

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band.

1. Oktober 1897.

Nr. 19.

Inhalt: **Häcker**, Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen. — **Friedenthal**, Funktion der weißen Blutkörperchen. — **Haacke**, Grundriss der Entwicklungsmechanik.

Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen.

Die Keim-Mutterzellen.

Von Prof. **Valentin Häcker**.

(Zoologisches Institut, Freiburg im Breisgau).

Es sind in den letzten Jahren wiederholt Versuche gemacht worden, die Reifungsercheinungen der tierischen und pflanzlichen Geschlechtsprodukte zu einander in Parallele zu setzen.

Nachdem Strasburger¹⁾ die Teilungsvorgänge bei der Pollen- und Eibildung der Phanerogamen ganz im Allgemeinen mit der „Reifung“ der tierischen Geschlechtsprodukte verglichen und auf die Gesamtheit dieser Erscheinungen gewisse theoretische Vorstellungen gegründet hatte, nachdem sodann zoologischerseits²⁾ auf die Mehrdeutigkeit der für die Pflanzen beschriebenen und von Strasburger theoretisch verwerteten Einzelbilder und andererseits auf ihre Aehnlichkeit mit neueren Befunden bei tierischen Objekten hingewiesen worden war, haben die Untersuchungen der letzten Jahre die Verbindung zwischen beiden Gebieten zu einer immer engeren gestaltet.

1) E. Strasburger, The Periodic Reduction of the number of the Chromosomes in the Life-History of Living Organisms, Ann. of Bot., Vol. 8, 1894; Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen. Biol. Centralblatt, Bd. 14, 1894.

2) V. Häcker, The Reduction of the Chromosomes in the Sexual Cells, as described by Botanists: A reply to Professor Strasburger, Ann. of Bot. Vol. 9, 1895; Zur Frage nach dem Vorkommen der Schein-Reduktion bei den Pflanzen, Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 46, 1896.

Es war das Verdienst Belajeff's und einer Anzahl englischer Forscher¹⁾, die Veränderungen der chromatischen Substanz während der ersten Teilung der Pollenmutterzellen der Phanerogamen durch eine abermalige eingehende Prüfung endgiltig klarzulegen und den übereinstimmenden Verlauf derselben mit dem der „heterotypischen Teilung“, wie sie speziell bei *Salamandra* vorkommt, nachzuweisen. Indem dabei gleichzeitig die früheren Vorphasen der Pollen- und Embryosack-Mutterzellen einer genaueren Prüfung unterzogen wurden, stellte sich in einer ganzen Reihe von Punkten eine auffällige Homologie mit dem Verhalten der tierischen Samen- und Eimutterzellen heraus.

Anders verhält es sich mit dem zweiten Teilungsschritt. Hier wogt seit Jahren der Kampf um die Reduktionsfrage hin und her. Einen Moment schien es, als ob eine Uebereinstimmung erreicht wäre, indem rasch hintereinander die Arbeiten von Strasburger und seinen Schülern²⁾, von Calkins³⁾ und Ischikawa⁴⁾ Verhältnisse zur Darstellung brachten, welche in sehr gutem Einklang mit neueren zoologischen Befunden zu stehen schienen. In einer letzten Mitteilung haben jedoch Strasburger und Mottier⁵⁾ ihre Angaben zurückgenommen, und, wenn auch die Objekte von Calkins und Ischikawa in technischer Hinsicht eine hervorragende Stelle einzunehmen scheinen und jedermann ein volles Vertrauen in das Beobachtungstalent der beiden Forscher setzen wird, so lässt sich doch nicht leugnen, dass der Ausgang des Streites aufs Neue weit hinausgeschoben ist.

Angesichts dieser Sachlage dürfte es zweckmäßig sein, dasjenige, was thatsächlich bisher als gemeinsames Gut gewonnen ist, vergleichend

1) W. Belajeff, Zur Kenntnis der Karyokinese bei den Pflanzen, Flora, 1894, Ergänzungsband; Ethel Sargent, Some Details of the First Nuclear Division in the Pollen-Mother-Cells of *Lilium Martagon* L., Journ. R. Micr. Soc., 1895; J. Bretland Farmer und J. E. S. Moore, On the essential Similarities existing between the heterotype nuclear Divisions in Animals and Plants, Anat. Anz., Bd. 11, 1895; Ethel Sargent, The Formation of the Sexual Nuclei in *Lilium Martagon*, Ann. of Bot., Vol. 10, 1896; H. H. Dixon, On the Chromosomes of *Lilium longiflorum*, Proc. R. Jr. Ac., Vol. 3, 1896.

2) E. Strasburger, Ueber Cytoplasmastrukturen, Kern- und Zellteilung. D. M. Mottier, Beiträge zur Kenntnis der Kernteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen und Monokotylen. Beide Arbeiten in: Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30, 1897 (Sonderabdruck: Cytologische Studien aus dem Bonner bot. Institut, Berlin, 1897).

3) Gary N. Calkins, Chromatin-reduction and Tetrad-formation in *Pteridophytes*, Bull. Torrey Botanical Club, Vol. 24, 1897.

4) C. Ischikawa, Studies of Reproductive Elements. III. Die Entwicklung der Pollenkörner von *Allium fistulosum* L., ein Beitrag zur Chromosomen-Reduktion im Pflanzenreiche, Journ. Coll. Sc. Tokyo, Vol. 10, 1897.

5) E. Strasburger und D. M. Mottier, Ueber den zweiten Teilungsschritt in Pollenmutterzellen, Ber. Bot. Ges., Jahrg. 15, 1897.

zusammenzustellen. Eine solche vergleichende Betrachtung wird sich bei dem heutigen Stand der Dinge auf das Verhalten der Mutterzellkerne vor und während der ersten Teilung zu beschränken haben, sie wird jedoch zeigen, dass die neueren Beobachtungen mehr und mehr auf einen Punkt konvergieren, der sich vielleicht folgendermaßen festlegen lässt:

Die bei der Pollen- und Eibildung der Phanerogamen und bei der Sporenbildung der Farne einerseits und bei der tierischen Samen- und Eireife andererseits sich abspielenden Vorgänge lassen sich nicht nur ganz allgemein, etwa im Sinn von vorbereitenden Prozessen, mit einander vergleichen, vielmehr zeigen dieselben auch im Einzelnen auffallende morphologische und physiologische Uebereinstimmungen, welche auf eine homologe biologische Bedeutung schließen lassen. Und zwar ist der Punkt, wo der Vergleich im Speziellen einzusetzen hat, jeweils **die erste Teilung** bei der Pollen- und Eibildung der Phanerogamen, bei der Sporenbildung der Farne und bei der Samen- und Eireife der Metazoen.

