

Cytology

SEPARATUM EX:
ZOOLOGICA POLONIAE
VOL. 1 — FASC. 1

151599

+

ÜBER DIE BEZIEHUNG
DES FUSOMPROBLEMS
ZUR VERERBUNGSLEHRE

10f

VON
JAN HIRSCHLER

LWÓW 1935

ZOOLOGICA POLONIAE

R E D A C T O R E S:

PROF. DR BENEDYKT FULIŃSKI
Lwów, ul. Nabelaka 22

PROF. DR JAN HIRSCHLER
Lwów, ul. św. Mikołaja 4

PROF. DR GUSTAW POLUSZYŃSKI
Lwów, ul. Kochanowskiego 67

*Avec l'hommage
d'auteur.*

AUS DEM ZOOLOGISCHEN INSTITUT DER JAN KAZIMIERZ-UNIVERSITÄT
IN LWÓW

O STOSUNKU ZAGADNIENIA FUSOMU DO NAUKI O DZIEDZICZNOŚCI

ÜBER DIE BEZIEHUNG DES FUSOMPROBLEMS ZUR VERERBUNGSLEHRE

von

JAN HIRSCHLER

Mit Tafel 3—5.

Aufgenommen den 29. April 1935.

Über den Begriff des Fusoms werden wir uns hier nicht näher auslassen, denn das Betreffende findet der Leser schon in einigen früher von mir veröffentlichten kleineren Mitteilungen wie auch in einem umfangreicherem Ausblicke (siehe Literaturverzeichnis unter 15) enthalten, welchen ich vor kurzem zur Drucklegung brachte. Hier möchten wir nur darauf aufmerksam machen, dass schon in diesem Ausblicke darauf hingewiesen wurde (S. 341), dass zwischen dem Fusomproblem und der Chromosomenlehre (speziell der Boverischen Theorie von der Erhaltung der Chromosomenindividualität) ein gedanklicher Faden ausgesponnen ist und da diese Lehre im Brennpunkte der Vererbungslehre steht, so ist zu erwarten, dass das Fusomproblem zur Vererbungslehre sich in einer gewissen Beziehung befinden muss. Diese Beziehung und zwar eine innige scheint mir nun thatsächlich zu bestehen und es wäre eher zu verwundern, sollte es anders sein und sollte eine cytologische Frage allgemeiner Natur nicht zu einer Teilfrage der Vererbungslehre (wie schliesslich alles andere in der Biologie) werden, die ihrerseits wiederum ein Teilproblem der Lehre von der phylogenetischen Entwicklung der Tier — respective der Organismenwelt ausmacht. Die folgenden Zeilen sind eben dem Ausbaue der genannten Beziehung gewidmet und sollen auf die Wege hinweisen auf welchen wahrscheinlich die Gene im Plasma zur Auswirkung kommen.

Die Chromosomenlehre gipfelt wie bekannt in der Aussage, dass in einer gegebenen Art die Zahl und Qualität der Chromosomen eine konstante ist und weil sich diese beiden Konstazen in einer Reihe von Zellen- und Individuengenerationen erhalten, so wurde noch für eine dritte Kon-

