetischer Eier von *Liparis dispar*. Biol. Centralblatt. Bd. VIII. 1889. p. 524 ff.
60. G. PLATNER, Über die Befruchtung bei *Arion empiricorum*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII. 1886.
61. O. VOM RATH, Über die Reduktion der chromatischen Elemente in der Samenbildung von *Gryllotalpa vulgaris* Latr. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i/B. Bd. VI. 1894.
62. W. ROUX, Der Kampf der Theile im Organismus. Leipzig 1884.
63. J. RÜCKERT, Zur Befruchtung des Selachiereies. Anat. Anz. Bd. VI. 1894.
64. E. SELENKA, Zoologische Studien. I. Befruchtung des Eies von *Toxopneustes variegatus*. Leipzig 1878. 40.
65. C. SOKOLOWA, Naissance de l'endosperme dans le sac embryonnaire de quelques Gymnospermes. 1894. Nach einem Referat von E. ZACHARIAS in: Botan. Zeitung. 1892. p. 116—117.
66. B. SOLGER, Zur Kenntnis der »Zwischenkörper« sich theilender Zellen. Anat. Anz. Bd. VI. 1894.
67. E. STRASBURGER, Histologische Beiträge. Heft 4. Über Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreiche. Jena 1888.
68. E. STRASBURGER, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena 1884.
69. E. STRASBURGER, Über Bau und Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882.
70. A. TICHOMIROFF, Nochmals über Parthenogenesis bei *Bombyx mori*. Zool. Anz. Bd. XI. 1888. Nr. 282.
71. F. VEJDOVSKÝ, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen. Heft 4. Reifung, Befruchtung etc. des Rhynchelmis-Eies. Prag 1888.
72. M. VERWORN, Die physiologische Bedeutung des Zellkerns. Archiv für die ges. Phys. Bd. LI. 1894.
73. W. WALDEYER, Über Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXII. 1888.
74. W. M. WHEELER, The Embryology of *Blatta germanica* and *Doryphora decemlineata*. Journal of Morphology. Vol. III. 1889.
75. A. WEISMANN, Amphimixis oder die Vermischung der Individuen. Jena 1894.
76. A. WEISMANN, Beiträge zur Kenntnis der ersten Entwicklungsvorgänge im Insektenrei. In: Beiträge zur Anatomie und Embryologie. Als Festgabe für J. HENLE. Bonn 1882.
77. WEISMANN u. ISHIKAWA, Weitere Unters. zum Zahlengesetz der Richtungskörper. Zool. Jahrb. Bd. III.
78. H. v. WIELOWIEJSKI, Zur Kenntnis der Eibildung bei der Feuerwanze. Zool. Anz. Bd. VIII. 1885. Nr. 498.

79. L. WILL, Bildungsgeschichte und morpholog. Werth des Eies von *Nepa cinerea* L. und *Notonecta glauca* L. Diese Zeitschr. Bd. XLI.
 80. A. ZIMMERMANN, Morphologie u. Physiologie der Pflanzenzelle. 1887. Encyclop. d. Naturw.

Die Arbeit von

- A. LAMEERE, A propos de la maturation de l'oeuf parthénogénétique. Thèse d'agrégation. Bruxelles 1890
 ist mir nicht zugänglich gewesen.

Erklärung der Abbildungen.

In Betreff der Fig. 2, 4—28, 40—42, 48—50 sei bemerkt, dass dieselben in so fern schematisirt sind, als die Umrissse sämtlich mit einer Schablone gezeichnet wurden, welche einem Längs- resp. Querschnitte eines gut erhaltenen Eies bei 60facher Vergrößerung nachgebildet war. Von den Kern- resp. Plasmatheilen sind nur diejenigen in Fig. 49 und 50 in der gleichen Vergrößerung des Umrisses gezeichnet, dagegen diejenigen aller übrigen genannten Figuren in einem fünfmal so großen Maßstabe (Vergr. 300) als die Umrissse. Die Kern- und Plasmatheile sind auf die Ebene der Zeichenfläche projicirt, sofern sie nicht schon in derselben lagen. Ihre relative Lagebeziehung zu der Eioberfläche wurde möglichst inne zu halten versucht. Sie selbst sind naturgetreu, indem sie mit WINKEL's neuester Camera lucida gezeichnet und bei stärkerer Vergrößerung ausgeführt wurden. In gleicher Weise sind die übrigen nicht genannten Figuren gezeichnet.

An Abkürzungen wiederholen sich auf allen Tafeln: *RspI* resp. *RspII*, erste resp. zweite Richtungsspindel; *RkI* resp. *RkII*, erstes resp. zweites Richtungskörperchen (oder Richtungskern); *RkI(1)* resp. *RkI(2)*, äußerer resp. innerer Tochterkern von *RkI*; *Th* oder *th*, Thelyid.

Tafel I.

Pyrrhocoris apterus L. (p. 1 ff.).

Fig. 1. Nach einem in Alkohol aufbewahrten Ei gezeichnet. Der Eiinhalt hat sich durch Schrumpfung von der Eischale entfernt, diese trägt fünf Mikropylen und von dreien derselben gehen Fäden (Spermatozoen) auf den Eiinhalt zu. Vergr. 60.

Fig. 2. Längsschnitt eines Eies. Am oberen Pole eingedrungene Samenfäden, links am Rande die Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel in Polansicht.

Fig. 3. Samenfaden aus dem Receptaculum seminis des ♀, in physiologischer Kochsalzlösung präparirt, mit FLEMMING's starker Chromosmium-Essigsäure abgetödtet, getrocknet und gefärbt (Safranin, Gentianaviolett, Jod-Jodkalium). Vergr. 300, also dieselbe, wie in allen folgenden Figuren, welche die Eiumrisse darstellen.

Fig. 4. Wie Fig. 2, aber rechts an der Seite die Tochterplatten der ersten Richtungsspindel, etwas schräg in Polansicht.

Fig. 5. Längsschnitt des Eies, links das erste Richtungskörperchen abgeschnürt. Ein Samenfaden mit langem Schwanzstück von der Spitze her eingedrungen, in einem Plasmahofe. Entstehung des Arrhenoid.

Fig. 6. Wie Fig. 5, aber rechts unter der Grube des ersten Richtungskörperchens die Chromosomen des Eies in Spindelstellung.

Fig. 7. Längsschnitt. Erstes Richtungskörperchen völlig abgeschnürt, zweites im Begriff abgeschnürt zu werden, unterhalb desselben Andeutungen der Zellplatte. Eikern (♀ Pronucleus) noch nicht gebildet, dessen Chromosomen noch im Randplasma. — Zwei Samenfäden sind eingedrungen, ihr Kopftheil verkürzt sich.

Fig. 8. Längsschnitt. Beide Richtungskörperchen abgeschnürt. Eikern gebildet, rückt nackt in das Innere des Eies. — Drei Spermakerne vorhanden, alle gleich weit entwickelt.

Fig. 9. Längsschnitt. Zwei Richtungskörperchen. Eikern und Samenkern in Copula. Außerdem ein überzähliger Samenkern vorhanden.

Fig. 10—23 sind Querschnitte.

Fig. 10. Erste Richtungsspindel getheilt.

Fig. 11. Beginn der Abschnürung des ersten Richtungskörperchens.

Fig. 12. Richtungskörperchen I noch nicht ganz abgeschnürt. Zwei fadenförmige Spermatozoen zwischen den Dotter eingedrungen.

Fig. 13. Erstes Richtungskörperchen abgeschnürt. Spindelstellung für die Bildung des zweiten. — Beginn der Verkürzung der Samenfadenkerne.

Fig. 14. Zweites Richtungskörperchen wölbt sich nach außen vor, Chromosomen bereits getrennt, zwischen ihnen eine Zellplatte vorhanden. Erstes Richtungskörperchen abgeworfen. — Verkürzung der Samenfadenkerne geht weiter.

Fig. 15. Stadium etwas älter als Fig. 14. Neben dem noch nicht abgeschnürten zweiten Richtungskörperchen liegt das sonderbare braune Körperchen. Innere Chromosomenreihe beginnt sich zum Eikern umzubilden. — Samenfäden wie in Fig. 14.

Fig. 16. Zweites Richtungskörperchen nun auch abgeworfen. Eikern ausgebildet. Zwischen beiden bemerkt man Andeutungen des zweiten Thelyid. — Der Kopf des Samenfadens ist verkürzt und aufgebläht zum Samenkern.

Fig. 17. Die Richtungskörperchen fangen an vom Ei aufgenommen zu werden. Der Eikern wandert nach innen. — Zwei rundliche Samenkernkerne liegen je in einer Plasmastrahlung.

Fig. 18. Stadium ein wenig jünger als Fig. 17, sonst eben so. Aber drei Samenkernkerne vorhanden, oval, zwei derselben noch mit langem doppelfädigem Schwanz. Richtungskörperchen noch außerhalb der Eioberfläche.

Fig. 19. Geschlechtskerne stärker aufgebläht. Eikern in Copula mit einem Samenkern. Außerdem ein überzähliger Samenkern vorhanden.

Fig. 20. Chromosomen im Samenkern schleifenförmig, im Eikern Umwandlung der kompakten Chromosomen in Schleifen.

Fig. 21. Chromosomen in den beiden copulirenden Geschlechtskernen und auch in dem überzähligen Samenkern schleifenförmig. In den Winkeln der beiden copulirenden Kerne die hellen Polfelder.

Fig. 22. Die beiden Richtungskörperchen liegen in einer tiefen Bucht des Randplasmas. Erste Furchungsspindel gebildet, Äquatorialplatte bereits getheilt aber noch die vom ♂ und ♀ Kerne herkommenden Gruppen zu erkennen.

Fig. 23. Trennung der beiden ersten Furchungskerne. Diese sind achromatisch geworden.

Tafel II.

Pyrrhocoris apterus L. (p. 4 ff.).

Fig. 24—28 Längsschnitte.

Fig. 24. Männlicher und weiblicher Kern in Copula. Außen die zwei Richtungskörperchen.

Fig. 25. Die Chromosomen der beiden copulirenden Kerne sind in Schleifen umgewandelt eben so wie die des überzähligen Samenkernes.

Fig. 26. Erste Furchungsspindel.

Fig. 27. Die beiden Richtungskörperchen sind vom Ei aufgenommen und liegen in einer Höhle des Randplasmas, rings von diesem umschlossen. Die vier ersten Embryonalkerne.

Fig. 28. Schnitt durch ein älteres Ei. Der Dotter mit zahlreichen Zellen im Inneren ist außen von einer Zellschicht umgeben, hinten hat sich die im Querschnitt flach hufeisenförmige vielzellige Keimhaut tief in ihn eingestülpt. Neben der Einstülpung bei 1 Zellen mit zerfallendem Kern, ähnlich den Richtungskörperchen. — Oben außerhalb ein Stück der Eischale mit einer Mikropyle.

Fig. 29. Zelle aus dem larvalen Ovarium, wohl das Follikelepithel formirend, aus gleicher Höhe mit den jungen Eizellen (Fig. 30). Pikrinessigsäure, Boraxkarmin. Vergr. ca. 1230.

Fig. 30. Junge Eimutterzelle aus dem Ovarium der Larve. Nach oben plasmatischer Fortsatz. Im Kern chromatisches Fadenknäuel, daneben nucleolusartiger Körper. Pikrinessigsäure, Boraxkarmin. Vergr. ca. 1230.

Fig. 31. Etwas ältere Eimutterzelle, sonst wie Fig. 30.

Fig. 32. Plasmahof mit drei Kernen etwas oberhalb der Region der jüngsten Eimutterzellen im Ovarium der Larve liegend. Der Plasmaforsatz erstreckt sich aufwärts in der Richtung nach der Spitze des Ovariums. Pikrinessigsäure, Boraxkarmin. Vergr. ca. 1230.

Fig. 33. Zwei Ureikerne, im plasmatischen Syncytium, vom Pol und von der Seite gesehen. 24 Chromosomen. Sonst wie vorher.

Fig. 34. Follikelzelle in Theilung, vom Pol gesehen. 24 Chromosomen. Wie vorher.

Fig. 35. Follikelzelle in Theilung. Seitenansicht. Wie vorher.

Fig. 36. Ureizelle in Theilung. Seitenansicht. Wie vorher.

Fig. 37. Zwei Ureikerne in Theilung. Polansicht und Seitenansicht. In letzterer die Äquatorialplatte getheilt. Wie vorher.

Fig. 38. Theilungsspindel eines Follikelzellkernes in Polansicht. 24 Chromosomen. Wie vorher.

Fig. 39. Bindegewebszelle aus der Umhüllung der ♀ Geschlechtsorgane in Theilung. Polansicht. 48 Chromosomen.

Fig. 40. Querschnitt. Die Richtungskörperchen liegen in einer Höhle des Randplasmas ringsum eingeschlossen. Die beiden ersten Embryonalkerne mit feinkörnigem Chromatin.

Fig. 41. Richtungskörperchen noch tiefer in das Ei gerückt. Die beiden ersten Embryonalkerne mit fadenförmigen Chromosomen.

Fig. 42. Die Richtungskörperchen liegen unterhalb des Randplasmas an der Grenze des Eidotters. Vier Embryonalkerne in Theilung.

Fig. 43. Eine Mikropyle. Eingangsöffnung dem Beschauer zugewandt. Endigung in der Papierebene, nach links gewandt. Vergr. 950.

Fig. 44. Eine Mikropyle. Eingang nach rechts gekehrt. Ausgangskanal in die Tiefe sich erstreckend. Vergr. 950.

Fig. 45. Eispitze eines in Alkohol konservirten Eies mit sieben Mikropylen, von mehreren derselben erstrecken sich Fäden (Spermatozoen) zu dem geschrumpften Eiinhalte. Vergr. ca. 110.

Fig. 46. Bindegewebszelle aus der Hülle des Ovariums der Larve in Theilung. Polansicht. 24 Chromosomen. Vergr. ca. 1230.

Fig. 47. Bindegewebszelle aus der Umgebung des Oviductes.

Fig. 48. Älteres Ei. Die Richtungskörperchen liegen unterhalb des Randplasmas an der Grenze des Eidotters. Zahlreiche Embryonalzellen vorhanden, in verschiedenen Theilungsstadien. — FLEMMING'S Chromosmium-Essigsäure.

Fig. 49. Älteres Ei. Blastoderm fast ganz geschlossen. Unterhalb desselben die Richtungskörperchen (*Rk*).

Fig. 50. Älteres Ei. Blastoderm ganz geschlossen mit zwei verdickten Partien. Unterhalb desselben die beiden Richtungskörperchen (*RkI* und *RkII*).

Fig. 51. Eischale von der Spitze des Eies, flächenhaft ausgebreitet, mit acht Mikropylen von oben gesehen. Deren Eingangskanal bei allen nach außen geöffnet. Vergr. ca. 300.

Fig. 52. Körperchen (*Corps résiduel*) aus dem Keimfach des Ovariums einer Larve, im Inneren mit einem Chromatinballen (*Chr*). Pikrinessigsäure, Boraxkarmin. Vergr. ca. 1230.

Fig. 52 a. Dasselbe wie Fig. 52, Körperchen aus dem Ovarium einer ganz jungen Larve, mit zwei Chromatinballen.