1. Beschaffenheit des Chromatins während der Wachstumsperiode der Keim-Mutterzellen¹⁾.

Frühzeitiger Eintritt in die Knäuelphase (Fig. A u. B). Von einer großen Anzahl von Beobachtern wird für die Mutterzellen der tierischen und pflanzlichen Geschlechtsprodukte als auffallende Erscheinung angegeben, dass die chromatische Substanz schon sehr frühzeitig einen Teil jener Veränderungen durchläuft, welche sonst für die Prophasen der Teilung charakteristisch sind. Und zwar kommt dieses eigentümliche Verhalten des Chromatins entweder nur in einer sehr frühzeitigen Verwandlung des Kerngerüsts in einen zusammenhängenden²⁾, knäuelig aufgewundenen Chromatinfaden (Mutterknäuel oder Spirem) zum Ausdruck, oder aber es tritt, von Anfang an oder

1) Es dürfte kaum zweckmäßig sein, die in allen Sprachen bequem zu handhabende und fast allgemein eingebürgerte Bezeichnung „Mutterzellen“ (Keim-, Sporen-, Embryosack-, Pollen-, Samen-, Eimutterzellen) nachträglich wieder durch eine vielleicht etwas sinngemäßere, aber umständlichere Benennung (primäre Sporocyten, Ovocyten, Spermatoocyten) zu verdrängen. Das neuerdings wieder von Calkins (Chrom. Red. *Pteridoph.*, p. 104) ausgesprochene Bedenken, dass die „Sporen-Mutterzellen“ eigentlich die Großmutterzellen der Sporen sind, kann gegenüber den Vorteilen der ersteren Bezeichnung kaum ins Gewicht fallen.

2) Von den meisten Forschern, welche auf diesen Punkt geachtet haben, wird das Vorhandensein einer einzigen, zusammenhängenden Fadenschlinge festgestellt oder wenigstens als wahrscheinlich angenommen: so für die Keimbläschen von *Ophryotrocha* (Korschelt), *Branchipus* (Brauer), *Canthocamptus* n. a., für die Embryosackkerne von *Lilium Martagon* (Sargant), für die Kerne der Sporen-Mutterzellen der Farne (Calkins).

wenigstens sehr frühe, die Längsspaltung des Fadens, beziehungsweise die Zerlegung desselben in die Elemente der ersten Teilung hinzu.

Bei einem der von mir untersuchten Copepoden, bei *Canthocamptus*, liegt einer der extremsten Fälle vor (Fig. A). Hier gehen nach der letzten Teilung der Ur-Eizellen die Tochterknäuel überhaupt nicht in ein feinfadiges „Ruhe“- oder Kerngerüststadium über, vielmehr findet gewissermaßen nur eine Auflockerung der Knäuel statt und fast unmittelbar nach dem Ablauf des erwähnten Teilungsprozesses tritt in den Tochterknäueln die Längsspaltung der chromatischen Fäden auf. Die Chromatinsubstanz persistiert also in Form eines zusammenhängenden, längsgespaltene Fadenknäuels während eines großen Teiles der etwa drei Tage lang dauernden¹⁾ Wachstumsperiode der Eizellen, um sodann, entweder vor oder erst nach abermaliger Verdichtung, in die Segmentierung einzutreten²⁾.

Unsegmentierter Knäuel.



Fig. A. *Canthocamptus*, weibl.
(Eig. Präp.)

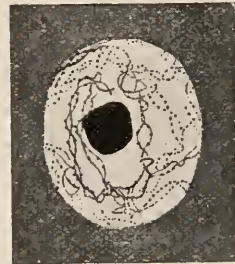


Fig. B. *Lilium Mart.*, weibl.
(Sargant).

In gleicher Weise zeigen nach Rückert auch die Keimbläschen der Selachier, speziell von *Pristiurus*, zu keiner Zeit ein eigentliches Kerngerüst, wie es sonst den „ruhenden“ Kernen zuzukommen pflegt. Ja, die Chromosomen, welche bei der letzten Teilung der Ureizellen von den jungen Ei-Mutterzellen übernommen werden, scheinen sich hier nicht einmal zu einem zusammenhängenden, knäuelig aufgewundenen Faden zusammenzusehließen, wie dies bei der vorhin besprochenen Form der Fall ist. Vielmehr bleiben sie, nachdem bereits in den Dispiremen der letzten Teilung der Ureizellen die Längsspaltung sich

1) Diese Zeit kann z. B. folgenden Daten entnommen werden, die bei einem *Canthocamptus*-Weibchen beobachtet wurden: 26. Okt. Bildung des ersten Eisacks (1. Brut); 29. Okt. Nenfüllung der Ovidukte beginnt (2. Brut); 31. Okt. Die Nauplien verlassen den Eisack (1. Brut); 1. Nov. Auflösung der Keimbläschen in den Ovidukteiern (2. Brut); 2. Nov. Bildung des zweiten Eisacks (2. Brut).

2) V. Häcker, Die Vorstadien der Eireifung. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 45, 1895, S. 207 ff., S. 229.

bemerklich gemacht hatte¹⁾, in Form von isolierten Fadenpaaren während der ganzen Wachstumsperiode, also mindestens mehrere Monate lang, unter Umständen vielleicht eine Jahresfrist, bis zur Reife bestehen²⁾.

Uebereinstimmend mit diesen Angaben fand Belajeff die Pollenmutterzellen von *Larix* schon während der Winterruhe „zur karyokinetischen Teilung bereit“³⁾, d. h., sie sind, wie sich Strasburger für das nämliche Objekt etwas zutreffender ausdrückt, bereits in der Winterruhe in die ersten Stadien der Prophase eingetreten und zeigen schon jetzt getrennte, an der Kernwandung verteilte Chromosomen⁴⁾.

Abgesehen von diesen Grenzfällen liegen noch zahlreiche andere Beobachtungen vor, in welchen in mehr oder weniger bestimmter Weise die frühzeitige Verwandlung des Kerngerüstes der Mutterzell-Kerne in den längsgespaltene Fadenknäuel und die lange Dauer der Prophasen betont wird. Ich erwähne hier nur einerseits die Angaben Brauer's über die Spermatogenese von *Ascaris*, andererseits die Beobachtungen an Liliaceen, namentlich die neueren von Miss Sargent, welche sich auf die Embryosackbildung von *Lilium Martagon* beziehen (Fig. B). Die zu Anfang citierten Beobachtungen (an *Canthocamptus*, *Pristiurus* und *Larix*) fallen aber hier deswegen mehr ins Gewicht, weil die in denselben gemachten zeitlichen Angaben die außerordentlich lange Dauer der Prophasen in den Mutterzellen, verglichen mit den Prophasen in vegetativen Elementen, schärfer hervortreten lassen.