stanz dieser Gebilde eingetreten (Boveri), nämlich für ihr konstantes Bestehen, obwohl dieses in den Ruhekernen gewöhnlich nicht unmittelbar unter dem Mikroskope festzustellen ist. Diese drei Konstanzen, die zahlenmässige, die qualitative und die zeitliche waren es eben die der heute allgemein herrschenden Anschauung den Weg bahnten, dass die Chromosomen als die stoffliche Grundlage des Vererbungsphenomens zu betrachten sind, was die moderne Genetik sowohl auf dem Wege des Zuchtversuches, wie auch durch das Studium der Chromosomensätze aufs zuverlässigste wahrscheinlich machte.¹ Steht nun die Sache so, so wäre es in voraus unwahrscheinlich anzunehmen, damit sich diese dreierlei Chromosomenkonstanz nicht im Plasma auf irgend eine Weise manifestiere und zwar vor allem deswegen, weil das Auftreten eines Merkmals doch schliesslich von der Anwesenheit eines Gens, respektive einer Genkonstellation abhängt. Es muss also anders gesagt ein Weg vorhanden sein, der von dem in dem Chromosome lokalisierten Gen zum Merkmal hinüberführt, welches doch meistens ausserhalb des Chromosoms und des Kerns zur Entwicklung gelangt. Es ist natürlich nicht selbstverständlich, dieser Mechanismus müsse sich überhaupt oder in allen seinen Bestandteilen morphologisch erfassen lassen, dennoch möchten wir die Ansicht vertreten, dass diese Frage auch rein mit den Augen eines Morphologen gesehen, vielleicht doch nicht als so vollkommen aussichtslos zu betrachten ist, denn alles muss doch schliesslich sein morphologisches Äquivalent haben, obwohl es nicht immer mittels der vorhandenen Methoden nachzuweisen ist.

Fragen wir nun, ob sich von diesen chromosomalen Konstanzen etwas im Plasma und zwar im Zellenplasma manifestiert, so ist darauf vom Standpunkte der zoologischen Cytologie folgende Antwort zu geben: Die Chromosomen sind in vielen Zellen keineswegs die einzige Zellenkomponente der ein zahlenmässig konstantes Auftreten zukommt. So wissen wir, dass z. B. die Zahl der Mitochondrien in den Spermatozoen von *Ascaris megalocephala* (nach den Zählungen von Romeis) eine annähernd konstante ist, wobei diese Annäherung leicht aus der Schwierigkeit beim Zählen dieser zusammengedrängten Gebilde zu verstehen ist, so wissen wir weiter, dass die Zahl der primären Mitochondrienkörper in den jungen Spermatiden mehrerer Prosobranchiaten und Anneliden zahlenmässig konstant ist und dasselbe kann auch von den Elementen des Golgischen Apparates in manchen Zellen (Pilawski: Spermatoocyten bei *Phyllobius glaucus* L.) wie auch von den Centrosomenkonstellationen, die für die einzelnen Flagellatenarten charakteristisch sind, behauptet wer-

¹ Meine reservierte Ausdrucksweise wird sich wohl aus den folgenden Zeilen erklären.

den. Weiter wissen wir, dass in manchen Fällen gewisse Plasmabestandteile sich während der Zellteilung fast mit derselben Präzision halbieren, wie es normalerweise die Chromosomen thun, Exemplum das Verhalten der Mitochondrien während der Spermatogenese bei manchen Skorpionen (Wilson: *Centrurus*), oder das Verhalten des Golgischen Apparates während der Spermatogenese bei manchen Käfern (Pilawski: *Phyllobius*). Es wäre ja überhaupt in voraus ungewöhnlich, sollte dem Plasma, welches gemeinsam mit dem Kerne die Organisation der Zelle ausmacht das Prinzip des zahlenmässig Konstanten abkommen, denn dieses Prinzip waltet überall dort, wo eine Organisation vorhanden ist und diese wäre einer Zelle schwer abzusprechen. Es ist auch gewiss nicht unwahrscheinlich, dass die zahlenmässige Konstanz gewisser Plasmabestandteile, wie auch ihr präzises Vorgehen während der Zellteilung eine „Funktion“ des Chromosomensatzes ist, wenn aber die genannten Konstanz kein lebhafteres Interesse in den Forscherkreisen erweckten, so kommt das, wie uns scheint davon, dass es in diesen Fällen unmöglich war eine innigere oder strengere Parallele zwischen der Zahlenkonstanz der Chromosomen und dieser der betreffenden Plasmagebilde zu ziehen und die letztere aus der ersteren zu verstehen, respektive die letztere auf die erstere zurückzuführen.