Fig. 53. Kern aus der Eileiterwandung einer Larve in Theilung. Polansicht. Ca. 24 Chromosomen. FLEMMING'S starke Chromosmium-Essigsäure, Safranin. Vergr. ca. 1230.

Fig. 54. Stück eines Längsschnittes der Eileiterwandung einer Larve. Nach oben bindegewebige Hülle, nach unten drei Cylinderzellen des Eileiters. Die seitlichen Kerne in Ruhe (Chromatin sehr rückgebildet), der mittlere Kern in Theilung. Ca. 24 Chromosomen. Wie vorher.

Fig. 55. Keimbläschen eines fast reifen Eies aus dem Ovarium mit 13 Chromosomen. Heißes Wasser, Boraxkarmin, EHRLICH'S Hämatoxylin. Vergr. ca. 1230.

Tafel III.

Pyrrhocoris apterus L. (p. 4 ff.).

Die folgenden Figuren (ausgenommen Fig. 69 und 87) entstammen Eiern, welche mit heißem Wasser abgetödtet und mit Boraxkarmin gefärbt wurden.

Fig. 56. Stück eines Querschnittes eines noch im Ovarium befindlichen Eies. Außen die Bindegewebswandung, darunter das Follikel epithel mit hufeisenförmigen Kernen (daher im Schnitt zuweilen scheinbar zwei Kerne vorhanden), unter diesem ein Stück des Eies mit Plasmanetz, Dotterkugeln und dem hellen peripheren Keimbläschen. Dieses mit stäbchenförmigen Chromosomen. Vergr. ca. 280.

Fig. 57. Keimbläschen eines ovarialen Eies, von der Fläche gesehen, mit Dotterkugeln umgeben. Vergr. ca. 280.

Fig. 58. Vom Längsschnitt eines reifen Eies aus dem Ovarium. Keimbläschen verschwunden. Chromosomen liegen in Spindelstellung in einer Verdickung des Randplasmas. Vergr. etc. wie Fig. 56 und 57.

Fig. 59. Wie Fig. 58, aber Chromosomen bereits eingeschnürt.

Fig. 60. Längsschnitt eines Eies aus dem Eileiter. Verdicktes Randplasma mit 12 Chromosomen. Vergr. 950.

Fig. 61. Wie Fig. 60. Chromosomen in Theilung (erste Richtungsspindel).

Fig. 62. Randplasma eines abgelegten Eies im Querschnitt. Chromosomen bereits getheilt. Vergr. 950.

Fig. 63. Wie Fig. 62. Erstes Richtungskörperchen wölbt sich vor.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. III. 257

Fig. 64. Wie vorige Figur. Erstes Richtungskörperchen weiter vorgewölbt. Zellplatte deutlicher.

Fig. 65. Erstes Richtungskörperchen beginnt sich abzuschnüren, außerhalb der Zellplatte. *a*, eigenthümliches Körperchen. Vergr. 950.

Fig. 66. Polansicht der Chromosomen für das zweite Richtungskörperchen. 12 Chromosomen, wenn, wie wahrscheinlich, diejenigen bei *x* zusammengehören. Vergr. 950.

Fig. 67. Polansicht des ersten Richtungskörperchens, sonst wie Fig. 66.

Fig. 68. Erstes Richtungskörperchen abgeschnürt, zweite Richtungsspindel ausgebildet, mit 12 Chromosomen, indem die fehlenden drei Chromosomen aus dem Nachbarschnitte in Fig. 68 *a* eingezeichnet sind. *a*, eigenthümliches Körperchen. Vergr. 950.

Fig. 69. Keimbläschen aus dem Ovarium der Larve, umgeben von netzförmigem Plasma. Das Chromatin des Keimbläschens nicht roth gefärbt vom Karmin, sondern gelb von Pikrinsäure. Pikrinessigsäure, Boraxkarmin, Pikrinsäure. Vergr. ca. 1230.

Fig. 70. *a*, zweites Richtungskörperchen; *b*, weiblicher Vorkern ausgebildet, aber noch am Rande. Vergr. 950.

Fig. 71. Drei Chromosomen *a*, *b*, *c* aus Fig. 68, stärker vergrößert, zur Demonstration des Größenunterschiedes. Vergr. ca. 2400.

Fig. 72. Stück des ersten Richtungskörperchens. Gruppierung der Chromosomen. Vergr. 950.

Fig. 73. Schema der Ausbildung der ersten Richtungsspindel. Zwischen den getrennten Chromosomen spannen sich die Verbindungsfäden.

Fig. 74. Weiblicher (links) und männlicher Kern in Copula aus Fig. 49 stärker vergrößert. Vergr. ca. 1230.

Fig. 75. Erstes Richtungskörperchen ausgestoßen, zweite Richtungsspindel mit getrennten Tochterplatten, in jeder derselben 12 Chromosomen. Aus zwei benachbarten Schnitten (*a* und *b*) kombinirt. Vergr. 950.

Fig. 76. Wie Fig. 75. Andeutung der Verbindungsfäden. Bei *a* und *b* eigenthümliche Körperchen. Vergr. 950.

Fig. 77 *a*. Zweites Richtungskörperchen vorgewölbt.

Fig. 77 *b*. Zu Fig. 77 *a* gehöriges erstes Richtungskörperchen. *a*, das eigenthümliche Körperchen. Vergr. 950.

Fig. 78. Erstes Richtungskörperchen im Begriff abgeschnürt zu werden, aber die Furche geht außerhalb der Zellplatte durch. Vergr. 950.

Fig. 79. Erstes Richtungskörperchen wölbt sich vor. Zellplatte. Vergr. 950.

Fig. 80. Stück vom Schnitt eines abgelegten Eies, zeigt die plasmatische Randschicht und die Dotterkörnchen, welche durch ihre Vacuolen bei *k* regelmäßige runde Räume abgrenzen. Vergr. ca. 300.

Fig. 81. Erstes Richtungskörperchen abgeworfen, zweite Richtungsspindel ausgebildet, 12 Chromosomen vorhanden, aufgerichtet. *a*, das eigenthümliche Körperchen. Vergr. 950.

Fig. 82. Wie Fig. 81, aber Tochterplatten der zweiten Richtungsspindel schon weit getrennt. Zwischen ihnen eine zarte Kernplatte.

Fig. 83. Flächenansicht der Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel von einem Ei aus den Leitungswegen des Thieres. 12 Chromosomen. Vergr. 950.

Fig. 84. Wie Fig. 81 und 82, aber die innere Tochterplatte der zweiten Rich-

tungsspindel beginnt sich zum Eikern umzubilden. Figur aus zwei benachbarten Schnitten kombiniert (α und β). Vergr. 950.

Fig. 85. Polansicht des ersten Richtungskörperchens (a) und der im Ei verbliebenen Chromatinplatte b (= Äquatorialplatte der zweiten Richtungsspindel) desselben Eies. Die Stücke entsprechen einander genau, und man kann zu jedem der hantelförmigen Chromosomen in a den zugehörigen Partner der Gegenseite in b finden. Vergr. 950.

Fig. 86. Abgeschnittenes Kernstück, jedenfalls von dem oberen Kerne der Fig. 90 herrührend. Vergr. ca. 1230.

Fig. 87. Eine normale (k) und zwei degenerierte Zellen (n) aus dem Dotter, neben einander liegend. Letztere entsprechen den Zellen in Fig. 28 bei l , hier stark vergrößert. In der Zelle n_1 neben dem Chromatinklumpen (ch) zwei eckige Gebilde von schwach röthlicher Farbe. Vergr. ca. 1230.

Fig. 88. Geschlechtskerne in Copula. Im rechten (männlichen) Kerne sind die Chromosomen schleifenförmig, im linken (weiblichen) Kerne beginnen sie aus der kompakten Form zu der Gestalt der Schleifen überzugehen. Vergr. ca. 1230.

Fig. 89. Ein überzähliger Spermakern aus dem gleichen Ei wie die copulirenden Kerne der Fig. 90. Vergr. ca. 1230.

Fig. 90. Männlicher und weiblicher Kern in Copula. Chromosomen in beiden schleifenförmig. Vergr. ca. 1230.

Tafel IV.

Agelastica alni (p. 49 ff.).

Fig. 91. Jüngerer Ei aus dem Ovarium von *Agelastica*. Vergr. ca. 730. kbl , Keimbläschen; chr , Chromatinsubstanz; 1 und 2, nierenförmige Stücke; 3, isolirtes Stück; v , Vacuole; c , schwach färbbares Körperchen; d , junge Dotterkugeln.

Fig. 92. Erste Richtungsspindel, chromatische Tochterplatten bereits getrennt. Kernplatte vorhanden. Beginn der Vorwölbung des Richtungszapfens. Vergr. wie vorh.

Fig. 93. Erste Richtungsspindel, jünger als Fig. 92. Chromosomen zerfallen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 94. Junges Ei aus dem Ovarium. a , Keimbläschen (kbl) nicht scharf begrenzt. Sonst wie Fig. 91.

Fig. 95. Erste Richtungsspindel im Stadium des Dyaster, zarte Zellplatte. Keimhautblastem mit Wimperbesatz. o , Oolemm. FLEMING's starke Flüssigkeit. Vergr. ca. 1200.

Fig. 96. Erste Richtungsspindel weiter vorgerückt, im Richtungszapfen. Aus Fig. 108, stärker vergrößert.

Fig. 97. Keimbläschen (kbl) eines älteren Ovarialeies, im Flächenschnitt. Bezeichnung und Vergr. wie Fig. 91 und 94.

Fig. 98. Erste Richtungsspindel schräg vom Pol gesehen. Die Chromosomen sind in einzelne Häufchen zerfallen. Rechts neben und unter der Fig. 98 sind die fehlenden Chromosomen aus den Nachbarschnitten gezeichnet. Vergr. ca. 1700.

Fig. 99. Aus zwei Schnitten kombiniertes Bild, ein Stück der Eispitze (Längsschnitt) darstellend mit dem Richtungszapfen (darin Richtungsspindel) und einem vom Rande her eingedrungenen Samenfaden (mit Arrhenoid). Vergr. ca. 215.

Fig. 100. Keimbläschen eines gereiften Ovarialeies, ganz reducirt, im Randplasma gelegen. Vergr. wie Fig. 91 und 97.

Fig. 101. Richtungsspindel eines soeben abgelegten Eies in Polansicht. Chromosomen wohl schon getheilt. x , ein Doppelkorn. Vergr. ca. 1700.

Fig. 402. Längsschnitt aus einem Ovarium, mit einem Ei, welches auf ein gereiftes (soeben entleertes) Ei nach oben folgt. Dieses Ei mit Keimbläschen (*kb*), daneben eine Plasmaanhäufung (*pl*₂) und Plasma an der Eispitze (*pl*₁). *P*, Follikel-epithel; *f*, ein soeben entleerter Follikel; *el*, Eileiter mit dem Lumen *lu*. Vergr. ca. 90.

Fig. 403. Chromosomen der ersten Richtungsspindel aus Fig. 404 stärker vergrößert. Vergr. ca. 1700.

Fig. 404. Stück eines reifen Ovarialeies mit der ersten Richtungsspindel im Randplasma. Vergr. ca. 730.

Fig. 405. Schematisch gehaltener Längsschnitt durch ein vor wenigen Minuten abgelegtes Ei, zeigt die Lage der ersten Richtungsspindel (*Eik*) und eines eingedrungenen Samenfadens (*Sp*).

Fig. 406. Keimbläschen eines reifenden Eies aus dem Ovarium. Bezeichnung und Vergr. wie Fig. 94 etc. Zu *pl*₂ vgl. Fig. 402. Vergr. ca. 730.

Fig. 407. Zweite Richtungsspindel schräg vom Pol, mit Zellplatte und jederseits 12 Chromosomen. Eier mit erhöhtem Druck behandelt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 408. Längsschnitt der Spitze eines abgelegten Eies aus mehreren Stücken kombinirt. Rechts erste Richtungsspindel, in der Mitte zwei vom Rande her eingedrungene Samenfäden in einem Plasmahofe. — Unter dem Bilde, bei 1 und 2 die beiden Samenfäden stärker vergrößert, im Beginn der Verkürzung. Vergr. c. 215.

Fig. 409. Wie Fig. 408, aber drei Samenfäden im Ei vorhanden (darunter bei 1, 2, 3 stärker vergrößert mit Spitzenknopf). Die erste Richtungsspindel rechts liegt noch ganz im Ei.

Fig. 410. Stück der Eispitze aus dem Eileiter; aus drei Schnitten (*a—c*) kombinirt, zeigt bei *a* einen Schwarm von Samenfäden an der Eispitze, von denen einer eingedrungen ist. *c* Ansicht des reducirten Keimbläschens. Vergr. ca. 730.

Fig. 411. Reducirtes Keimbläschen aus einem Ovarialei. Chromosomen in beginnender Spindelstellung. Vergr. ca. 730.

Fig. 412. Querschnitt eines befruchteten Eies. Erster Richtungszapfen gebildet, darin auch das erste Thelyid. Ausbildung der zweiten Richtungsspindel beginnt. — Spermatozoon (mit Arrhenoid) unten in der Mitte. Vergr. ca. 215.

Fig. 413. Zweite Richtungsspindel aus einem mit erhöhtem Druck behandelten Ei, etwas weiter entwickelt als Fig. 407. Außen sind 12 Chromosomen zu zählen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 414. Theil der Eispitze aus einem soeben abgelegten Ei, aus acht Stücken (*a—f*) kombinirt, zeigt, dass sieben Samenfäden in das Randplasma eingedrungen sind, ein achter bei *a* außerhalb des Chorions. Vergr. ca. 730.

Tafel V.

Agelastica alni (p. 49 ff.).

Fig. 415. Richtungszapfen, enthält die in Kügelchen zerfallenen Chromosomen des ersten Richtungskernes und ferner das erste Thelyid (mit Zellplatte). Darunter der Spaltkern mit zerstreuten Chromatinkügelchen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 416. Oben der niedergebogene Richtungszapfen mit einem Theilkern des ersten Richtungskernes, unten der aus Copulation vom zweiten Richtungskern mit dem Abkömmling des ersten Richtungskernes entstandene Kern, umgeben von einer wohl vom ersten Thelyid herrührenden Zone. Vergr. ca. 525.

Fig. 417. Erste Richtungsspindel getheilt, die eine Tochterhälfte oben im Richtungszapfen durch langgestreckte Verbindungsfäden mit der im Ei verbliebe-

nen Hälfte verbunden. Spindelfäden und Polkörperchen vorhanden. — Ei mit vermindertem Druck behandelt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 118. Aus dem Richtungszapfen ist ein Kern zur Copulation mit dem darunter liegenden zweiten Richtungskerne herabgewandert. O, Oolemm. Vergr. ca. 525.

Fig. 119. Erste Richtungsspindel getrennt, die Hälften noch durch lange Verbindungsfäden in Zusammenhang. — Behandlung des Eies mit CO₂. Vergr. ca. 445.

Fig. 120. Copulation des zweiten Richtungskernes (unten) mit dem Abkömmling des ersten Richtungskernes (oben), beide umgeben von starker Strahlung. Im Richtungszapfen bei *k* der zu Grunde gehende zweite Theilkern des ersten Richtungskernes (?). Vergr. ca. 525.