Es sollen, um diesen Gegensatz zu beleuchten, nur zwei Beispiele angeführt werden. In den Epithelzellen von *Salamandra* spielt sich nach Flemming⁵⁾ der Kernteilungsprozess in 2—5 (meist 2—3) Stunden ab. Nun ist aber im konservierten Material die Anzahl der Knäuelphasen, auf welche man bei Durchmusterung eines Epithelfeldes stößt, beinahe ebenso groß wie die Zahl aller späteren Phasen zusammengenommen⁶⁾, und es berechnet sich also hieraus die Dauer der Knäuelphase auf 1 bis 2 Stunden. Um noch ein zweites Beispiel zu erwähnen, so beträgt in den ersten Furchungsstadien von *Cyclops* die gesamte Dauer des Teilungsprozesses kaum viel mehr als eine halbe

1) J. Rückert, Ueber die Verdopplung der Chromosomen im Keimbläschen des Selachiereies. Anat. Anz., 8. Jahrg., 1893, S. 48.

2) J. Rückert, Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern. Anat. Anz., 7. Jahrg., 1892, S. 150.

3) Wl. Belajeff, Zur Kenntnis der Karyokinese bei den Pflanzen, Flora, 1894, Ergänzungsband, S. 2.

4) E. Strasburger, Karyokinetische Probleme, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 28, 1895, S. 166.

5) W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zellteilung, Leipzig 1882, S. 270.

6) So zähle ich in einer der Corneae einer etwa vierzehntägigen Salamanderlarve 4 lockere Spireme, 6 dichte Spireme, 8 Aster, 2 Dyaster, 3 Dispireme.

Stunde, und da nun auf den Präparaten die Knäuelphasen in Bezug auf relative Häufigkeit erheblich hinter den übrigen Phasen, namentlich hinter der Asterphase, zurückstehen¹⁾, so fallen auf das Spirem nur einige Minuten.

Aus dem bisherigen geht mit Deutlichkeit hervor, dass den verschiedenen Formen der Keim-Mutterzellen (Ei-, Samen-, Embryosack-, Pollenmutterzellen) die Neigung, frühzeitig in die Prophasen der Teilung einzutreten und in denselben lange zu verharren, gemeinsam zukommt und dass sie in diesem Punkte gegenüber zahlreichen anderen Gewebselementen eine Sonderstellung einnehmen.

Um zu einer Deutung dieses eigentümlichen, einer großen Zahl von Mutterzellen gemeinsamen Verhaltens zu gelangen, könnte man vielleicht, wie ich es schon früher gethan habe²⁾, auf die knäueligen Chromatinstrukturen hinweisen, welche u. a. von Balbiani, Gilson, van Gehuchten bei verschiedenen Insekten in den Kernen secernierender Zellen aufgefunden worden sind und auch sonst bei Elementen von lebhafter vegetativer Thätigkeit nicht selten zu sein scheinen. Doch dürfte es vorläufig kaum zweckmäßig sein, über diesen einfachen Hinweis hinauszugehen³⁾.

„Synapsis“ (Fig. C u. D). Mit dem von Moore⁴⁾ stammenden Ausdruck Synapsis bezeichnet man neuerdings vielfach ein Stadium

„Synapsis“.

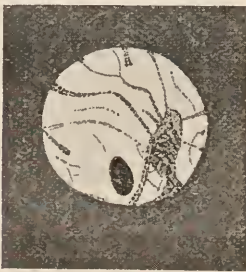


Fig. C. *Ascaris*, männl.
(Brauer).

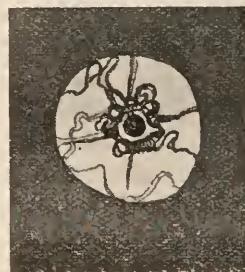


Fig. D. *Lilium*, männl.
(Farmer u. Moore).

1) Vergl. die Keimbahn von *Cyclops*. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 49, 1897, S. 48.

2) Vorstad. Eireif, S. 229.

3) Vergl. E. B. Wilson, The Cell in Development and Inheritance, New-York, 1896, p. 26.

4) Der Ausdruck scheint anfangs etwas anders gemeint gewesen zu sein, nämlich offenbar im Sinn jener hypothetischen Chromosomenverschmelzung, durch welche während der Kernruhe die Halbierung der Chromosomenzahl zu Stande kommen soll (J. E. S. Moore, On the Structural Changes in the Reproductive Cells during the Spermatogenesis of Elasmobranchs. Quart. Journ. Micr. Sc., Vol. 38, 1895, p. 287), jedoch wurde derselbe bald in dem von den

der Mutterzellkerne, in welchem der in Regel schon längsgespaltene, aber wahrscheinlich noch unsegmentierte, Chromatinfaden auf einer Seite des Kernraums, gewöhnlich im Umkreis des Nucleolus, einseitig kontrahiert erscheint.

Wie schon von verschiedenen Seiten betont worden ist, scheint dieser Kontraktionszustand als vorübergehende Phase des Kerns eine außerordentlich weite Verbreitung bei den Keimmutterzellen zu haben. So wurde ein derartiges Verhalten schon von O. Hertwig und Brauer für die Samenmutterzellen von *Ascaris* beschrieben (Fig. C), von mir für die Eimutterzellen von *Canthocamptus*, von Farmer und Moore (Fig. D), sowie von Dixon für die Pollenmutterzellen und von Miss Sargent für die Embryosackmutterzellen der Liliaceen, von Calkins für die Sporenmutterzellen der Farnkräuter und endlich, wie vergleichsweise hinzugefügt werden soll, von Farmer für diejenigen der Lebermoose¹⁾.

Die verschiedenen Beobachter sind darüber nicht einig, ob es sich bei dieser Kontraktion der Chromatinfäden um ein natürliches, im Leben bestehendes Verhalten handle oder ob vielleicht während der betreffenden Phase die Kernsubstanz nur eine besonders geringe Widerstandskraft gegenüber der Einwirkung der Reagentien besitze und daher beim Eindringen derselben einseitig kontrahiert werde. Farmer und Moore²⁾, sowie Dixon scheinen eher geneigt zu sein, einen Einfluss der Fixierungsmittel für unbewiesen zu halten, während neuerdings Mottier für die Annahme eintritt, dass man es aller Wahrscheinlichkeit nach mit einem Kunstprodukt zu thun habe.