Nun sind uns aber ausser Fällen, die fast aussichtslos erscheinen, auch andere übersichtliche aus der Literatur bekannt und diese verdienen eine ganz besondere Beachtung. Es ist nämlich interessant zu hören, dass es in manchen Zellen Gebilde gibt, die nicht nur neben den Chromosomen zahlenmässig konstant auftreten aber die ihrer Zahl nach vollkommen mit der Chromosomenzahl der betreffenden Zelle übereinstimmen. Diese Gebilde liegen uns in den Kern-Teil-Spindeln vor, die, gemäss den Literaturangaben, nicht nur aus dem Tierreiche sondern auch aus dem Pflanzenreiche bekannt sind. Indem wir uns hier auf das Tierreich beschränken, verweisen wir auf Fig. 1 (Taf. 5), die uns ein Diakinesestadium des Eikerns bei *Acroschismus*, nach Hughes-Schrader, darstellt. Wir sehen hier, dass im Zusammenhange mit jedem Chromosom sich eine Teil — und zwar eine Teil-Kern-Spindel entwickelt hat, so dass in diesem Falle es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die Zahl der Teilkernspindeln streng der Zahl der Chromosomen entspricht. In einem späteren Stadium (Fig. 2, Taf. 5) treten die zuerst verschiedenen orientierten Teilspindeln zusammen und bilden die Gesamtspindel des ersten Richtungkörpers, die uns ein typisches Metaphasestadium darstellt, obwohl, in diesem Falle, die Gesamtspindel auch jetzt einen ziemlich losen Bau aufweist. Ähnlichen Verhältnissen begegneten Noskiewicz und Poluszyński (1928) bei der Entwicklung der Richtungkörper-

chen in den Eiern mancher Strepsipterenarten. Auf Fig. 3 (Taf. 5), die der Arbeit der genannten Autoren entnommen ist, und der Art *Stylops bimaculatae* angehört, sehen wir den Eikern im Metaphasestadium und bemerken, dass auf jedes Chromosom eine Teilspindel entfällt, woraus folgt dass beiderlei Gebilde hier auch zahlenmässig übereinstimmen. Nun ist aber diese Erscheinung keineswegs nur auf die Ovogenese beschränkt. Auf Fig. 5 (Taf. 5) haben wir nach Hughes-Schrader (1931) einen Spermatocyten erster Ordnung von *Protortonia Hemiptera*) im Metaphase- respektive im frühen Anaphasestadium dargestellt und sehen, wie auf jede Dyade eine besondere Teilspindel entfällt. Denselben Verhältnissen begegnen wir nach den Untersuchungen von Hughes-Schrader (1931) auch in den Spermatocyten einer anderen Hemiptere, nämlich *Llaveia*. Fig. 4 (Taf. 5) stellt uns die erste Spermatocytenteilung bei dem genannten Insekte dar und es ist hier deutlich zu sehen, wie jedem Doppelechromosom eine besondere Teilspindel entspricht und mit ihm in Verbindung steht. Aber derselben Erscheinung begegnen wir nicht nur in denjenigen Fällen in welchen die Kern-Teilspindeln sich erst nachträglich zu der zweipoligen Gesamtspindel umordnen. So begegnen wir in der Arbeit Schrader's (1932) einem Metaphasestadium der ersten Spermatocytenteilung bei *Pachylis* (Hemiptere) auf welchem deutlich zu sehen ist (Fig. 10, Taf. 5), dass jeder Dyade genau eine besondere Teilspindel entspricht. Solche Bilder sind mir auch zu genüge aus eigener Erfahrung bekannt. Auf Fig. 7 (Taf. 4) haben wir die erste Spermatocytenteilung von *Macrothylacia rubi* L. (Schmetterling) im Metaphasestadium abgebildet und sehen hier streng dasselbe, wie in den vorher genannten Fällen: Jeder Dyade entspricht eine Teilspindel. Weil dieses Bild etwas ungewöhnlich erscheint indem die Chromosomen fast ungefärbt auftreten sei über seine Herstellung, wie auch über dieselbe anderer hier angeführter Bilder, die sich auf *Macrothylacia* beziehen, folgendes bemerkt: Das Material wurde in schwach angesäuerter (drei Tropfen Essigsäure auf 20 qcm des Fixiergemisches) Bouin'scher Flüssigkeit fixiert, in Paraffin, wie üblich, eingebettet und die Schnitte wurden hernach mittels alkoholischem Eisen-Hämatein nach Dobell in meiner Modifikation (siehe Literaturverzeichnis unter 13 und 14) gefärbt. Betrachten wir nun, nach dieser kurzen Abschweifung, Fig. 8 (Taf. 4), die uns ein Anaphasestadium derselben Spermatocytenteilung bei demselben Schmetterlinge darstellt, so bemerken wir, dass derjenige Abschnitt der Kernspindel, der zwischen den Tochterplatten der Chromosomen zu liegen kommt aus dunkler gefärbten Fädchen aufgebaut ist, als die beiden Endstücke der Spindel, die zwischen den Chromosomenplatten und den Centrosomen enthalten sind. Diese Erscheinung ist, wie