Fig. 121. Unten zweite Richtungsspindel im Dyasterstadium, mit Verbindungsfäden. Darüber das erste Thelyid und oben der von der Spitze gesehene Richtungszapfen mit dem ersten Richtungskerne. Aus drei Schnitten kombinirt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 122. Unten der zweite Richtungskern im ersten Thelyid liegend, darüber der in zwei Chromatingruppen getheilte erste Richtungskern. — Ei mit 2½ Atmosphären Druck behandelt. Erstes Thelyid mit Strahlung. Vergr. ca. 525.

Fig. 123. Im Richtungszapfen liegen die Chromosomen des ersten Richtungskernes, bis zu welchen sich das unten mit einigen Strahlen versehene erste Thelyid erstreckt. In diesem liegt der zweite Richtungskern. Vergr. ca. 525.

Fig. 124. Chromosomen der ersten Richtungsspindel eines wenige Minuten alten Eies in Theilung. — FLEMMING's starke Flüssigkeit. Vergr. 1200.

Fig. 125. Wie Fig. 124. Chromosomen aus dem benachbarten Schnitte.

Fig. 126. Stück der Eispitze aus sieben Schnitten kombinirt, zeigt den nach hinten umgebogenen Richtungszapfen (rechts) mit dem in zwei Gruppen getheilten ersten Richtungskern. Nach innen davon das erste Thelyid, dann die zweite Richtungsspindel (»Pseudospindel«). Bei *a* der vom Rande eingedrungene Samenfaden mit Arrhenoid. Vergr. ca. 245.

Fig. 127. Erster Richtungskern im Richtungszapfen, darunter das erste Thelyid, dann der Spaltkern. Vergr. ca. 1200.

Fig. 128. Stück des ersten Furchungskernes (zu Fig. 144 links gehörig). Vergr. ca. 1200.

Fig. 129. Aus vier Stücken kombinirtes Bild: oben der Richtungszapfen, von der Spitze gesehen, mit den Chromosomen des ersten Richtungskernes, darunter das erste Thelyid, in welches von unten her der zweite Richtungskern einrückt. Darunter das zweite (spindelförmig mit deutlicher Zellplatte). Ganz unten zwischen den Dotterkugeln der ganz nackt in das Ei wandernde Eikern. Vergr. ca. 1200.

Fig. 130. Stück aus Fig. 126, stärker vergrößert. Oben der Richtungszapfen mit erstem Richtungskern (in zwei Gruppen), darunter das erste Thelyid und weiter das zweite Thelyid (mit deutlicher Zellplatte), von welchem sich unten der Eikern, oben der zweite Richtungskern abgetrennt haben. Vergr. ca. 1200.

Fig. 131. Richtungskerne I und II in Copula. Richtungszapfen leer. Vergr. ca. 525.

Fig. 132. Wie Fig. 124.

Fig. 133. Der Richtungszapfen mit dem in zwei Gruppen zerfallenen ersten Richtungskerne. Unten das erste Thelyid mit starker Strahlung, solche auch an der Basis des Richtungszapfens, woselbst ein Theil des ersten Thelyid zurückgeblieben ist. — Ei mit Druck von zwei Atmosphären behaudelt. Vergr. ca. 525.

Fig. 134. Längsschnitt des Richtungszapfens. In ihm erster Richtungskern

und erstes Thelyid. Darunter der Spaltkern mit zur Theilung aufgestellten Chromosomen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 135. Theil des ersten Thelyid, kernartig durch den hellen Saft und den schwach gefärbten, wohl von den Verbindungsfäden herrührenden Körperchen. Ei mit vermindertem Druck (360 mm) behandelt. Vergr. 1200.

Fig. 136. Erste Richtungsspindel. Verbindungsfäden stark ausgebildet, wellig. Ei mit CO₂ behandelt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 137. Aus. Fig. 112, stärker vergrößert, sonst wie Fig. 134.

Fig. 138. Zweite Richtungsspindel (»Pseudospindel«); darunter das erste Thelyid (*ITh*) mit starker Strahlung. — Ei mit Druck von zwei Atmosphären behandelt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 139. Erste Richtungsspindel aus einem mit vermindertem Druck (360 mm) behandelten Ei. — Verbindungsfäden sehr stark, aber keine Spindelfäden vorhanden. Vergr. ca. 1200.

Fig. 140. Wie Fig. 139, aber Spindelfäden links vorhanden. Verbindungsfäden schwach, keine Zellplatte.

Fig. 141. Die beiden ersten Furchungskerne, rechts noch mit Andeutung von Chromosomen, links ohne solche. Die etwa eben so starke Färbung des umgebenden Plasmas nicht gezeichnet. Vergr. ca. 1200.

Fig. 142. Wie Fig. 127, aber das Ei war mit Sauerstoff behandelt.

Fig. 143. Aus fünf benachbarten Schnitten kombiniertes Bild. Links der Richtungszapfen mit erstem Richtungskern, über *b* der zweite Richtungskern neben dem ersten Thelyid, über *c* das zweite Thelyid (mit Zellplatte), über *d* der nackt auf den Samenkern zugleitende zwischen den Dotterkugeln liegende Eikern. Rechts der Samenkern mit starker Plasmastrahlung und mit plasmatischer Verbindung nach der Eispitze zu. Vergr. ca. 215.

Tafel VI.

Agelastica alni (p. 49 ff.).

Fig. 144. Spermatozoon aus einem mit Sauerstoff behandelten Ei. Schwanzfaden und Arrhenoid deutlich. Kopffaden im Beginn der Verkürzung. Vergr. ca. 1200.

Fig. 145. Geschlechtskerne soeben zusammengetreten. Polsubstanz vorhanden. Vergr. ca. 1200.

Fig. 146. Chromatische Äquatorialplatte einer Spermatogonie, vom Pol gesehen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 147. Wie Fig. 146, aber Seitenansicht.

Fig. 148. Wie Fig. 146.

Fig. 149. Zwei Spermatogonien, sonst wie Fig. 146.

Fig. 150. Spermatozoon aus dem Ei, mit kurzem Schwanzfaden und Auftreten des Arrhenoid. Mit Spitzenknopf. Vergr. ca. 1200.

Fig. 151. Spermatoocyte erster Ordnung, in Theilung. Seitenansicht. Chromosomen doppelt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 152. Wie Fig. 151, aber Polansicht. Aus der gleichen Spermatoocyte wie Fig. 151.

Fig. 153. Spermatoocyte erster Ordnung im Stadium des Spirems. FLEMING'S Flüssigkeit. Vergr. ca. 1200.

Fig. 154. Wie Fig. 153, aber konservirt mit Pikrinessigsäure.

Fig. 155. Samenfadens aus dem Hoden. Kopfende. *sp*, Spitzenknopf. Vergr. ca. 1200.

Fig. 156. Wie Fig. 150, aber Spitzenknopf nicht wahrnehmbar.

Fig. 157. Samenkern (oben) mit Arrhenoid (unten) aus einem mit zwei Atmosphären Druck behandelten Ei. Arrhenoid mit Strahlung. *s*, Rudiment des Schwanzfadens an demselben? Vergr. ca. 1200.

Fig. 158. Wie Fig. 154.

Fig. 159. Beginn der Spindelbildung in einer Spermatocyte erster Ordnung. Nur ein Pol ist sichtbar. Vergr. ca. 1200.

Fig. 160. Wie Fig. 154, aber Chromosomen doppelt und einfach. Vergr. ca. 1200.

Fig. 161. Wie Fig. 152.

Fig. 162. Samenfaden aus einem nur wenige Minuten nach der Ablage konservierten Ei, mit kurzem Stück des Schwanzfadens. Vergr. ca. 1200.

Fig. 163. Chromosomen der Tochterplatten (*a* und *b*) der ersten Furchungsspindel. *c*, Attraktionssphäre des einen Poles, mit einigen Fädchen und Körnchen im Inneren, umgeben von Strahlung. Vergr. ca. 1200.

Fig. 164. Theilung von zwei (*a* und *b*) ersten Spermatocyten, Äquatorialplatte in Polansicht. Vergr. ca. 1200.

Fig. 165. Wie Fig. 164.

Fig. 166. Wie Fig. 157, aber Kern nicht so stark verkürzt; dieser liegt dicht am Arrhenoid.

Fig. 167. Wie Fig. 160.

Fig. 168. Äquatorialplatte der Spermatocyte erster Ordnung. Theilt sich. Vergr. ca. 1200.

Fig. 169. Aufgeblähter Samenkern mit Chromatinschleifen. Links davor das Arrhenoid. Vergr. ca. 1200.

Fig. 170. Erste Furchungsspindel. Nur wenige der schleifenförmigen Chromosomen eingezeichnet. Vergr. ca. 1200.

Fig. 171. Längsschnitt eines Eies. Kombiniertes Bild. Oben der Richtungszapfen, darunter der zweite Richtungskern und der Abkömmling des ersten Richtungskernes in Copula, mit Strahlen umgeben (cf. Fig. 120). In der Mitte die Geschlechtskerne in Copula, mit Strahlung. Normales Ei.

Fig. 172. Oben der Richtungszapfen, darunter die copulierten Richtungskerne in Theilung (Figur mit Zellplatte). Unterhalb dieser Rest des ersten Thelyid (?) mit undeutlicher Strahlung. Aus einem mit zwei Atmosphären Druck behandelten Ei. Vergr. ca. 1200.

Fig. 173. Spermatozoon aus dem Ei. Schwanzfaden mit Arrhenoid deutlich. Kopffaden im Beginn der Verkürzung. Vergr. ca. 1200.

Fig. 174. Junger Samenfaden aus dem Hoden, mit Kern und Nebenkern. Letzterer etwas gestreckt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 175. Wie Fig. 174, aber etwas jünger. Nebenkern noch aufgerollt.

Fig. 176. Querschnitt eines Eies. Kombiniertes Bild. Oben der Richtungszapfen, mit erstem Richtungskern, darunter das erste Thelyid mit Strahlung. Unter diesem die zweite Richtungsspindel im Stadium des Dyaster. In der Mitte zwei Spermatozoen mit Arrhenoid, verkürztem Kopf und Plasmaschweif. — Aus einem mit zwei Atmosphären Druck behandelten Ei. Vergr. ca. 1200.

Fig. 177. Wie Fig. 145, aber etwas jünger. ♂ Kern mit Arrhenoid.

Fig. 178. Samenkern im Beginn der Aufblähung, daneben das helle Arrhenoid. Rechts ein Stück des Plasmaschweifes. Vergr. ca. 1200.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. III. 263

Fig. 179. Wie Fig. 157, aber aus einem normalen Ei. *b*, Kernspitze, aus dem Nachbarschnitt hier eingetragen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 180. Samenfadon aus einem mit Sauerstoff behandelten Ei. Kopffaden im Zerfallen. Arrhenoid und Schwanzfaden vorhanden. Vergr. ca. 1200.

Fig. 181. Samenfadon aus einem mit CO₂ behandelten Ei. Arrhenoid fehlt, aber an dem der Kopfspitze gegenüberliegenden Ende der Kopffaden. Beginn der Strahlung. Vergr. ca. 1200.

Fig. 182. Die zusammengehörenden chromatischen Tochterplatten aus der Theilung einer Spermatocyte zweiter Ordnung in Polansicht. Vergr. ca. 1200.

Fig. 183. Wie Fig. 182. *a*, bei tieferer, *b*, bei höherer Einstellung gezeichnet.

Fig. 184. Samenkern mit Spitzenknopf aus einem Ei. FLEMMING'S Flüssigkeit. Vergr. ca. 1200.

Fig. 185. Junge Samenfäden aus dem Hoden. Die mittlere größere Varietät mit Spitzenknopf und Mitosoma. Nebenkern langgestreckt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 186. Spermatocyte erster Ordnung in Theilung, Seitenansicht. Chromatische Tochterplatten trennen sich. Alle Chromosomen eingezeichnet. Vergr. ca. 1200.

Fig. 187. Spermatocyte zweiter Ordnung in Theilung. Seitenansicht. Vergr. ca. 1200.

Fig. 188. Wie Fig. 187.

Fig. 189. Samenkern im Ei, mit Arrhenoid. Diese Figur gehört zu dem in Fig. 129 (unten) gezeichneten Eikern und liegt mit demselben auf dem gleichen Schnitt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 190. Chromosomen der ersten Richtungsspindel aus einem kurz nach der Ablage konservirten Ei: 12 ungleich große Chromosomen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 191. Spermatocyte zweiter Ordnung in Theilung, Seitenansicht. Chromosomen ungleich, zum Theil einheitlich. Vergr. ca. 1200.

Fig. 192. Spermatocyte zweiter Ordnung in Theilung, Polansicht. Vergr. ca. 1200.

Fig. 193. Wie Fig. 192.

Fig. 194. Chromatische Äquatorialplatte der zweiten Richtungsspindel, zwölf ungleich große Chromosomen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 195. Ein Stück des reducirten Keimbläschens (*h*) eines reifen Ovarialeies. Chromosomen 1 und 2 etwa doppelt so groß als 3, 4, 5. *h*, Grenze eines hellen Hofes um die Chromosomen. Vergr. ca. 1700.

Fig. 196. Längsschnitt eines sich furchenden Eies, kombiniertes Bild. Links Richtungszapfen mit den beiden copulirenden Richtungskernen. In der Mitte die beiden ersten Furchungskerne. Rechts ein überzähliger Samenkern.

Fig. 197. Zweite Richtungsspindel, darüber Strahlung des ersten Thelyid (*I. Th*). Aus einem mit zwei Atmosphären Druck behandelten Ei. Vergr. ca. 1200.

Fig. 198. Chromatische Äquatorialplatte der zweiten Richtungsspindel. Ei mit Sauerstoff behandelt. Vergr. ca. 1200.

Fig. 199. Schema der Strahlung um das erste Thelyid eines mit erhöhtem Druck behandelten Eies: helle Achse, dunklerer Mantel, dann lockeres Plasma.

Fig. 200. Stück einer Eispitze, aus sechs Schnitten (*a—f*) kombinirt: links Richtungszapfen mit erstem Richtungskern rechts davon zweiter Richtungskern, nach innen zu (unter *c*) Rest des zweiten Thelyid. Über *d* liegt der nackte Eikern im Dotter, über *e* und *f* zwei Samenkern mit Strahlung. — *x*, Stark gefärbte Dotterkörnchen. *ch*, Chorion. *o*, Oolemm. Vergr. ca. 215.

Tafel VII.

Rhodites rosae L. (p. 142 ff.).

Vergr., abgesehen von Fig. 237—241, = 1200.

Fig. 201. Querschnitt durch die Eispitze. In der Mitte Querschnitt des hellen »Empfängnisfleckes«.

Fig. 202. Querschnitt des Eies. Der Kern (d. h. die zusammengeballte Chromatinsubstanz cf. p. 148) in Theilung zur Bildung des ersten Richtungskörperchens. Konservirt mit heißem Wasser. Borax-Karmin.

Fig. 203. Wie Fig. 202, aber Chromatinsubstanz deutlicher getrennt, in einzelne Kügelchen zerfallen. Konservirt mit FLEMMING's starker Flüssigkeit. Boraxkarmin, Gentianaviolett.

Fig. 204. Tochterplatten der ersten Richtungsspindel deutlicher getrennt. Chromosomen in wenige größere Klumpen verklebt. — Konservirt mit heißem Wasser. Färbung mit Boraxkarmin, Pikrinsäure.