Wie dem aber auch sei, so viel steht fest, dass man es auch hier wieder mit einer den Keimmutterzellen der verschiedenen Kategorien gemeinsamen Eigentümlichkeit zu thun habe, durch welche sich dieselben von anderen Zellen in typischer Weise unterscheiden³⁾.

Die Unterphase des „segmentierten Knäuls“, „Diakinese“ (Fig. E—H, I—K). Im Vorstehenden ist von einem Zustand der Mutterzellkerne die Rede gewesen, welcher, so viel aus den Angaben der einzelnen Autoren hervorgeht, in der Regel den schon deutlich

späteren Autoren angenommenen Sinne interpretiert (J. E. S. Moore, On the Essential Similarity of the Prozess of Chromosome Reduction in Animals and Plants. Ann. of Bot., Vol. 35, 1895, p. 435 unten).

1) J. Bretland Farmer, On Spore-Formation and Nuclear Division in the *Hepaticae*. Ann. of Bot., Vol. 9, 1895, p. 481 ff.

2) Nach Farmer, Spore-Form. *Hep.*, p. 482, hat Moore die betreffende Struktur (in some favourable cases) am lebenden Objekt gesehen.

3) So sagt z. B. auch Sargent (Formation Sex. Nucl., p. 470): „I have never met with a similar contraction either in vegetative nuclei or in those produced by embryosac-divisions“.

längsgespaltene, aber noch nicht quergeteilte Chromatinfäden betrifft. Die „Synapsis“ ist also noch der Unterphase des „unsegmentierten Knäuels“ zuzurechnen, in deren Verlauf sie bei den verschiedenen Formen bald früher, bald später eingeschaltet sein kann.

Der Unterphase des „unsegmentierten Knäuels“ reiht sich nun in den Kernen der Keim-Mutterzellen eine weitere, ebenfalls noch zu den Prophasen gehörende Unterphase an, welche dem „segmentierten Knäuel“ anderer Kerne entspricht (Fig. E—K). Auch hier ist eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten zu erwähnen, welche auf der einen Seite die in den tierischen und pflanzlichen Keim-Mutterzellen auftretenden Bilder in unverkennbarer Weise einander nähern, auf der anderen Seite dieselben von den Zuständen wohl unterscheiden, welche bei den übrigen Zellsorten, z. B. bei den verschiedenen Epithelzellen von *Salamandra*, unter den Begriff des segmentierten Knäuels fallen.

Diese Unterschiede sind die verhältnismäßig lange Dauer des Stadiums, die lose Verteilung der Chromatinelemente und ihre Neigung zu wandständiger Anordnung, sowie endlich die vielfachen und charakteristischen Veränderungen, welche die Elemente im Verlaufe dieser Unterphase durchzumachen pflegen.

Es wurde schon im ersten Absatz die für die Keim-Mutterzellen charakteristische lange Dauer der Prophasen überhaupt besprochen und es soll hier nur an die zwei Fälle erinnert werden, in welchen die von den Beobachtern gemachten Zeitangaben speziell die Unterphase des „segmentierten Knäuels“ betreffen, nämlich an das Keimbläschen der Selachier und an die Pollenmutterzellen von *Larix*. Bei andern Objekten, z. B. bei den von Rückert und vom Rath untersuchten Copepoden, bei *Canthocamptus* u. a. lässt sich die verhältnismäßig lange Dauer des Stadiums nur aus der relativen Häufigkeit der betreffenden Bilder erschließen, man wird aber wohl kaum zu weit gehen, wenn man auch diesen Punkt als eine Eigentümlichkeit hervorhebt, durch welche die verschiedenen Kategorien der Keim-Mutterzellen gegenüber der Mehrzahl der anderen Zellformen ausgezeichnet sind.

Im Uebrigen wäre hier vielleicht als bemerkenswert hinzuzufügen, dass der zeitliche Eintritt und damit auch die Dauer des „segmentierten“ Knäuels innerhalb der nämlichen Species größeren Schwankungen unterworfen sein kann. So konnte ich für *Canthocamptus* zeigen, dass die Segmentierung des Fadens bereits eintreten kann zu einer Zeit, „wenn der Doppelfaden noch eine feinfädig-körnige Beschaffenheit aufweist und seine Konzentrierung in die Kernmitte noch nicht ihren Anfang genommen hat. Im andern extremen Fall setzt die Segmentierung erst ein, nachdem der Doppelfaden sich in der Mitte des Kernraums zu einer einfachen Schlinge verdichtet und zusammengezogen hat“¹⁾.

1) Vorstad. Eireif., S. 210.

Was den zweiten Punkt, die Anordnung der (durch Querteilung des längsgespaltenen Chromatinfadens entstandenen) Schwesterfaden-Paare anbelangt, so sind dieselben zunächst durch ihre lose Verteilung im Kernraum, durch das weite Auseinanderrücken der einzelnen Paare von den Chromosomen in gewöhnlichen „segmentierten Knäueln“ unterschieden, ein gegensätzliches Verhalten, welches zum großen Teil darauf zurückzuführen ist, dass in den Mutterzellkernen bei gleichbleibendem, beziehungsweise sich vergrößerndem Kernvolumen eine Verkürzung und Verdichtung der Chromosomen zu stande kommt. Ihre Anordnung im Kernraum ist häufig eine ganz regellose, jedoch wäre hervorzuheben, dass bei zunehmender Verkürzung und Verdichtung der Elemente die Neigung zu einer wandständigen Lagerung hervortritt.

So sprechen vom Rath¹⁾ und Moore²⁾ ausdrücklich von der peripheren, d. h. wandständigen Lage der Vierer-Ringe in den Samennutterzellen von *Gryllotalpa* beziehungsweise in denen der Selachier, und dasselbe gilt, wie Rückert³⁾ und ich beobachtet haben, für die Keimbläschen der Süßwasser-Copepoden. Andererseits hat Belajeff⁴⁾ die nämliche Beobachtung für die Pollennutterzellen von *Larix* gemacht und im Anschluss hieran sei erwähnt, dass Farmer⁵⁾ dasselbe für die reifgewordenen Ringfiguren in den Sporenmutterzellen der Lebermoose angiebt⁶⁾.

Was endlich drittens die Veränderungen der Chromatin-Elemente während der fraglichen Periode betrifft, so ist die Betrachtung derselben nicht leicht von der Frage zu trennen, welchen Charakter die folgende erste Teilung überhaupt besitzt. Es wird daher später nochmals darauf zurückgekommen werden und es sollen hier nur einige rein äußerliche Momente kurz erwähnt werden, welche einerseits wiederum auf einige Beziehungen zwischen den pflanzlichen und tierischen Keim-Mutterzellen untereinander, andererseits auf einen gewissen Gegensatz derselben zur Mehrzahl der übrigen Zellsorten hinweisen.