bekannt, eine Eigenschaft vieler mitotischer Teilungen (vide die Untersuchungen Kahle's, Seiler's, Frl. Wagner, Chudoba's u. a.) und sie erklärt sich dadurch, dass die Chromosomen (respektive Chromosomenhälften) beim Auseinanderweichen gegen die Spindelpole Kernsubstanzen äquatorialwärts² abgeben, die sich an den Spindelfäden ankleben und ihre Tinktionsfähigkeiten, wie auch Aussehen ändern. Für diese chromosomalen Ausscheidungen wurde seitens Wagner gezeigt, dass sie sich nach neutraler Fixierung nicht mit Methylgrün färben, sich also färberisch verschieden von den „basophilen“ Chromosomen verhalten, was aufs beste mit unseren Abbildungen übereinstimmt, wo auch, obwohl nach einer anderen Behandlung, derselbe Unterschied wahrzunehmen ist. Kehren wir nun zu unserem Anaphasestadium (Fig. 8, Taf. 4) zurück, so bemerken wir, dass obwohl zwischen den Tochterplatten deutlich mehrere dicke Spindelfasern vorhanden sind, es jetzt schon unmöglich ist streng festzustellen, welche von ihnen den einzelnen Chromosomen zugehören und ob sie ihrer Zahl nach mit der Chromosomenzahl übereinstimmen. Im weiteren Verlaufe der Mitose verwischt sich das Bild noch mehr, wie das auf Fig. 9 (Taf. 4) zu sehen ist, die uns ein frühes Telophasestadium der ersten Spermatocytenteilung bei *Macrothylacia* darstellt. Wir bemerken hier die zwei jungen Tochterkerne, die centrosomwärts aus einer dunkleren und äquatorialwärts aus einer hellen Hälfte bestehen und zwischen ihnen finden wir den Spindelrestkörper ausgesponnen, der durch das Zusammentreten aller früher vorhandenen Kern-teilspindeln entstanden ist und aus zwei verschiedenen Substanzen zusammengesetzt erscheint, von denen die hellere peripher und die dunkle zentral zu liegen kommt. Dieselbe Zusammensetzung ist dem Spindelrestkörper auch in dem älteren Telophasestadium (Fig. 10, Taf. 4), wie auch nach fast stattgefundener Zellenteilung eigen (Fig. 11, Taf. 4) und es ist schwer zu sagen auf welche Weise sie zu stande kommt. Man könnte vermuten, dass die hellere Substanz den Kern-Teil-Spindeln ihre Entstehung verdankt, während die dunkle auf die Stoffe zurückzuführen ist, die die Chromosomen äquatorialwärts abscheiden, doch möchte ich mich mit Sicherheit darüber nicht aussprechen. Bezüglich der Figuren 7 bis 13 (Taf. 4), die uns die erste Spermatocytenteilung bei *Macrothylacia* darstellen, wäre hier noch auf folgendes hinzuweisen: Auf Fig. 8 (Taf. 4), die uns ein Anaphasestadium zur Darstellung