Fig. 205. Oben die Chromosomen des ersten Richtungskernes getrennt zur Bildung zweier Tochterkerne, darunter: Trennung des zweiten Richtungskernes vom Eikern. Spindelbildung oder Plasmastrahlung fehlt. Sonst wie Fig. 204.

Fig. 206. Wie Fig. 205, aber der Eikern hat sich abgerundet. Chromatin der übrigen Kerne dichter zusammengeschlossen. Aus zwei Schnitten kombinirt.

Fig. 207. Wie Fig. 206. Der Eikern hat sich abgetrennt: Der äußere Abkömmling des ersten Richtungskörperchens ganz an den Rand gerückt. Aus vier benachbarten Schnitten kombinirt.

Fig. 208. Ähnlich wie Fig. 207. Der Eikern wird heller.

Fig. 209. Wie Fig. 208. Eikern homogen, schwach gefärbt. Chromosomen des Randkernes mehr vereinigt.

Fig. 210. Wie Fig. 208, Eikern hell, liegt auffallend weit seitlich.

Fig. 211. Wie Fig. 208, aber Eikern größer geworden, farblos, nur mit einigen schwachen Fleckchen, von starker Strahlung umgeben.

Fig. 212. Die Chromosomen der Richtungskerne von gemeinsamer Vacuole umgeben. Einer der vier vorhandenen Furchungskerne auf dem Stadium, in welchem das Chromatin bis auf einige Fleckchen verschwunden ist. Heißes Wasser, Boraxkarmin, Pikrinsäure.

Fig. 213. Eikern größer geworden, mit einigen Fleckchen im Inneren, außen mit auffallender Plasmahaube. Der äußerste der beiden Richtungskerne isolirt, die beiden anderen in gemeinsamer Kernvacuole.

Fig. 214. Polansicht der inneren Tochterplatte einer ersten Richtungsspindel. FLEMMING's starke Flüssigkeit, Boraxkarmin, EHRLICH's Hämatoxylin.

Fig. 215. Wie Fig. 214, aber äußere Tochterplatte derselben ersten Richtungsspindel.

Fig. 216. Keimbläschen eines noch nicht ganz reifen Eies aus dem Ovarium, mit acht rundlich-länglichen Chromosomen und außerdem einem ringförmig gestalteten. — Heißes Wasser, Boraxkarmin, EHRLICH's Hämatoxylin.

Fig. 217. Wie Fig. 216.

Fig. 218. Eikern mit neu gebildetem körnigen gehäuften Chromatin, von schwacher Strahlung umgeben. Richtungskerne in gemeinsamer Vacuole.

Fig. 219. Einer der ersten Furchungskerne mit fadenförmigen, intensiv gefärbten Chromosomen. Chromatin der Richtungskerne in gemeinsamer Vacuole.

Fig. 220. Eikern in Theilung, mit fadenförmigen Chromosomen. Seitenansicht. Chromosomen der drei Furchungskerne noch nicht völlig vereinigt.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. III. 265

Fig. 221. Keimbläschen eines reifen Ovarialeies, kleiner geworden, im Inneren mit dem aus den verschmolzenen Chromosomen gebildeten Chromatinballen, außen mit Centrosoma (?).

Fig. 222. Wie Fig. 221.

Fig. 223. Kern (d. h. zusammengeballte Chromatinsubstanz) aus einem abgelegten Ei. Pole etwas dunkler. FLEMING's starke Flüssigkeit, Boraxkarmin, EHRLICH's Hämatoxylin.

Fig. 224. Wie Fig. 223. Das Chromatin sammelt sich an beiden Enden.

Fig. 225. Wie Fig. 224. Der Kern heller und größer geworden. Das Chromatin sammelt sich meridianartig an beiden Polen.

Fig. 226. Wie Fig. 225; aber konservirt mit heißem Wasser. Boraxkarmin.

Fig. 227. Wie Fig. 226. Theilung des Kernes weiter vorgeschritten, das Chromatin zerfällt in einzelne Kügelchen.

Fig. 228. Querschnitt durch die untere Eispitze. Das Ei ist mit einer ausgezogenen Spitze der Eischale in der obersten Zellschicht eines Rosenblattes festgeheftet. *s*, Drüsensekret.

Fig. 229. Wie Fig. 216, aber aus einem anderen Mutterthier. Im Keimbläschen neun Chromosomen.

Fig. 230. Wie Fig. 216. Vorhanden neun rundliche-Chromosomen.

Fig. 231. Wie Fig. 229.

Fig. 232. Wie Fig. 229, aber die Chromosomen sind z. Th. zusammengeballt.

Fig. 233. Wie Fig. 216. Die Chromosomen z. Th. verschmolzen.

Fig. 234. Aus demselben Thiere wie Fig. 216, aber das Ei ist älter, daher das Keimbläschen geschrumpft, alle Chromosomen zusammengeballt. Außen am Keimbläschen eine besondere Plasmahaube mit Centrosoma (?).

Fig. 235. Wie Fig. 234. Chromosomen stärker zusammengeballt.

Fig. 236. Wie Fig. 235.

Fig. 237. Längsschnitt eines Eies. Die Richtungskerne (*Rk*) vereinigt (am Rande). Im Inneren der farblose Eikern (*Eik*). Vergr. ca. 240.

Fig. 238. Längsschnitt eines Eies. Am Rande liegt die erste Richtungsspindel. Das Ei ist unten mit einem Zapfen in der obersten Zellschicht eines Rosenblattes befestigt. Vergr. ca. 240.

Fig. 239. Querschnitt durch eine Blattknospe. *b*, die zusammengelegten Hälften der Blättchen; *e*, Querschnitte der Eier; *x*, Schnitte der Eistiele. Vergr. 90.

Fig. 240. Längsschnitt eines abgelegten Eies. *Rk*, Richtungskerne vereinigt, am Rande liegend; *ep*, Empfängnisfleck. Vergr. ca. 240.

Fig. 241. Junges Ei mit dem Endfach des Ovariums im Längsschnitt. Vergr. ca. 350.

Fig. 242. Stück eines Längsschnittes vom Ei. Im Eikern (unten) etwas Chromatin vorhanden. Die Richtungskerne (oben) noch nicht ganz vereinigt.

Fig. 243. Erste Richtungsspindel aus einem mit FLEMING's starker Flüssigkeit konservirten Ei.

Fig. 244. Wie Fig. 243, aber konservirt mit heißem Wasser.

Fig. 245. Wie Fig. 243. Andeutung von Verbindungsfäden vorhanden.

Fig. 246. Innere Tochterplatte einer ersten Richtungsspindel. Pfeil wie Fig. 224.

Fig. 247. Eine Tochterplatte der ersten Richtungsspindel, in Polansicht.

Fig. 248. Erste Richtungsspindel schräg von oben gesehen, äußere und innere Tochterplatte.

Fig. 249. Erste Richtungsspindel in Seitenansicht, gut ausgebildet, mit zarten

Spindelkegeln. Centrosomen nicht deutlich, am inneren Pole eine schwache Strahlung. Verbindungsfäden fehlen, aber helle Verbindungssubstanz vorhanden.

Fig. 250. Die beiden Tochterplatten der ersten Richtungsspindel.

Fig. 251. *RkI(1)*, äußerer Abkömmling des ersten Richtungskernes; *RkI(2)*, innerer Abkömmling des ersten Richtungskernes. In beiden können sieben bis acht Kügelchen gezählt werden. *RkII*, zweiter Richtungskern. Ich habe in ihm neun bis zehn Chromosomen gezählt.

Fig. 252. Polansicht eines jungen Furchungskernes mit chromatischer Äquatorialplatte. Es wurden 18 bis 20 fadenförmige Chromosomen gezählt.

Fig. 253. Junger Furchungskern im Begriff Chromatin zu bilden, welches in Gestalt schwach gefärbter Körperchen zuerst angedeutet wird. Aus demselben Ei wie Fig. 212.

Tafel VIII—X.

Lasius niger L. (p. 122 ff.).

Fig. 254—268, 274—277, 325—328, 330—333, 335—338 bei 225facher Vergr. Diese Figuren sind etwas schematisch gehalten, jedoch die Kernverhältnisse dem jeder Figur zu Grunde gelegten Ei genau nachgebildet.

Fig. 269—273 bei ca. 150facher Vergr.

Die übrigen Figuren bei ca. 1200facher Vergr.

Tafel VIII.

Fig. 254. Erste Richtungsspindel mit Zellplatte. In das Randplasma daneben sind zwei Spermatozoen eingedrungen.

Fig. 255. Erster Richtungskern abgeschnürt. Zwischen ihm und dem Spaltkerne liegt das Thelyid. Ein Samenkern senkt sich zwischen die Dotterkügelchen.

Fig. 256. Etwas weiter vorgerücktes Stadium als Fig. 255. Zwei Samenkern sind tiefer eingedrungen, beginnen Strahlung zu veranlassen.

Fig. 257. Erster Richtungskern und Spaltkern in Theilung, zwischen beiden Theilungsfiguren liegt das Thelyid. Der Samenkern hat sich zusammengezogen.

Fig. 258. Die Theilung vom ersten Richtungskerne und Spaltkerne ziemlich vollendet. Zwischen den beiderseitigen Kernpaaren liegt das Thelyid. Samenkern kontrahirt.

Fig. 259. Der zweite Richtungskern hat sich mit dem unteren Abkömmlinge des ersten Richtungskernes zu einer (hellen) Figur verbunden. Die Chromosomen des Eikernes und des äußeren Abkömmlinges des ersten Richtungskernes haben sich je dicht zusammengeschlossen. Der Samenkern länglich. Ein überzähliger Samenfad im Randplasma. *m*, Mikropyle mit Spermatozoon.

Fig. 260. Nicht ganz so weit entwickelt im weiblichen Theile wie Fig. 259. Zwischen zweitem Richtungskerne und innerem Abkömmling des ersten Richtungskernes liegt noch das helle Thelyid.

Fig. 261. Im weiblichen Theile ähnlich wie Fig. 260 und 259, nur ist die Plasmaverbindung des Eikernes mit dem Randplasma gelöst. Starke Polyspermie: drei Samenkern (r_5) haben sich in den Dotter eingesenkt, andere (r_4) liegen im Randplasma. Der Samenfad r_3 liegt zwischen Oolemm und Ei, r_2 zwischen Oolemm und Chorion, r_1 außerhalb des Chorion.

Fig. 262. Wie Fig. 260, aber weiter entwickelt, indem Ei- und Samenkern bläschenförmig geworden sind.

Fig. 263. Ei noch weiter entwickelt als Fig. 262, da der Eikern an die Sonnenfigur des Samenkernes herantreten ist. Thelyid noch gesondert.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. III. 267

Fig. 264. Eikern und Samenkern in Copula. Zweiter Richtungskern und innerer Abkömmling des ersten Richtungskernes in gemeinsamer Kernvacuole. Äußerer Abkömmling des ersten Richtungskernes aufgebläht isolirt am Rande.

Fig. 265. Ähnlich wie Fig. 264, aber etwas weiter entwickelt.

Fig. 266. Die beiden ersten Furchungskerne. Einige überzählige Samenfäden im Ei. Sonst wie Fig. 264.

Fig. 267. Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel in Polansicht. Cf. Fig. 264.

Fig. 268. Die beiden ersten Furchungskerne sind achromatisch geworden. Cf. Fig. 264.

Fig. 269. Die Furchungskerne haben sich ringsum in gewisser Entfernung von der Eiperipherie aufgestellt. Die beiden Richtungskernmassen noch im Randplasma vorhanden.

Fig. 270. Die Furchungskerne beginnen an den Rand des Eies zu treten. Einige Kerne noch inmitten des Dotters. Die beiden Richtungskernmassen noch im Randplasma des oberen Eipoles vorhanden.

Fig. 271. Blastoderm gebildet. Im Dotter noch Kerne in Theilung.

Fig. 272. Das Blastoderm differenzirt sich. Die Zellen drängen sich zusammen besonders am hinteren Pole des Eies, woselbst eine Einstülpung angebahnt wird.

Fig. 273. Die Blastodermzellen an der flachen Seite des Eies abgeplattet, an der konvexen Seite des Eies sehr erhöht (mit Dotterkügelchen im Inneren). Letztere stehen auf einer Plasmalamelle und stülpen sich am hinteren Eipole ein.

Fig. 274. In den beiden ersten Furchungskernen tritt wiederum Chromatin auf. Plasmaverbindung nach dem Rande hin. Dort die zwei Richtungskernmassen (cf. Fig. 264).

Fig. 275. Die beiden ersten Furchungskerne in Theilung.

Fig. 276. Vier Furchungskerne gebildet. Noch Plasmaverbindung nach dem Rande hin.

Fig. 277. Die beiden ersten Furchungskerne getrennt, in ungewöhnlicher Stellung. Außer den beiden Richtungskernmassen (cf. Fig. 264) sind noch zwei metamorphosirte überzählige Samenkerne (?) vorhanden.

Fig. 278. Mikropylenapparat mit eindringenden Samenfäden im Querschnitt.

Fig. 279. Wie Fig. 278. Sp_1 und Sp_2 , die eindringenden Samenfäden.

Fig. 280. Mikropylenapparat (mit einem Stück eines eindringenden Samenfadens im Längsschnitt).

Tafel IX.

Fig. 281. Erste Richtungsspindel mit sehr hoher Zellplatte.

Fig. 282. Wie Fig. 281, aber die Zellplatte ist viel niedriger geworden.

Fig. 283. Erster Richtungskern abgeschnürt, mit zehn Chromosomen (b , drei Chromosomen aus dem benachbarten Schnitte; 10 , zehntes Chromosom, isolirt), ebenfalls im Spaltkern (sk) zehn Chromosomen gezählt. Zwischen beiden Kernen liegt das Thelyid mit der Zellplatte im Inneren.

Fig. 284. Erster Richtungskern (oben) und Spaltkern (unten) haben sich getheilt, doch sind noch einige Verbindungsfäden zwischen Chromosomen vorhanden. Zwischen beiden Kerngruppen Andeutung des Thelyid.

Fig. 285. Der äußere Abkömmling des ersten Richtungskernes liegt aufgebläht und mit kugeligen Chromosomen ausgerüstet oben am Rande. Unten vereinigen sich die Chromosomen des zweiten Richtungskernes (unten), und diejenigen des

inneren Abkömmlinges vom ersten Richtungskerne mit dem zwischen ihnen gelegenen seitlich noch scharf begrenzten Thelyid.

Fig. 286. Äußerer Richtungskern (oben) und Eikern (unten) ähnlich durch das Zusammenrücken ihrer Chromosomen und die schwache Kernvacuole. In der Mitte die beiden anderen Richtungskerne, getrennt durch das Thelyid.

Fig. 287. Äußerer Richtungskern aufgebläht, mit wolkigem Inhalt und einigen dunkeln Chromatinkörnchen. Die Chromosomen der beiden anderen Richtungskerne in gemeinsamer Vacuole.

Fig. 288. Eikern kurz nach der Ablösung vom Randplasma.

Fig. 289. Etwas weiter entwickelter Eikern als in Fig. 288.

Fig. 290. Samenkern mit Plasmaumgebung, gehört zum gleichen Ei wie Fig. 289.

Fig. 294. Eikern aus Fig. 262, stärker vergrößert, in wenig Plasma liegend.