Eine erste Besonderheit betrifft die jüngeren Entwicklungsstadien der Chromosomen und besteht in der Neigung zum weiten Aus-

1) O. vom Rath, Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Gryllotalpa vulgaris* Latr. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 40. 1892, S. 111.

2) Struct. Changes Repr. Cells Elasm., p. 288.

3) J. Rückert, Zur Eireifung bei Copepoden. Anat. Hefte, Bd. 4, 1894, S. 317 u. 320.

4) Zur Kenntn. d. Karyok. d. Pfl., S. 2.

5) Spore-Form. Hep., p. 501.

6) Bei den meisten der genannten Objekte wird der Anschein erweckt, als ob die reif werdenden Elemente vollständig die Verbindung miteinander aufgeben. Es ist daher von Interesse, dass vom Rath und Moore eine Verbindung der wandständigen Chromosomengruppen durch Lininfadenzüge beschrieben haben.

einanderrücken der Schwesterfäden, eine Erscheinung, deren Eigentümlichkeit umso mehr hervortritt, wenn man bedenkt, dass bei den meisten anderen Objekten die Entfernung der Schwesterfäden voneinander erst während der Metakinese erfolgt. Diesem Auseinanderweichen der Spalthälften scheinen nun aber irgend welche zusammenhaltende Kräfte entgegenzuwirken, und so sehen wir denn überaus häufig, dass sich die weit ausbiegenden Schwesterfäden beiderseits mit ihren Enden zusammenlegen und so die bekannten Ringfiguren bilden, oder aber, dass sie sich — was für die betreffende Periode kaum weniger charakteristisch ist — gleichzeitig an mehreren Punkten nähern oder berühren und so zur Bildung von eigentümlichen Achte- und Ueberkreuzungsfiguren führen.

Diakinese: frühe Stadien.

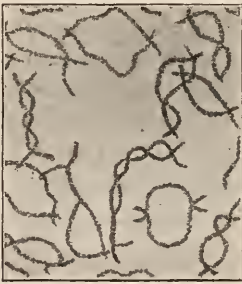


Fig. E. *Pristiurus*, weibl.
(Rückert).

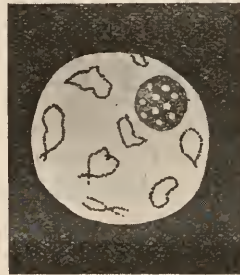


Fig. F. *Heterocope*, weibl.
(Rückert).

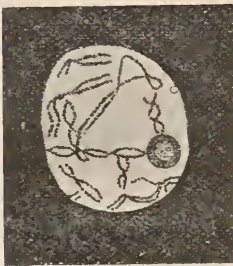


Fig. G. *Lilium longifol.*, männl.
(Dixon).

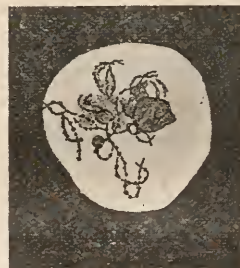


Fig. H. *Lilium Mart.*, weibl.
(Sargant).

Beide Momente, sowohl das weite Auseinanderrücken der Spalthälften, als auch ihr teilweiser Zusammenschluss zu Ring- und Achtefiguren, kommen nebeneinander in besonders schöner Weise zur Darstellung im Keimbläschen der Selachier, Fig. E [Rückert¹⁾]. Nicht weniger charakteristische Vorkommnisse finden sich nach vom Rath's²⁾

1) Zur Entw. d. Ovarialeies d. Sc., S. 121, Fig. 2.

2) O. vom Rath, Neue Beiträge zur Frage der Chromatinreduktion in der Samen und Eireife. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 46, 1895, z. B. Tab. 7, Fig. 28.

Rückert's¹⁾ und meinen eigenen Befunden im Keimbläschen der Copepoden vor (Fig. *F*), wo allerdings gewöhnlich die verschiedenen Figuren nicht nebeneinander auf demselben Bild, sondern in verschiedenen Entwicklungsphasen und bei verschiedenen Arten zu suchen sind.

Ganz entsprechende Bilder zeigen nun auch die entsprechenden Phasen der Pollen- und Embryosackmutterzellen der Phanerogamen. Auch hier kann die Bildung der Ringfiguren und mehrfachen Ueberkreuzungen bereits in den früheren Entwicklungsstadien der Chromosomen zu Tage treten, so lange die Spaltheilfäden noch die Form dünner, feinkörniger Fäden besitzen. So sind z. B. derartige Figuren von Dixon²⁾, Sargant³⁾ und Mottier⁴⁾ abgebildet werden (Fig. *G* u. *H*).

Die bei den Copepoden gefundenen Ueberkreuzungen, die „vielfachen Verschlingungen und Krümmungen der Doppelfadensegmente“, habe ich schon in meinen ersten Arbeiten zu dem „heterotypischen“ Kernteilungsmodus in Beziehung gebracht⁵⁾. Seither sind durch die Untersuchungen an anderen Objekten, namentlich an den Phanerogamen, noch zahlreiche Anknüpfungspunkte für einen Vergleich der ersten Teilung der Reifungsphase mit dem heterotypischen Modus geschaffen worden, und es hat sich also meine damals ausgesprochene Vermutung, dass auch die erste Reifungsteilung ursprünglich in Form einer heterotypischen Teilung angesetzt werde, für ein weiteres Gebiet als richtig erwiesen.

Diakinese: späte Stadien.

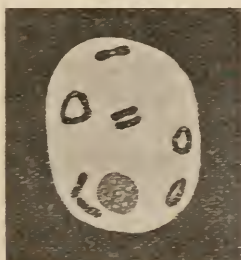


Fig. I. *Heterocope*, weibl.
(Rückert).

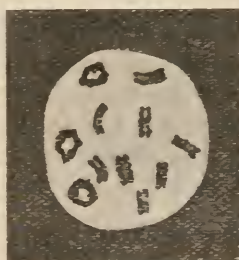


Fig. K. *Pteris*, Spor.
(Calkins).

Es wären nunmehr noch die älteren Entwicklungsphasen der Chromosomen zu betrachten, welche, wie für eine Reihe von tierischen Objekten gezeigt werden konnte, in mannigfacher Weise, sei es in der

1) Eireif. Copep., Tab. 21—25.

2) Chromos. *Lil. Longifl.*, Fig. 3—4.

3) Form. Sex. Nucl. *Lil. Mart.*, Fig. 18.

4) Kernteilung d. Pollenmutterz., Fig. 53.