² Wir sprechen hier nur von einer Abgabe von Substanzen seitens der Chromosomen äquatorialwärts. Dem gegenüber ist zu bemerken, dass Kostanecki an der Teilungspindel, die er allerdings als eine Centralspindel bezeichnet, kleine Granula beobachtet hat, die auch polwärts sich bewegen können. Diese Tatsache ist für die Zukunft im Auge zu behalten.

bringt, bemerkt man rechts und links von der Teilungsspindel Fadenbündel, die sich ziemlich deutlich vom Untergrunde abheben, in einer gewissen Entfernung von der Spindel zu liegen kommen und bis zu den Spindelpolen, respektive den Diplosomen heranreichen; in diesen Bündeln, die bei dieser Behandlung nicht deutlich auf dem Metaphasestadium zu sehen sind, liegt uns diejenige Plasmakomponente vor, die wir in unseren früheren Arbeiten als Centrofusom bezeichneten; dieses Fusom tritt noch viel deutlicher während der Telophase (Fig. 9, 10 und 11, Taf. 4) auf nur hier lässt es sich auf unseren Präparaten (die Figuren wiedergeben aufs treueste die Verhältnisse, die auf den Präparaten zu sehen sind) sicher nur bis zu den Tochterkernen verfolgen, während ein Zusammenhang mit den Centrosomen, nach der vorher angegebenen Behandlung, nicht wahrzunehmen ist. Dieses Fusom befindet sich nun auf dem Stadium der jüngeren Telophasen (Fig. 9, 10, Taf. 4) in einer gewissen Entfernung von dem Spindelrestkörper, während es sich in den spätesten Telophasestadien direkt dem Spindelrestkörper anschmiegt (Fig. 11, 12, 13, Taf. 4). Einen genaueren Aufschluss über die Beziehung des Centrofusoms zu dem Spindelrestkörper geben uns Querschnitte durch die beiden zuletzt genannten Gebilde, die sich auf ein spätes Telophasestadium beziehen, wie es auf Fig. 11 (Taf. 4) zu finden ist: Fig. 6 (Taf. 3) stellt uns einen Querschnitt durch den Spindelrestkörper-Centrofusomkomplex in der Nähe der Teilungsebene dar; wir sehen hier den Spindelrestkörper, ähnlich wie auf der Seitenansicht der Telophase (Fig. 11, Taf. 4) aus einer dunklen centralen und einer hellen peripheren Substanz zusammengesetzt und in einer gewissen Entfernung ringsum zahlreiche Granula, die uns das Centrofusom im Querschnitte darstellen und denselben Verhältnissen begegnen wir auch auf Fig. 5 (Taf. 3), die uns ebenfalls denselben Komplex im Querschnitte darstellt, aber in der Nähe des Tochterkernes. Vergleichen wir nun Fig. 11, 12, 13, (Taf. 4) mit den beiden zuletzt genannten Querschnitten so sehen wir, dass alle diese Bilder, miteinander verglichen, gut übereinstimmen. So wie auf Fig. 11 (Taf. 4) der Spindelrestkörper in der Nähe des Tochterkernes dünn, das Centrofusom dagegen dick erscheint, so erscheinen uns auch beide Gebilde auf dem betreffenden Querschnitte (siehe Fig. 5 (Taf. 3) und so wie auf Fig. 11 (Taf. 4), in der Nähe der Teilungsfläche, der Spindelrestkörper dick und das Centrofusom dünn erscheint, so erscheinen uns auch beide Gebilde auf dem betreffenden Querschnitte (siehe Fig. 6 (Taf. 3)). Neu auf den Querschnitten im Vergleiche mit der Seitenansicht ist aber jedenfalls dies, dass wir auf ihnen sehen, dass das Centrofusom dem Spindelrestkörper nicht direkt aufliegt, sondern dass zwischen beiden Gebilden ein Raum enthalten ist,