Fig. 292. Samenfadensich in den Dotter einsenkend, mit Hinterende voran.

Fig. 293. Samenfaden im Randplasma.

Fig. 294. Wie Fig. 293.

Fig. 295. Ein Riesenspermatozoon mit deutlichem Schwanzfaden und hellem Arrhenoid. Sein Kopftheil ist kontrahirt. Im Randplasma zwei normale Samenfasern (nur einer vollständig).

Fig. 296. Samenkern aus Fig. 259, stärker vergrößert, stabförmig, mit hellem Hof.

Fig. 297. Samenkern, ähnlich wie Fig. 296.

Fig. 298 u. 299. Die beiden ersten Furchungskerne aus Fig. 277, stärker vergrößert, mit wolkiger Trübung im Inneren und einigen (dunkeln) Chromatinkörnchen.

Fig. 300. Aus Fig. 277, stärker vergrößert, oben die beiden Richtungskernmassen, unten bei *s* und *s'* wohl umgewandelte überzählige Samenkerne.

Fig. 301. Oben der äußere Richtungskern (*RKI[1]*), bläschenförmig, unten der innere Abkömmling des ersten Richtungskernes (*RKI[2]*) und der zweite Richtungskern (*RKII*), welche das Thelyid (*PT*) zwischen sich haben.

Fig. 302. Eikern, soeben nach der Abtrennung vom zweiten Richtungskerne; die Chromosomen sind noch nicht vereinigt.

Fig. 303. Copulirende Geschlechtskerne aus Fig. 264, stärker vergrößert, liegen in heller Vacuole. Sie sind aufgebläht und enthalten kugelige Chromosomen.

Fig. 304. In das Ei eingedrungener Samenfaden, in Verkürzung begriffen. An seiner Basis das helle Arrhenoid.

Fig. 305. Ein Stück vom Randplasma der Eispitze, links mit dem äußeren Richtungskerne, rechts mit dem aus Vereinigung des inneren Abkömmlinges des ersten Richtungskernes und des zweiten Richtungskernes hervorgegangenen Kerne. Des letzteren Chromosomen stehen in einer Ebene.

Fig. 306. Blastodermzelle aus der Eispitze; aus der in Fig. 273 mit * bezeichneten Region. *k*, Kern; *l*, Plasmalamelle. Die Dotterkugeln liegen noch jenseits des Kernes.

Fig. 307. Samenkern aus dem Ei, aus der Faden- zur Kugelform übergegangen.

Fig. 308. Einer der beiden ersten Furchungskerne. Keine Membran vorhanden. Das Chromatin in Körnchen, diese zum Theil in Reihen geordnet.

Fig. 309. Die Geschlechtskerne sind soeben zusammengetreten, zwischen ihnen das helle Arrhenoid. Feine Chromatinkörnchen vorhanden.

Fig. 310. Einer der (vier) Furchungskerne aus Fig. 276, stärker vergrößert, mit

wolkigem Inhalt und mindestens 28 intensiv gefärbten kugeligen Chromosomen im Inneren. Helles Polfeld.

Fig. 341. Samenkern mit Plasmastrahlung, aus demselben Ei wie der in Fig. 294 abgebildete Eikern.

Fig. 342. Drei Blastodermzellen aus der Seitenregion des Eies Fig. 273. *l*, Plasmalamelle. Links von derselben Dotterkörnchen des Eies.

Fig. 343. Normaler Samenfadens im Ei. Kopf in beginnender Verkürzung.

Fig. 344. Riesensamenfaden aus einem Ei mit Schwanzfaden und Arrhenoid.

Fig. 345. Wie Fig. 344.

Fig. 346. Geschlechtskern (σ ?) mit etwa 14 kugeligen Chromosomen, diese zum Theil sehr klein.

Fig. 347. Der zweite Geschlechtskern (φ ?), zu Fig. 346 gehörig, mit sieben kugeligen Chromosomen.

Fig. 348. Geschlechtskern (σ ?) aus einem anderen Ei.

Fig. 349. Äußerer Richtungskern mit sieben kugeligen ziemlich großen Chromosomen, zu demselben Ei wie Fig. 346 und 347 gehörig.

Fig. 320. Äußerer Richtungskern mit acht Chromosomen, zu demselben Ei wie Fig. 348 und 321 gehörig.

Fig. 321. φ (?) Geschlechtskern. Zur Fig. 348 und 320 gehörig.

Fig. 322. Junger Furchungskern, ziemlich scharf umgrenzt, aber mit Färbung wie das Plasma, mit wenigen dunkleren Pünktchen.

Fig. 323. Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel mit ca. 20 Chromosomen.

Fig. 324. Region neben der hinteren Einstülpung in Fig. 273. *z*, offenbar von der Einstülpung herrührende Zelle; *l*, Plasmalamelle. Außen Blastodermzellen.

Tafel X.

1) Unbefruchtete Eier von *Lasius niger* (Fig. 325—347).

Fig. 325. Unbefruchtetes Ei, von einem befruchteten Weibchen mit befruchteten Eiern zusammen abgelegt. Auch hier zwischen Mikropyle (*m*) und dem Oolemm ein Samenfaden (*sp*) vorhanden, doch kein solcher im Inneren des Eies gesehen. Äußerer Richtungskern (oben) bereits bläschenförmig, wie auch der abgetrennte Eikern (unten), zwischen beiden die vereinigten Richtungskerne *II* und innerer Abkömmling vom Richtungskern *I*.

Fig. 326. Erste Richtungsspindel mit zahlreichen Chromosomen.

Fig. 327. Verhältnisse im Ei wie in Fig. 325, nur äußerer Richtungskern und Eikern noch nicht bläschenförmig.

Fig. 328. Am Rande die drei Richtungskerne (d. h. Richtungskern *I* getheilt und Richtungskern *II*) von einander getrennt. Eikern isolirt im Ei.

Fig. 329. Verhältnisse des Eikerns und der Richtungskerne aus Fig. 327 in stärkerer Vergrößerung.

Fig. 330. Verhältnisse des Eikerns und der Richtungskerne ähnlich wie in Fig. 325.

Fig. 334. Richtungskerne am Rande normal. Eikern hat sich in zwei geschwollene etwas ungleiche Furchungskerne getheilt, der links gezeichnete hat in seiner Umgebung im Plasma einige dunklere chromatinartige Körperchen.

Fig. 332. Wie Fig. 334, aber die beiden ersten Furchungskerne in Theilung.

Fig. 333. Oben am Rande liegen wohl die drei in einer Vacuole verei-

nigten Richtungskerne, darunter ebenfalls im Randplasma drei Furchungskerne in Theilung.

Fig. 334. Eine im Dotter liegende Furchungszelle eines älteren Eies, in Theilungsstellung. Die Chromosomen reihenförmig.

Fig. 335. Etwas älteres Ei. Die ziemlich normalen Richtungskerne liegen weit seitlich im Randplasma. Die Furchungszellen im Dotter sind ganz ungleich.

Fig. 336. Abnormes Ei: im Randplasma ein Haufen von Chromatinkörnchen, deren jedes meist von einem hellen Hofe umgeben ist. Im Dotter ein sehr zahlreicher Haufen von Chromatinkörnchen, ebenfalls je von einem hellen Hofe umgeben. Rechts im Dotter noch eine kleine Strahlenfigur mit einigen dunklen Pünktchen.

Fig. 337. Ei noch abnormer als Fig. 336: drei Chromatinhaufen etwa von der in Fig. 336 angegebenen Zusammensetzung im Dotter, dort außerdem noch isolirte Plasmaansammlungen. Keine Richtungskerne im Randplasma.

Fig. 338. Abnormes Ei, von einem befruchteten Weibchen abgelegt. Randplasma sehr gering. Der Rest des Keimbläschens tiefer in das Ei gerückt. Im Dotter (hell gezeichnet) Vacuolen.

Fig. 339. Eine große Furchungszelle aus Fig. 335 in stärkerer Vergrößerung. Chromatin zu einem dicken ganz feinkörnigen und mit Fortsätzen versehenen Klumpen geballt.

Fig. 340. Eine Furchungszelle eines älteren Eies in Theilungsstellung (?). Die feinkörnige Chromatinmasse zu einer schmalen Platte aufgestellt.

Fig. 344. Richtungsspindel aus Fig. 326 stärker vergrößert.

Fig. 342. Eigenthümlicher Plasmawulst an dem Keimhautblastem (*kh*) vom Hinterende des Eies, darüber Dotterkugelchen und ein Plasmahof mit kernartigem Centrum.

Fig. 343. Eine Furchungszelle mit kugeligen Chromosomen, um welche sich je ein heller Raum membranartig abgekapselt hat.

Fig. 344. Furchungszelle, wohl Polansicht der Theilstellung, mit 16—17 Chromosomen.

Fig. 345. Eikern aus Fig. 328, stärker vergrößert, wie aus hellen Körnchen je mit dunkler Peripherie bestehend.

Fig. 346. Eine kleine Furchungszelle aus Fig. 335, nur wenig isolirte Chromosomen.

Fig. 347. Rudimentäres Keimbläschen vom Rande eines nicht entwickelten Eies (wie Fig. 338) in stärkerer Vergrößerung.

2) *Adimonia tanacetii* L. (p. 114 ff.).

Fig. 348. Schematisch gehaltene Darstellung eines Eies im Längsschnitt. Links erste Richtungsspindel (*rspi*) am Rande. *sp*, eingedrungenes Spermatozoon; *o*, Oolemm; *ch*, Chorion. Vergr. ca. 60.

Fig. 349. Plasmatisches Netzwerk zwischen den Dotterkugelchen aus dem Inneren des Eies. *x*, Stärkere Plasmaanhäufung, von einem eingedrungenen Samenfadens herrührend. Vergr. ca. 750.

Fig. 350. Wie Fig. 348, aber Querschnitt. Zwei Samenfäden sind eingedrungen.

Fig. 351. Richtungskerne aus einem Ei, welches bereits einige Furchungszellen enthielt. Im Zapfen liegen die Chromosomen des äußeren Abkömmlings vom ersten Richtungskerne, an seiner Basis berührt sich der untere Abkömmling des letzteren mit dem zweiten Richtungskerne. Vergr. ca. 445.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. III. 271

Fig. 352. Geschlechtskerne in Copula mit bipolarer mächtiger Plasmastrahlung.

Fig. 353. Oben erster Richtungszapfen mit wolligen Pseudopodien, innen zweite Richtungsspindel. Vergr. ca. 415.

Fig. 354. Spermatozoon, bestehend aus Kopf und Schwanzstück, aus einem Ei. Vergr. ca. 1200.

Tafel XI.

1) *Bombyx mori* L. (p. 162 ff.).

Fig. 355. Stück eines Flächenschnittes mit erstem Richtungskörperchen (*Rk I*) und Thelyid (*th*), sowie zwei eingedrungenen Samenfäden (der untere undeutlich), *m*, Gegend der Mikropyle. Vergr. ca. 416.

Fig. 356. Aus einem unbefruchteten Ei. — *Rk I*, erstes Richtungskörperchen. *Th*, Thelyid; *Rsp II*, zweite Richtungsspindel. Vergr. ca. 400.

Fig. 357. Zweite Richtungsspindel in Polansicht, wohl zwölf Chromosomen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 358. *Rk*, zwei verschiedene Richtungskernmassen am Rande. Im Dotter einige Furchungszellen in Theilung. — *m*, Mikropylengegend. Vergr. ca. 416.

Fig. 359. Aus einem befruchteten Ei, sonst wie Fig. 356. Aber Vergr. ca. 1200.

Fig. 360. Theilzelle aus Fig. 366 (rechts oben), stärker vergrößert (unbefruchtetes Ei). Vergr. ca. 1200.

Fig. 361. Wie Fig. 355.

Fig. 362. Samenfaden aus Fig. 355 (rechts oben), stärker vergrößert. An einem Ende ein heller Schein, im Umriss angedeutet. Vergr. ca. 1200.

Fig. 363. Längsschnitt eines unbefruchteten Eies mit erster Richtungsspindel *Rsp I*.

Fig. 364. Aus einem unbefruchteten Ei. Erster Richtungskern getheilt, Theilstücke hängen noch durch eine undeutliche Verbindung zusammen. — Zweiter Richtungskern (*Rk II*) abgeschnürt. — *Eik*, Eikern; *Do*, Dotter. Vergr. ca. 400.

2) Stück vom Ei eines *Gastroides polygoni* L. (p. 149 ff.).

Fig. 365. *Rk I*, erster Richtungszapfen; *th*, Thelyid; *Sp*, Spaltkern. Vergr. ca. 415.

Fig. 366. Von einem unbefruchteten Ei von *Bombyx mori*. Am Rande drei ungleiche Richtungskerne (*Rk*). Im inneren Furchungskerne in Theilung. Vergr. 116.

Fig. 367. Etwas schematisirter Längsschnitt. Am Rande erstes Richtungskörperchen *Rk I*, darunter zweite Richtungsspindel, dann ein Samenfaden. Untere Eipartie mit Plasmainseln. Vergr. 66.

Fig. 368. Furchungszelle in Theilungsstellung aus einem unbefruchteten Ei. Keine Polstrahlung (vgl. Fig. 369). Vergr. ca. 1200.

Fig. 369. Furchungszelle in Theilung aus einem befruchteten Ei (vgl. Fig. 368), groß, mit Attraktionskugeln und Polstrahlung. Vergr. wie Fig. 368.

3) *Leucoma salicis* (p. 166 ff.).

Fig. 370. Etwas schematisirter Längsschnitt durch ein unbefruchtetes Ei. *m*, Mikropyle; *k*, Kern in Vacuole; *rk*, Richtungskern?; *ch*, Chorion; *d*, drüsiger Überzug des Eies. Vergr. 110.

Fig. 371. Wie vorher. *k*, Kernhaufen unter der Mikropylengegend.

Fig. 372. Erste Richtungsspindel eines befruchteten Eies. Vergr. ca. 1200.

Fig. 373. Schematisirter Längsschnitt eines befruchteten Eies. Zwei Richtungskernmassen (*Rk*) am Rande, unterhalb davon die beiden ersten Furchungs-

kerne. Gestrichelte Linien begrenzen die Regionen (*gf*) der kleinen Dotterkugeln. *M*, Mikropylen; *o*, Oolemm; *ch*, Chorion; *d*, drüsiger Überzug des Eies; *p*, Poren im Chorion. Vergr. ca. 60.

Fig. 374. Mikropylen bei stärkerer Vergrößerung (ca. 4200). *d*, drüsiger Überzug des Chorion.

Fig. 375. Aus einem unbefruchteten Ei (= Fig. 370 bei *rk*). Chromatinartige Substanz am Rande, darunter eigenthümliche Schichtung des Plasmas. Vergr. ca. 4200.

Fig. 376. Eihaut mit hellem schaumigen Überzuge. Etwa nat. Gr.

Fig. 377. Befruchtetes Ei. *RkI*, erster Richtungskern, darunter helles Thelyid (*th*); *sp*, Spaltkern.

Fig. 378. Befruchtetes Ei. *sp*, Samenfaden im kleindottrigen Zapfen (gestrichelte Linien), sonstige Bezeichnung wie in Fig. 377.