5) V. Häcker, Die heterotypische Kernteilung im Cyklus der generativen Zellen, Ber. Naturf. Ges. Freib., Bd. 6, 1892, S. 174; das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen, I, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 41, 1893, S. 483.

Bildung von quergekerbten Doppelstäbchen, sei es in der Herstellung von dichten Ringen, bezw. von „Vierergruppen“, ihrer Abschluss finden können, in der großen Mehrzahl der Fälle jedoch durch die außerordentliche Zusammenziehung und Massenverdichtung der Chromatinkörper ausgezeichnet sind. Ich verweise hier bezüglich der zoologischen Litteratur hauptsächlich auf die Arbeiten von vom Rath und Rückert (Fig. I), und will nur die entsprechenden botanischen Befunde erwähnen. In den Pollenmutterzellen von *Larix* stellen die reifenden Chromosomen meistens „ringartige Gebilde mit Vorsprüngen, zuweilen auch X-förmige Figuren dar“ [Belajeff¹]. In den entsprechenden Stadien von *Lilium* erscheinen die Chromatin-Elemente vor der Einstellung in die Kernplatte als „roughly quadrate, triangular or ring-shaped“ [Dixon²], während in den Embryosackmutterzellen desselben Objekts die Achterfiguren der früheren Entwicklungsphasen unter allmählicher Verkürzung und Streckung der Spalthälften die Form von Doppelstäbchen annehmen [Sargant³]. Vierergruppenähnliche Bildungen zeigen auch die Sporenmutterzellen von *Equisetum* [Osterhout⁴], während sich in denjenigen der Lebermoose wenigstens Anklänge an diese Formen vorzufinden scheinen [Farmer⁵]. Die meisten und auffallendsten Anknüpfungspunkte für einen Vergleich mit tierischen Objekten, speziell mit den Copoden, liefern aber die in konservierungstechnischer Hinsicht offenbar sehr günstigen Sporenmutterzellen der Farne, in deren Kerne alle nur denkbaren Uebergangsformen zwischen Ringen, Doppelstäbchen und Vierergruppen zu finden sind [Calkins⁶], Fig. K.

Während für die lockeren Ring- und Achterfiguren der früheren Entwicklungsperiode die Prophasen des „beterotypischen Kernteilungsmodus“ gewisse Vergleichspunkte liefern, stellen die verdichteten und verkleinerten Chromatin-Körper, welche in den älteren Kernen der verschiedenen Kategorien von Keim-Mutterzellen auftreten, Gebilde dar, für welche die bisherigen Untersuchungen an anderen Zellformen keine direkten Analogien beizubringen vermocht haben. Vielmehr können wir diese auffälligen, mit einer erheblichen Größenverminderung und Verdichtung verbundenen Gestaltungen der Chromatin-Elemente als ein weiteres Merkmal betrachten, durch welches die

1) Zur Kenntn. d. Karyok. b. d. Pfl., S. 4

2) Chromos. *Lil. Longijl.*, S. 711, Tab. 23, Fig. 5.

3) Form. Sex. Nucl. *Lil. Mart.*, p. 461, Tab. 23, Fig. 20.

4) W. J. V. Osterhout, Ueber Entstehung der karyokinetischen Spindel bei *Equisetum*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30, 1897 (Cytol. Stud. aus d. Bonner Bot. Inst.), S. 6, Tab. 1, Fig. 1.

5) Spore-Form. *Hepat.*, p. 476.

6) Chrom.-Red. *Pteridoph.*, p. 106, Tab. 295, Fig. 4—10, Tab. 296, Fig. 11, Fig. 19—20.

Prophasen der Keim-Mutterzellen gegenüber den entsprechenden Stadien anderer Kerne ausgezeichnet sind.

Werfen wir noch einmal einen Blick auf die Unterphase des „segmentierten Knäuels“ zurück, so treten uns, schon wenn wir uns an die rein äußerliche Aehnlichkeit der morphologischen Bilder halten, eine ganze Reihe von Uebereinstimmungen zwischen den verschiedenen Kategorien der Keim-Mutterzellen entgegen. Die lange Dauer des Stadiums, die eigentümliche Anordnung und die Veränderungen der Chromatin-Elemente geben demselben ein so charakteristisches Gepräge, dass es vielleicht zweckmäßig ist, den Gegensatz, welcher hier zwischen den Keim-Mutterzellen und der überwiegenden Mehrzahl der übrigen Zellsorten auftritt, durch Einführung einer besonderen Bezeichnung hervorzuheben. Das Bedürfnis nach einer solchen ist auch anderweitig¹⁾ hervorgetreten, und da das am meisten konstante, fast ausnahmslos bei allen Objekten hervortretende Moment die lose Verteilung und Auseinanderlagerung der Chromatin-Segmente ist, so würde vielleicht eine auf diese Eigentümlichkeit bezügliche Benennung vorzuziehen sein. Ich möchte daher für diese zweite Unterphase der Prophase, welche, wie gesagt, zeitlich dem „segmentierten Knäuel“ anderer Kerne entspricht, den Ausdruck „**Diakinese**“ vorschlagen.

2. Verhalten der Nucleolarsubstanz.

Die äußere Aehnlichkeit der Kerne der jüngeren Pollen- und Embryosackmutterzellen mit denjenigen der tierischen Samen- und Eizellen, speziell mit den Keimbläschen des „Echinodermentypus“²⁾, pflegt nicht nur in dem Verhalten der chromatischen Substanz, sondern auch in der Beschaffenheit der nucleolären Körper begründet zu sein. Das Auftreten eines einzigen, vacuolenhaltigen, dunkel tingierbaren „Hauptnucleolus“ in den jüngeren Stadien, das Hinzutreten von blässeren adventiven oder „Neben-Nucleolen“ in einer früheren oder späteren Phase, der ganze Habitus und die Anordnung dieser Gebilde, alles dies sind wiederum Merkmale, deren weite Verbreitung in den verschiedenen Kategorien von Mutterzellen dem Beobachter, der den Veränderungen der nucleolären Substanz sein Augenmerk schenkt, nicht ganz unwesentlich erscheinen kann.

Bezüglich der Aehnlichkeit der jüngeren, mit einem Hauptnucleolus versehenen Kerne verweise ich auf die Eingangs gegebenen Figuren, während ich hinsichtlich des Auftretens adventiver Kernkörper an die Beobachtungen am Copepoden-Keimbläschen³⁾, an Moore's Angaben

1) Vergl. J. Rückert, Eireif. Copep., S. 294.

2) Vergl. Keimbläschen, I. Teil, S. 473; Vorstad. d. Eireif., S. 249; Wilson, Cell in Dev. and Inh., p. 92.