Fig. 379. *p*, Pore, welche das Chorion schräg durchsetzt; *s*, Spalte im Chorion; *o*, Oolemm. Vergr. ca. 4200.

4) *Tenebrio molitor* (p. 142 ff.).

Fig. 380. Schematisirter Längsschnitt durch ein Ei. *RkI*, erstes Richtungskörperchen gebildet, darunter zweite Richtungsspindel fast fertig getheilt. Samenfäden im Inneren des Eies. *ch*, Chorion; *o*, Oolemm. Vergr. ca. 60.

Fig. 381. Erster Richtungszapfen (aus Nachbarschnitt hier eingezeichnet). — *th*, Thelyid; *Sp*, Spaltkern. Vergr. ca. 4200.

Fig. 382. *RkI*, erstes Richtungskörperchen; *RkII*, zweiter Richtungskern; *th*, Thelyid; *Eik*, Eikern. Vergr. ca. 350.

Fig. 383. Wie Fig. 382.

Fig. 384. *RkI*, erster Richtungszapfen mit Vacuole (*v*) an Basis; *th*, Thelyid. Vergr. ca. 4200.

Fig. 385. Erster Richtungszapfen (*RkI*) an Basis mit kleinem Chromatinhäufchen (*chr*). Darunter zweiter Richtungskern mit schleifenförmigem Chromatin. Vergr. ca. 350.

Fig. 386. Erste Richtungsspindel mit Zellplatte (*Kp*). Vergr. ca. 4200.

Fig. 387. Chromosomen des ersten Richtungskernes in das Ei gerückt zu dem mit schleifenförmigem Chromatin versehenen zweiten Richtungskern. Richtungszapfen eingezogen. Vergr. ca. 4200.

Fig. 388. Chromosomen und Zellplatte aus dem zu Fig. 386 gehörenden Nachbarschnitte.

Fig. 389. Querschnitt. Am Rande erster Richtungszapfen (*RkI*) und zweiter Richtungskern (*RkII*). Im Ei die beiden ersten fast farblosen Furchungkerne. Vergr. ca. 60.

Fig. 390. *RkI*, erster Richtungszapfen; *th*, Thelyid; *Sp*, Spaltkern. Vergr. ca. 4200.

Fig. 391. *RkI*, erster Richtungszapfen mit Chromosomen; *th*, Thelyid. Zweiter Richtungskern (*RkII*) und Eikern (*Eik*) aufgebläht mit wenigen Körnchen im Inneren (kein Chromatin). Vergr. 275.

Fig. 392. Schematisirter Querschnitt. *RkI* und *th* wie vor. Figur; *sp*₁ und *sp*₂, zwei Samenfäden im Ei. Außerdem noch viele etwas strahlige Plasmainseln, wohl von den Bewegungen von Samenfäden herrührend. Vergr. ca. 60.

Tafel XII.

1) *Lampyrus (Lamprorrhiza) splendidula* L. (p. 106 ff.).

Fig. 393. Schematisirter Schnitt durch ein Ei mit Furchungszellen. *RkI* und *RkII*, erstes und zweites Richtungskörperchen. Vergr. ca. 90.

Fig. 394. *RkI* und *RkII*, vgl. vor. Fig. — *II Th*, zweites Thelyid; *do*, Dotter. Vergr. ca. 400.

Fig. 395. *RkI* und *RkII* wie Fig. 393. *Eik*, Eikern; *sp₁* und *sp₂*, zwei Spermakerne; *d*, große Dotterkugel. Vergr. ca. 90.

Fig. 396. Äußerer Pol der zweiten Richtungsspindel in Polansicht. Vergr. ca. 1200.

Fig. 397. *RkI*, erstes Richtungskörperchen, unterhalb desselben der Spaltkern. Im Inneren des Eies zwei Samenfäden (links kaum erkennbar). Vergr. ca. 90.

Fig. 398. Wie Fig. 397, aber im Inneren nur eine Spermastrahlung ohne erkennbaren Samenfaden. Vergr. ca. 90.

Fig. 399. Am Rande erste Richtungsspindel (*RspI*), im Inneren ein Samenfaden. Vergr. ca. 90.

Fig. 400. *IIRk*, zweites Richtungskörperchen mit Strahlung am Hinterende. Vergr. ca. 400.

Fig. 401. Zweites Richtungskörperchen mit homogenem Kern (*K*). Um diesen liegt eine Schicht dichteren Plasmas (*m*), außen davon krümelige Plasmasubstanz (*h*). *Eik*, Eikern mit kugeligen Chromosomen im Randplasma. Vergr. ca. 1200.

Fig. 402. Furchungszelle mit fast homogenem Kern. Vergr. ca. 1200.

Fig. 403. Erste Richtungsspindel mit Zellplatte. Richtungszapfen mit Pseudopodien. Vergr. ca. 1200.

Fig. 404. Schematisirter Schnitt durch ein Ei. Am Rande erstes Richtungskörperchen (*RkI*), unterhalb desselben die zweite Richtungsspindel. Im Inneren des Eies ein Samenfaden. *g*, abgeplattete Stelle der Eioberfläche. Vergr. ca. 90.

Fig. 405. Erstes Richtungskörperchen mit (sieben bis acht) lockeren Chromosomen (*chr*). Diese sind umgeben von einem dichteren Plasma (*m*) und einer lockeren Plasmahülle (*h*). Vergr. ca. 1200.

Fig. 406. Samenkern mit Plasmastrahlung. Vergr. ca. 1200.

2) *Donacia (sericea* L.?) (p. 100 ff.).

Fig. 407. Schematisirter Längsschnitt. Am Rande erster und zweiter Richtungskern, dann Eikern. Tiefer im Ei eine Samenstrahlung ohne deutlich erkennbaren Samenkern. Vergr. ca. 110.

Fig. 408. Wie Fig. 407, aber am Rande drei Richtungskerne, im Ei die beiden farblosen Geschlechtskerne in Copula. *o*, Oolemm; *ch*, Chorion; *dr*, Drüsensekret mit gefärbten Körnchen und Samenfäden (*sp*). Vergr. ca. 110.

Fig. 409. Wie Fig. 408.

Fig. 410. Samenkern in beginnender Verkürzung aus einem Ei. Vergr. ca. 1200.

Fig. 411. Geschlechtskerne aus Fig. 409, gut umgrenzt aber kaum so stark gefärbt wie das umgebende Plasma. Vergr. ca. 1200.

Fig. 412. Ei im Gewebe (*p*) einer *Glyceria fluitans* liegend. Vergr. 35.

Fig. 413. Chromosomen des ersten Richtungskernes, zu Fig. 414 gehörend. Vergr. ca. 1200.

Fig. 414. Zweite Richtungsspindel in Polansicht, Äquatorialplatte mit 15 Chromosomen. Vergr. ca. 1200.

274 H. Henking, Unters. über die ersten Entwicklungsvorg. in den Eiern der Insekten. III.

Fig. 415. Geschlechtskerne aus Fig. 408, stärker vergrößert ($\times 1200$).

Fig. 416. Querschnitt. Am Rande erstes Richtungskörperchen (*RkI*) unterhalb desselben undeutliches Thelyid und Spaltkern. Im Ei zwei Samenkern.

Fig. 417. Wie Fig. 416.

Fig. 418. Erstes Richtungskörperchen in Polansicht. Plasma strahlig. Vergr. ca. 1200.

Fig. 419. Richtungskerne (rk_{1-3}) aus Fig. 408, stärker vergrößert. Zweiter Richtungskern (rk_3) fast farblos. Vergr. ca. 1200.

Fig. 420. Schematisirter Längsschnitt. Erstes Richtungskörperchen (*RkI*), Thelyid und Spaltkern am Rande. Im Ei ein eingedrungener Samenfad. Vergr. ca. 110.

Fig. 421. Wie Fig. 419, aber aus Fig. 409 stärker vergrößert. Vergr. ca. 1200.

Fig. 422. Erstes Richtungskörperchen (*RkI*). *th*, Thelyid; *sp*, Spaltkern. Vergr. ca. 290.

Fig. 423. Zweite Richtungsspindel in Polansicht mit 15 bis 16 Chromosomen, zu Fig. 418 gehörend. Vergr. ca. 1200.

Crioceris asparagi L. (p. 117 ff.).

Fig. 424. Schematisirter Längsschnitt. *rm*, Richtungskernmasse am Rande; *o*, Oolemm; *d + ch*, Chorion mit Sekretüberzug; *df*, Fuß von Drüsensekret gebildet; *m*, Mikropylen. Im Inneren des Eies mit Furchungszellen in verschiedenalterigen Theilungsstadien. Metakinese mit deutlichen Attraktionssphären. Vergr. ca. 60.

Fig. 425. Zwei Richtungskernmassen am Rande von einem mit Fig. 424 etwa gleichalterigen Ei. Vergr. ca. 415.

Fig. 426. Mikropylen von der Innenseite der Eispitze gesehen. Vergr. ca. 750.

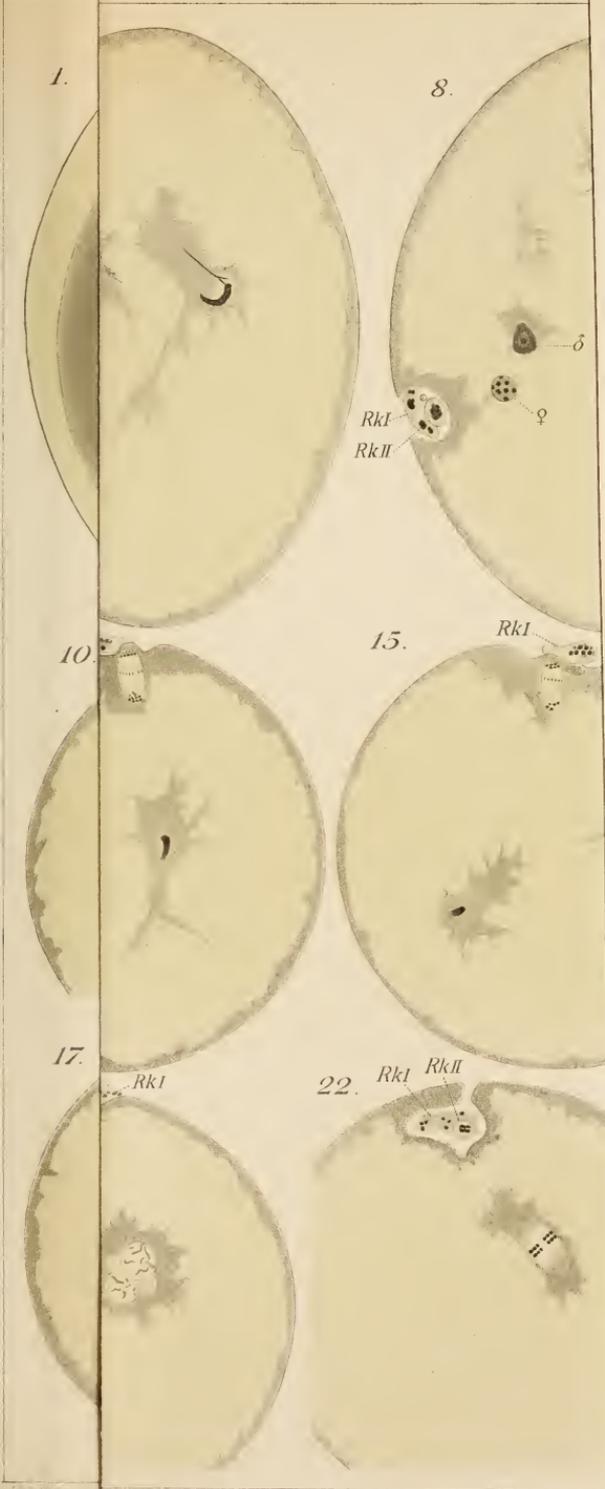
Fig. 427. Mikropylenpol im Längsschnitt. *dr*, Drüsensekret; *Ch*, Chorion; *v*, Vakuolen im Sekret; *m*, Mikropylen; *sp*, Samenfad. Vergr. ca. 750.

Fig. 428. *RkI*, Chromosomen des ersten Richtungskörperchens; *RspII*, Chromosomen der zweiten Richtungsspindel, hantelförmig. Je acht Chromosomen. Vergr. ca. 1200.

Fig. 429. *RkI*, Erstes Richtungskörperchen; links davon der Spaltkern. Vergr. ca. 1200.

Lina aenea L. (p. 118 f.).

Fig. 430. Ein Furchungskern in beginnender Theilung.



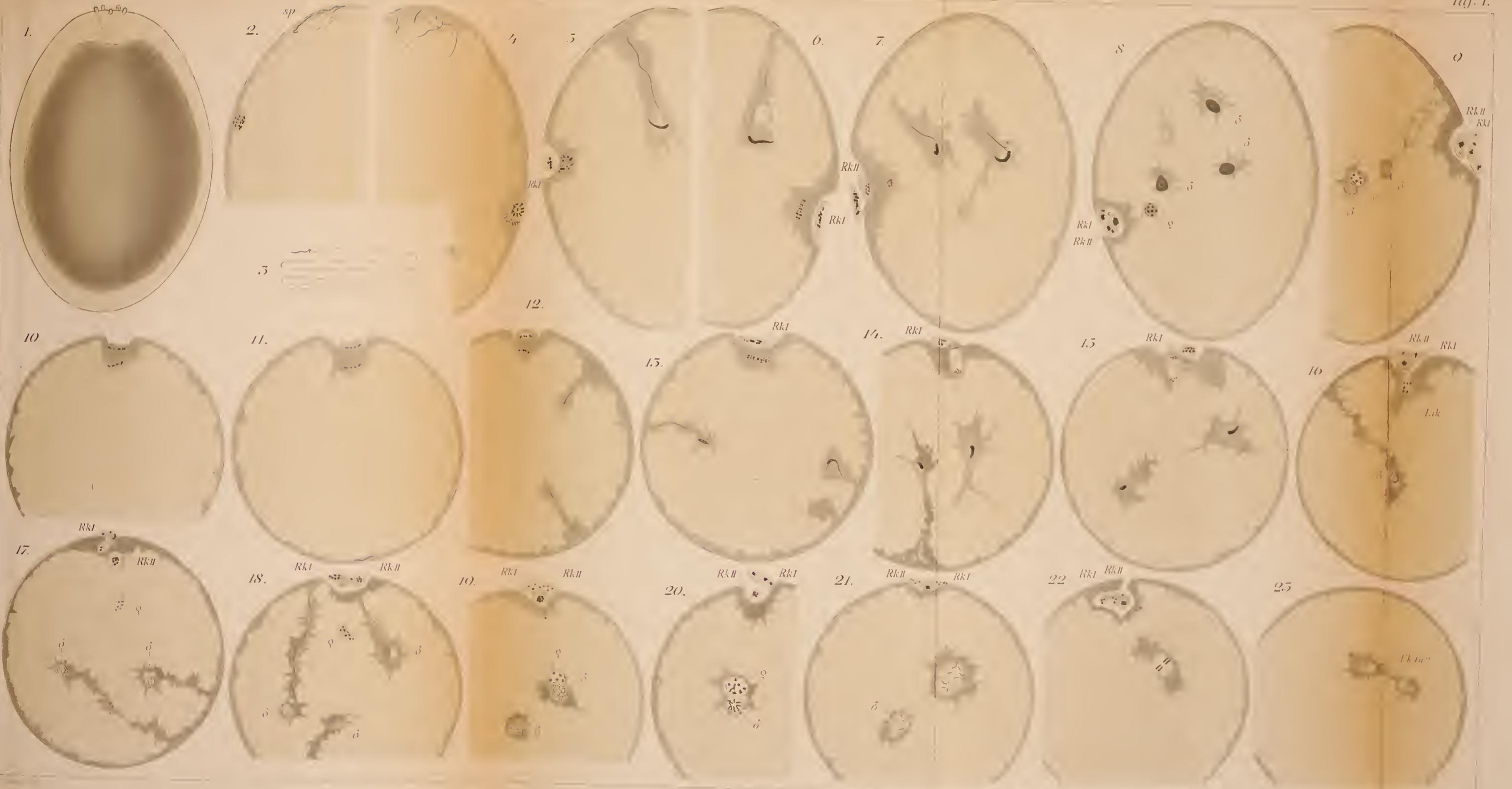


Fig 1 ———
————— 25

Fig. 1-25.