3) Vergl. Vorstad. d. Eireif., S. 250. Den einfachen Verhältnissen bei *Canthocamptus* stehen übrigens kompliziertere Vorkommnisse bei anderen Copepoden gegenüber. Vergl. auch Rückert, Eireif. h. Copep., S. 295.

über die Samenzellen der Elasmobranchier¹⁾ und andererseits an die Vorkommnisse in den Pollenmutterzellen von *Larix* erinnere, wo nach Strasburger neben dem großen stark sich tingierenden Nucleolus meist ein oder mehrere kleinere, schwächer sich färbende Nucleolen auftreten²⁾.

Wichtiger als die genannten Punkte, von denen übrigens der letzt-erwähnte noch einer eingehenden vergleichenden Untersuchung bedarf, ist die gerade bei den Keim-Mutterzellen verschiedener Formen beobachtete Tatsache, dass das Verhalten der Nucleolarsubstanz, namentlich gegen Schluss des Mutterzellen-Stadiums hin, ein individuell und spezifisch variierendes sein kann, d. h. die verschiedenen Individuen der nämlichen Species, bezw. die einzelnen Arten einer größeren Formengruppe zeigen in dieser Hinsicht auffallende Unregelmäßigkeiten.

Was die individuellen Abweichungen anbelangt, so geht das Vorhandensein derselben schon aus einer Betrachtung der von den verschiedenen Forschern gegebenen Bilder deutlich hervor. Einzelne Autoren haben aber auch ausdrücklich auf dieses Verhältnis hingewiesen, so z. B. Rückert für das Keimbläschen der Selachier³⁾, Korschelt für dasjenige von *Ophryotrocha*⁴⁾ und andererseits Mottier bezüglich der Pollenmutterzellen der Phanerogamen⁵⁾.

Es soll damit nicht gesagt sein, dass bei andern Kernsorten derartige individuelle Unterschiede nicht vorkommen⁶⁾, allein dieselben treten in den Kernen der Keim-Mutterzellen in Folge der langen Dauer der Prophasen besonders deutlich hervor: es lässt sich hier besser als bei anderen Objekten kontrollieren, dass bestimmte, an den Kernkörpern sich abspielende Veränderungen in der That nicht immer mit bestimmten Zuständen der übrigen Kernteile zusammenfallen.

Was ferner die spezifischen Differenzen anbelangt, so soll hier nur auf einige besonders in die Augen springende Beispiele hingewiesen werden. Während bei einigen Polychäten, z. B. bei *Nereis*⁷⁾ und *Ophryotrocha*⁸⁾ die Auflösung des Keimbläschen-Nucleolus annähernd im nämlichen Zeitpunkt erfolgt, wie z. B. bei den meisten Arthropoden-Eiern, d. h. noch vor der Ausbildung der ersten Richtungsspindel, bleibt derselbe bei dem parasitischen polychäten Wurm *Myzostoma*,

1) Struct. Changes Repr. Cells Elasm., p. 285, 286.

2) Karyok. Probl., S. 166.

3) Entw. Ovarialei Selach., S. 139.

4) E. Korschelt, Ueber Kernteilung, Eireifung und Befruchtung bei *Ophryotrocha puerilis*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 60, 1895, S. 579.

5) Beitr. z. K. d. Kernt. d. Pollenmutterz., S. 41 ff.

6) Vergl. Korschelt l. c.

7) Vergl. Wilson, Cell., p. 141.

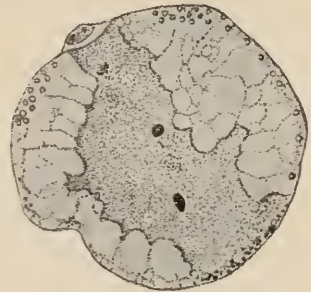
8) Vergl. Korschelt, Kernt. *Ophryotr.*, S. 579.

wie Wheeler¹⁾ zuerst beobachtet hat und wie ich nach eigenen Untersuchungen bestätigen kann, innerhalb des Eiplasmas, mindestens während der Befruchtungsvorgänge²⁾, unter allmählicher Verkleinerung erhalten. Andererseits bemerkt Mottier³⁾, dass z. B. bei *Lilium Martagon* die als Abkömmlinge der Kernkörper zu deutenden extranucleären Körnchen nach der Anflösung des Pollenmutterzell-Kerns noch zahlreich im Cytoplasma anzutreffen sind, während sie bei *Lilium candidum* vollkommen fehlen oder doch nur wenig zahlreich und klein sind.

Diese individuellen und spezifischen Verschiedenheiten möchte ich, wie gesagt, vorläufig nicht unter die besonderen Eigentümlichkeiten der Keim-Mutterzellen rechnen, jedoch glaube ich, dass es von dem in diesem Aufsatz eingenommenen Standpunkt aus immerhin beachtenswert ist, dass derartige Verschiedenheiten sowohl bei der tierischen als bei den pflanzlichen Mutterzellen in besonders ausgeprägter Weise vorkommen.

Fig. I. *Myzostoma*, weibl. 4).

(Eig. Präp.)



Das theoretische Interesse an diesem Verhalten liegt übrigens noch auf einem andern Gebiet. Die erwähnten individuellen und spezifischen Verschiedenheiten bereiten offenbar allen denjenigen Theorien kaum zu überwindende Schwierigkeiten, welche den Kernkörpern speziell der Keim-Mutterzellen irgend eine unmittelbare Rolle beim Aufbau und Wachstum einer der übrigen Zellstrukturen, etwa der Chromosomen [R. Hertwig⁵⁾] oder der Kernspindel [Strasburger⁶⁾] zuweisen.

1) W. M. Wheeler, The Behaviour of the Centrosomes in the Fertilized Egg of *Myzostoma glabrum* Leuckart. J. of Morph., Vol. 10, 1895.

2) Nach Wheeler bis zum 8-Zellen-Stadium.

3) l. c. S. 41 ff.

4) Die Dottermassen sind äquatorial gelagert. Am oberen Pol die Richtungskörper, darunter der sich rekonstituierende Eikern, noch weiter in der Tiefe, etwa in der Mitte des Eies, der „Metanucleolus“ und zuletzt der vom unten pigmentierten Pol aus einwandernde Spermakern.

5) R. Hertwig, Ueber die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleies. Festschrift für Gegenbaur, 1896, S. 30.

6) Karyok. Probl., S. 167: „Alles drängt zu der Annahme, dass der Nucleolus die Substanz zur Bildung dieser Spindelfasern abgab (bei der ersten

Es war mir von großem Wert, in diesem Frühjahr in Neapel gerade das oben erwähnte Wheeler'sche Objekt, *Myzostoma*, kennen zu lernen und die fraglichen Stadien in großer Menge für die Schnitt-Untersuchung konservieren zu können¹⁾. Ich konnte mich davon überzeugen, dass hier beinahe die gesamte Nucleolarsubstanz in ähnlicher Weise, wie ich es früher bei der Meduse *Aequorea Forskalea* beobachtet hatte, während der Ausbildung der ersten Richtungsspindel in der Mitte des Eiplasmas liegen bleibt (Fig. L). Während nämlich in den Keimbläschen von *Myzostoma* der Hauptnucleolus bis zu einem Durchmesser von 6—7 μ heranwächst und dann in den Endphasen des Keimbläschenstadiums — also in einer Zeit, in welcher bei anderen Objekten die vollständige Auflösung der Kernkörpersubstanz vor sich zu gehen pflegt —, langsam bis etwa 5 μ Durchmesser abnimmt, ist derselbe noch während der Ausbildung der ersten Richtungsspindel und der Bildung des ersten Richtungskörpers in einer Größe von etwa 4 μ zu beobachten, um erst im Verlauf der folgenden Stadien allmählich zu verschwinden.

Wenn sich daher Strasburger²⁾ gegen die R. Hertwig'sche Auffassung wendet mit dem Hinweis darauf, dass die Chromosomen oft schon völlig differenziert und zur Teilung fertig gestellt sind, während die Kernkörperchen meist noch intakt sind, so möchte ich noch einen Schritt weiter gehen und dieselbe Argumentation mutatis mutandis gegen die Strasburger'sche Anschauung zu Felde führen.

Auch die neuesten Mitteilungen von Carnoy und Lebrun³⁾ über das Amphibien-Keimbläschen, ein Objekt, welches ich übrigens selbst aus eigener Anschauung ziemlich genau zu kennen glaube, können mich in der Anschauung nicht schwankend machen, dass sich alle

Teilung der Pollenmutterzellen von *Larix*). Nicht, dass dessen Substanz sich zu den Spindelfasern gestreckt hätte, sie dient den Spindelfasern vielmehr als Wachstumsmaterial“. Derselbe, Ueber Cytopl., Kern- u. Zellt., S. 225: „In den Pollenmutterzellen von *Larix* fällt die Abnahme der Violettfärbung des Kinoplasmas mit dem Augenblick zusammen, wo die Nucleolarsubstanz sich wieder in den Kernen sammelt. Das hat in mir die Vorstellung erweckt, dass die Nucleolarsubstanz in Beziehung zu der Aktivierung des Kinoplasmas stehe“. — „Die Nucleolarsubstanz repräsentiert einen Reservestoff, aus dem das Kinoplasma nach Bedarf schöpft und durch dessen Aufnahme seine Thätigkeit erhöht wird“.

1) Nach der künstlichen Befruchtung der außerordentlich kleinen Eier von *Myzostoma glabrum* wurden dieselben mit der Pipette in napfförmige Vertiefungen von *Ulva*-Blättern gebracht. Nach Zusatz einiger Tropfen vom Rath'scher Flüssigkeit bleiben die Eier an der *Ulva* kleben und können mit samt dieser Unterlage den weiteren Prozeduren unterzogen werden.

2) Ueber Cytopl., Kern- u. Zellt., S. 225.

3) J. B. Carnoy und H. Lebrun, La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens. La Cellule, T. 12, 1897. Ich behalte mir vor, auf eine Kritik der von den Autoren vertretenen Anschauung einzugehen, bis der in Aussicht gestellte zweite Teil erschienen ist.

unsere Erfahrungen speziell über die Keimbläschen-Strukturen recht wohl vom Standpunkt einer Kernsekret-Theorie aus erklären lassen.

Darnach würde also, wie ich hier kurz zusammenfassen möchte, die Nucleolarsubstanz während einer oder mehrerer Aktivitätsperioden des Kerns als Nebenprodukt des Stoffwechsels, möglicherweise auch als strukturlos gewordene und chemisch veränderte Kerngerüst-Substanz ihre Entstehung nehmen und, spätestens bei Eintritt des Kerns in die Teilung, in gelöster oder ungelöster Form aus demselben entfernt werden¹⁾. Ob diese Substanzen im Zellplasma irgend eine Funktion haben und daher als Sekrete zu bezeichnen sind, darüber möchte ich keine Ansicht äußern, dagegen dürfte es in hohem Maße unwahrscheinlich sein, dass dieselbe bei der Neubildung der Tochterkerne von letzteren wieder aufgenommen werden und sich abermals zu Kernkörpern verdichten. Dagegen scheint mir allein schon zu sprechen, dass der „Metanucleolus“ die Bildung der Kopulationskerne überdauern kann, und nicht weniger die botanischerseits²⁾ für die Pollenbildung konstatierte Thatsache, dass die extranucleären Körnchen oft noch im Cytoplasma zu sehen sind, nachdem der Tochterkern bereits mit einer Wandung versehen wurde und in ihm Kernkörperchen zum Vorschein gekommen sind³⁾.

(Zweites Stück folgt.)

Die Funktion der weißen Blutkörperchen.

Von Hans Friedenthal.

Unter allen Zellen des Organismus der Säugetiere nehmen die weißen Blutkörperchen eine ganz besondere Stellung ein. Durch die Vielseitigkeit ihrer Funktionen bieten sie sich dem Anatomen, dem Physiologen, dem Pathologen und Zoologen als geeignetes Forschungsobjekt dar. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass die ungemein reichhaltige Litteratur noch immer in schnellem Wachsen begriffen ist, besonders seitdem die grundlegenden Arbeiten von Metschnikoff und Buchner die wichtige Rolle aufgedeckt haben, welche die Leukozyten bei der Abwehr schädlicher Organismen im Körper spielen. Trotzdem ist aber unsere Kenntnis von den Funktionen der Leukozyten noch fast in allen Punkten lückenhaft, noch immer ist keine Einigkeit

1) Eine ganz ähnliche Auffassung vertritt neuerdings auch Wilson (Cell. in Dev. and Inh., p. 93 ff.): „it would seem that the nucleoli may represent a portion of the unused chromatin, more closely aggregated and more or less modified in a chemical sense“.

2) Vergl. Mottier l. c. S. 42.

3) Auch der Urheber der Rückwanderungshypothese, A. Zimmermann, hält es neuerdings (die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns, Jena 1896, S. 67) nicht mehr für wahrscheinlich, dass eine solche Rückwanderung als eine allgemein eintretende Erscheinung angesehen werden kann.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Häcker Valentin

Artikel/Article: [Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen. 689-705](#)