29.

32.

33.

31.

30.

35.

nc.

45.

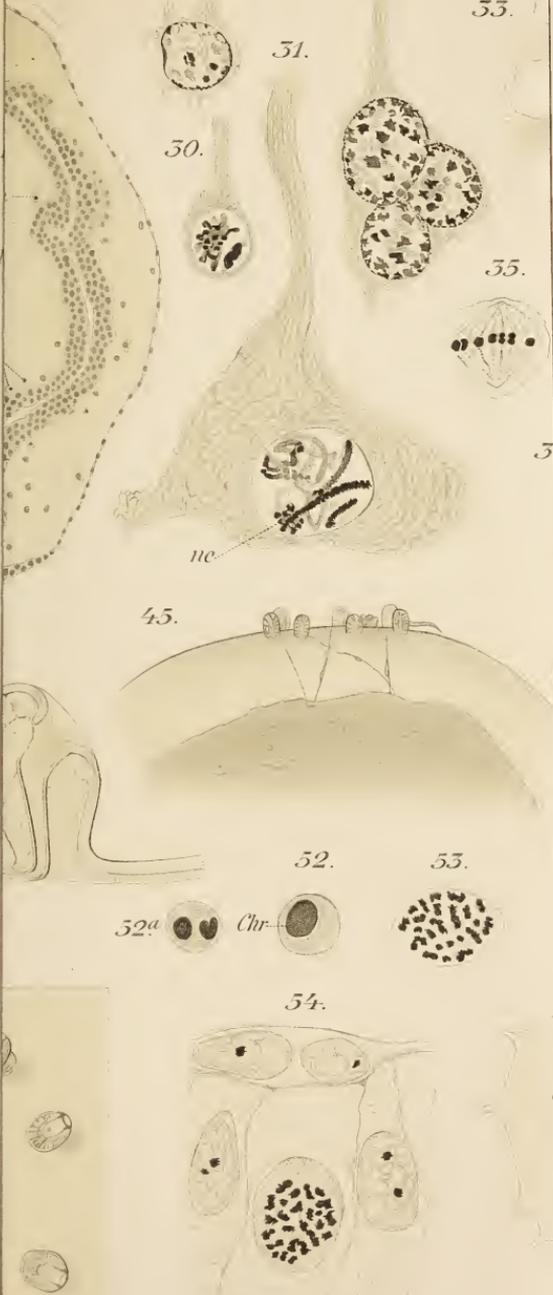
52.

53.

52a

Chr.

54.



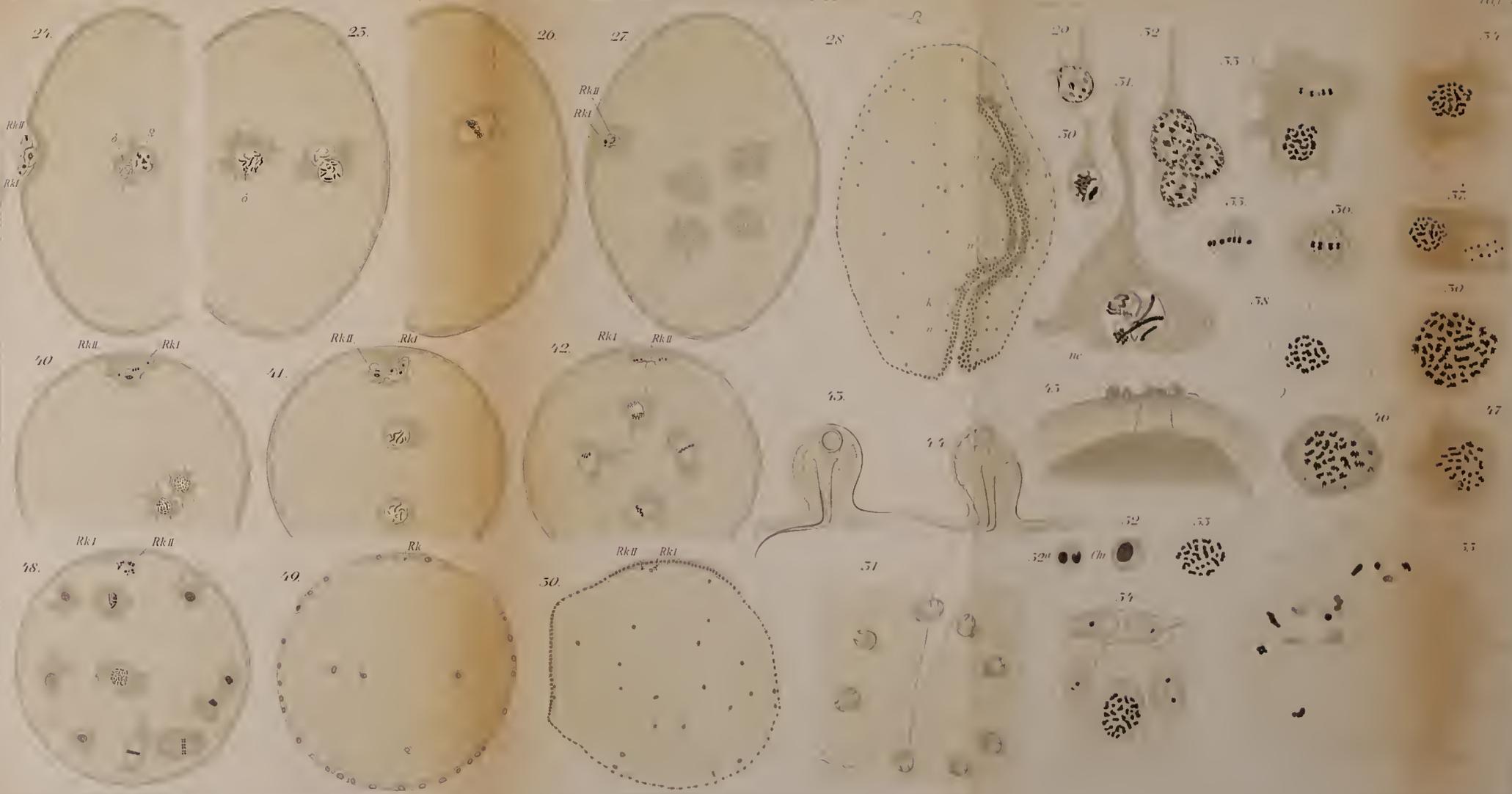
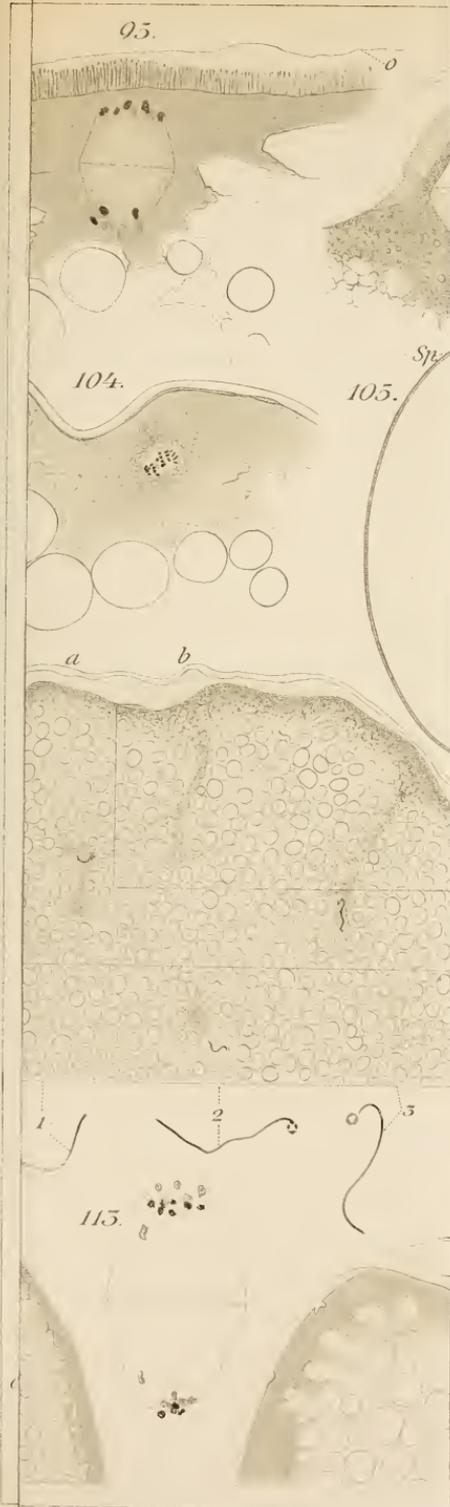


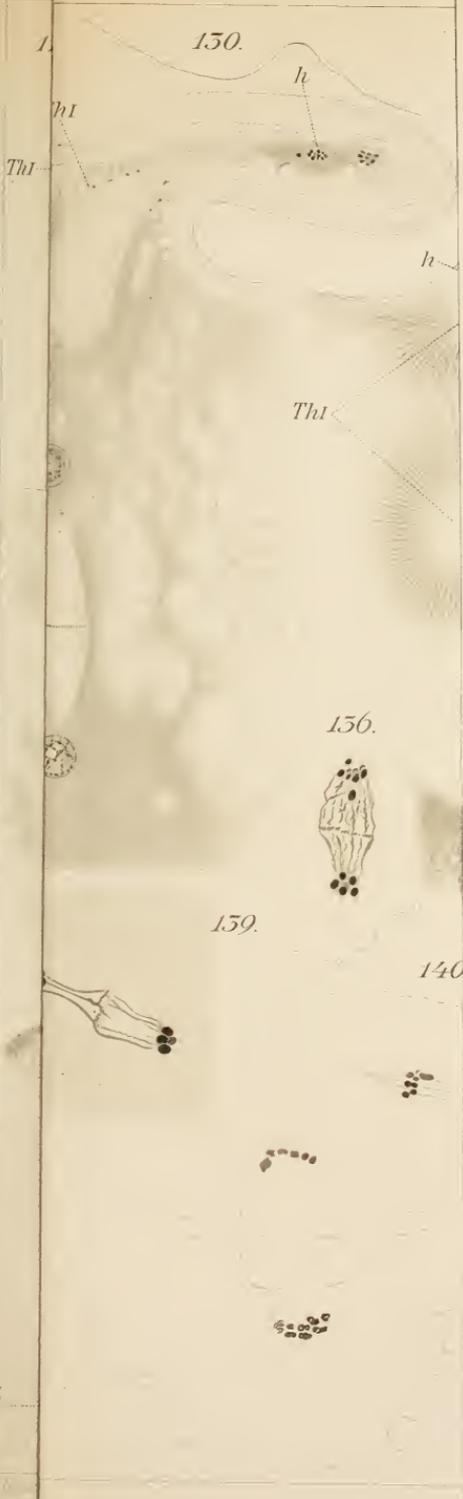
Fig. 24-55

Fig. 24-55





Zee



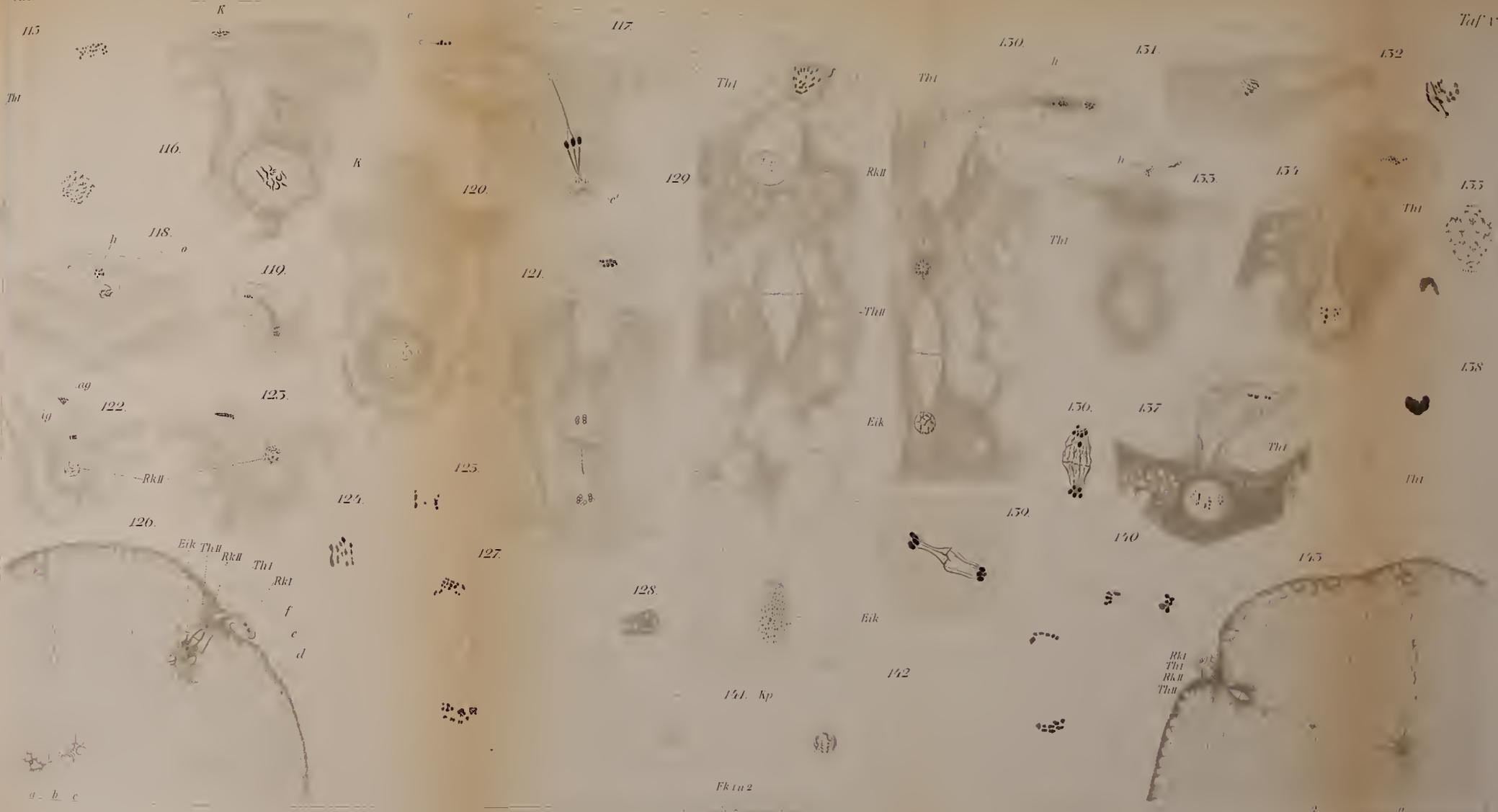


Fig 115 → 120 →
 → 128 → 145

Fig 115-145.

Zeits

145

146

147

148



δ



c

180.

189.



149

150



δ

197.



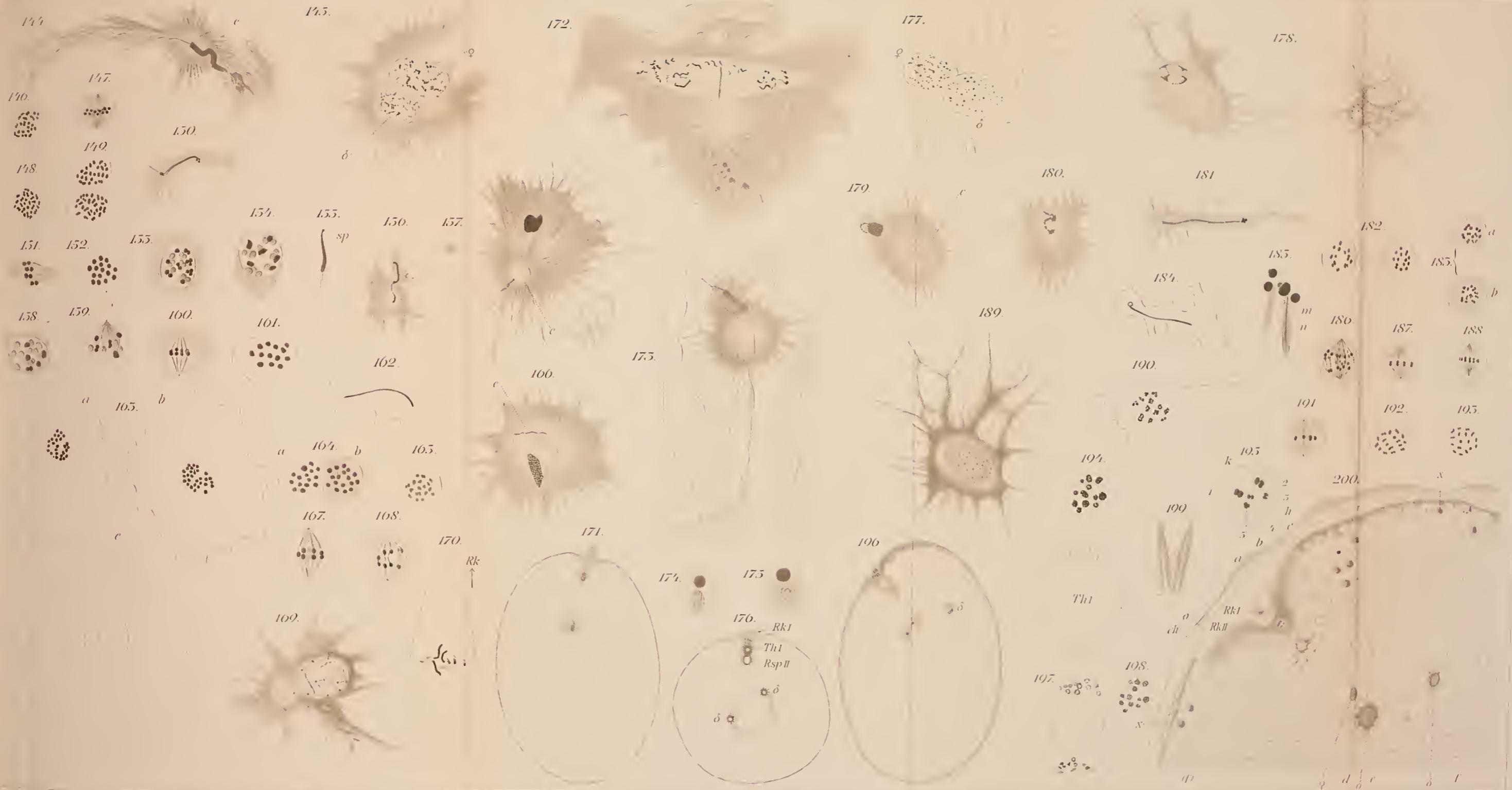


Fig 144 → 171
 → 172
 → 177
 → 200

Fig. 144-200.

5.

Rk1a—

Rk1c—

RkII—

Eik—

220.

Stylaria

241.

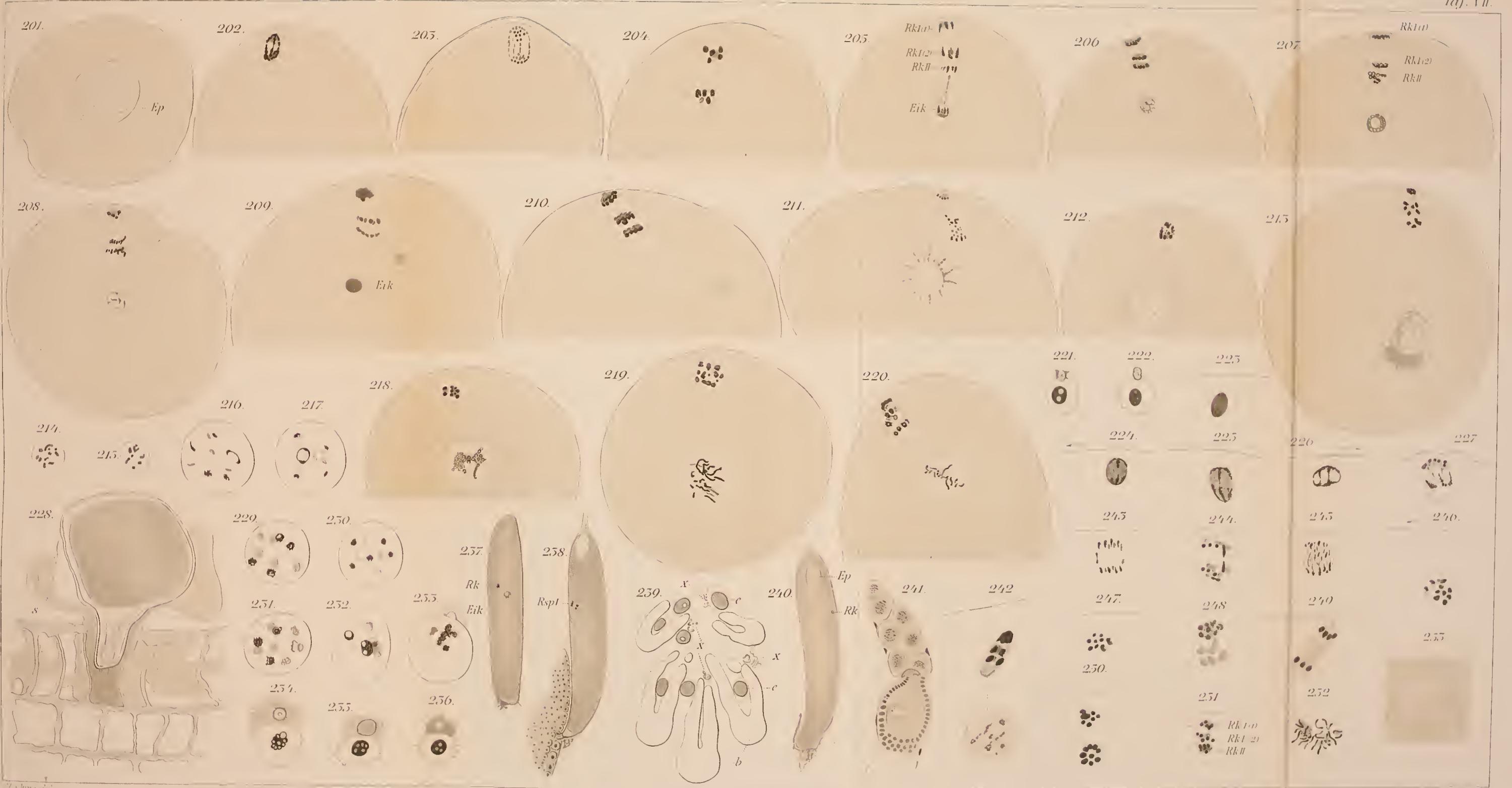


Fig. 201-255.

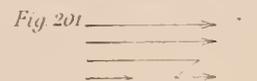
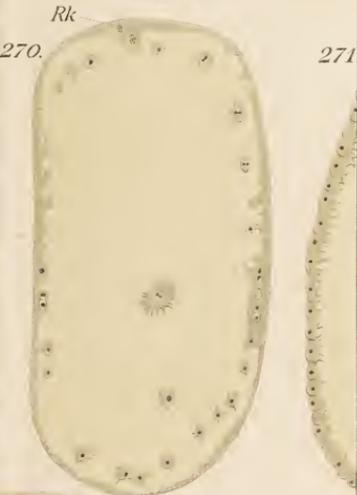
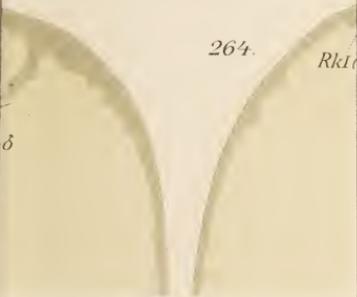
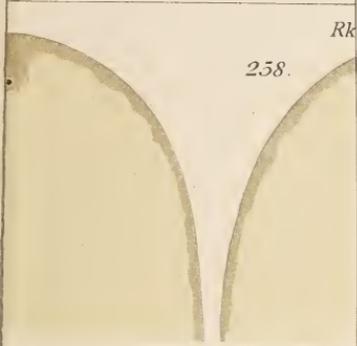


Fig. 201-255.



271



273

274

281.



RkI(1)



RkI(2)



Th

RkII

286.

505.

502.

RkI(1)

Eik

292.

RkI(2)

Th



RkII

506.

505.



k

l

514.

sp

515.

rsp

507.

524.

z

l



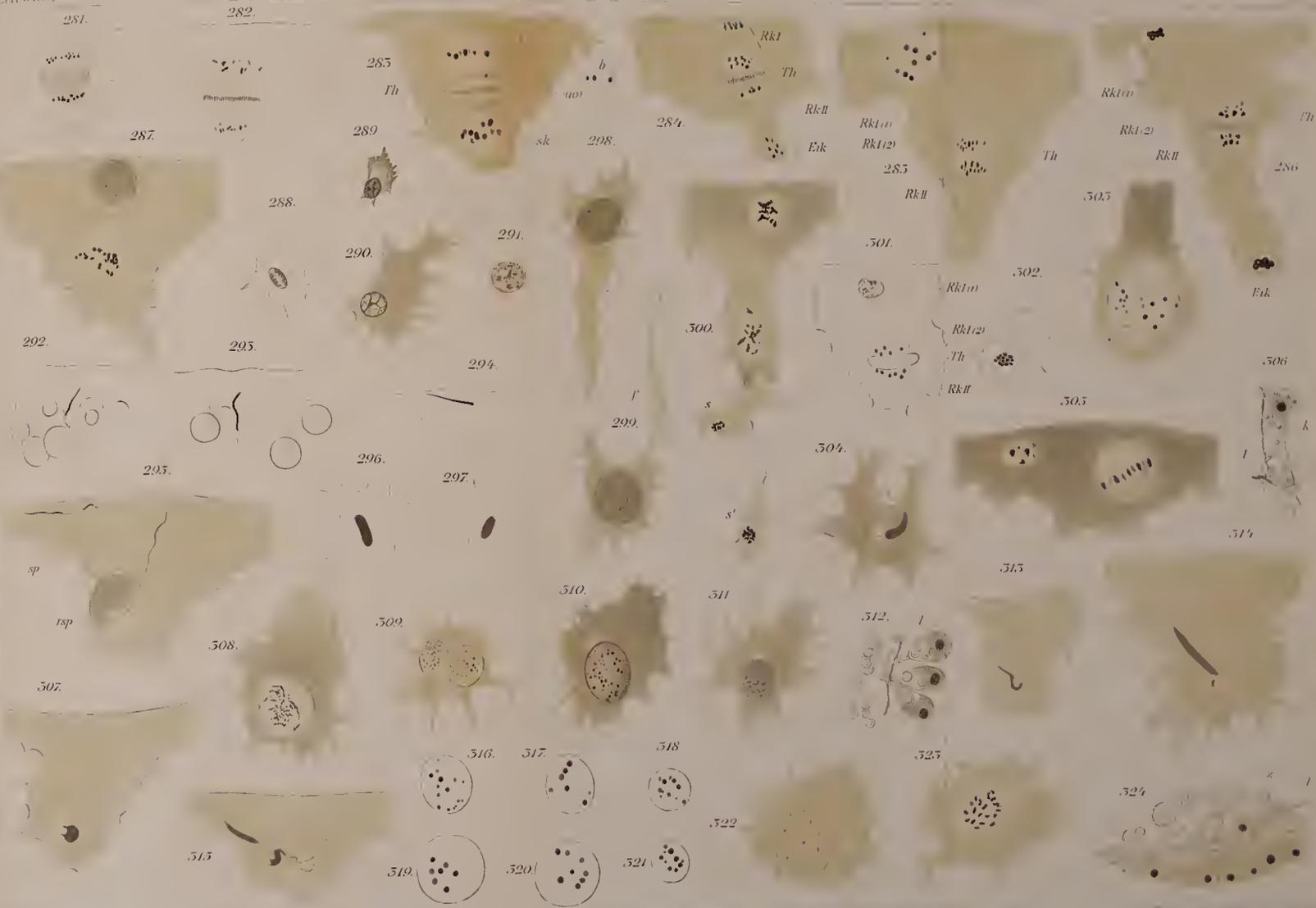


Fig. 281
 287
 289
 290
 295
 297
 299
 306
 307
 324

Fig. 281, 524.

Zell

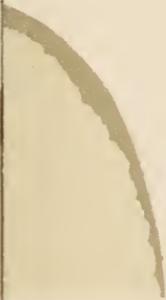
3.



329.

ry

3.



334.



339.

3.



345.

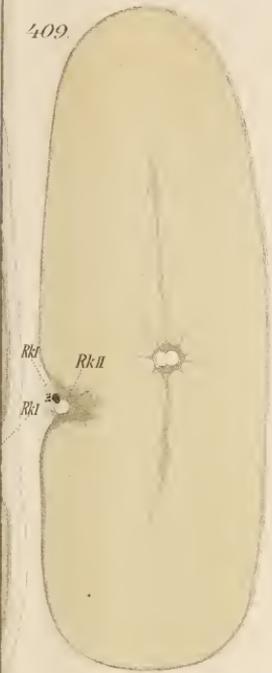


347.





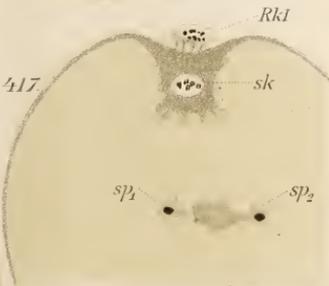
409.



410.



417.



421.



423.