in welchem nach unserer Behandlung, keine morphologische Differenzierung wahrzunehmen ist. Bezüglich des Centrofusoms sei hier aber noch auf eines hingewiesen: Wir haben nämlich vorher gesagt, dass man während des Anaphasestadiums (Fig. 8, Taf. 4) einen Zusammenhang zwischen dem Centrofusom und den Centrosomen wahrnehmen kann, während auf den Telophasestadien dieser Zusammenhang nicht zu sehen ist, was aber, unserer Ansicht nach, keineswegs, angesichts der Mängel, die jeder Methode in dieser oder jener Richtung anhaften, in voraus auszuschliessen, sondern im Gegenteil eher auch hier der genannte Zusammenhang zu erwarten ist. Weiter haben wir darauf hingewiesen, dass das Centrofusom deutlich bis zu den Tochterkernen zu verfolgen ist und nun scheint uns eben diese Tatsache eine Beachtung zu verdienen. Wenn wir uns nämlich die jüngeren Telophasestadien näher ansehen, so fällt einem auf, dass das Centrofusom nicht auf die Centrosome, sondern auf die Tochterkerne gerichtet ist und dass es sich direkt an diese anlegt. Diese auffallende Beziehung zwischen den Tochterkernen und dem Centrofusom tritt noch viel deutlicher zu Tage, wenn wir die betreffenden Verhältnisse auf älteren Telophasestadien studieren (Fig. 11, 12 und 13, Taf. 4): Hier sehen wir aufs deutlichste, dass das Centrofusom sich mit der äquatorialwärts abgeflachten Kernoberfläche (sonst d. h. centrosomwärts ist die Kernoberfläche unregelmässig gewölbt) innig verbindet und es wäre nun zu fragen, was diese Verbindung zu bedeuten hat: Eine strenge Antwort darauf zu geben ist natürlich kein leichtes, wir glauben aber, dass wir uns am meisten der Wahrheit nähern, wenn wir annehmen, dass es sich hier um eine sekundäre Aufnahme eines Teiles des Centrofusoms in den Ruhekern handelt. Die Verhältnisse die zwischen dem Kerne und dem Centrofusom herrschen, scheinen also verwickeltere zu sein, als wir das in unseren früheren Arbeiten angenommen haben und wir möchten jetzt der Meinung zuneigen, dass es neben den Beziehungsmomenten, die wir schon vorher hervorhoben, auch noch andere gibt, wobei einer von ihnen uns eben in der geschilderten Verbindung zwischen den jungen Tochterkernen und dem Centrofusom vorliegt. Für die Annahme, dass es sich in diesem Falle um eine Aufnahme des Centrofusoms in den Ruhekern handelt scheint mir auch noch der Umstand zu sprechen, dass wir sehen, dass während der späten Telophase sich allgemein das Centrofusom dem Spindelrestkörper nähert und da der Ruhekern eine bedeutendere Breite als der Restkörper besitzt, so scheinen mir darin die Bedingungen zu liegen, die die genannte Aufnahme ganz besonders befördern.

Nun heisst es aber nach dieser schwer zu umgehenden Digression, die sich notwendigerweise aus der genauen Beschreibung der Macro-

thylacia-Bilder ergab, noch einmal den rothen Faden hervorzuheben, der das bisher Gesagte durchzieht: Es wurde nämlich darauf hingewiesen, dass für eine Reihe von Zellen eine vollkommene Übereinstimmung zwischen der Chromosomenzahl und der Kern-Teil-Spindel-Zahl festgestellt wurde und zwar in dem Sinne, dass auf jedes Chromosom eine Kern-Teil-Spindel entfällt und mit ihm zusammen gewissermassen eine Einheit ausmacht, woraus folgt, dass in dem Spindelrestkörper, der aus der Zellenteilung resultiert, jede Kern-Teil-Spindel, obwohl in veränderter Form, vorhanden ist und vorhanden sein muss.

Behalten wir dies im Auge, so ist weiter sich darüber im Klaren zu sein, in welcher Beziehung sich jede Kern-Teil-Spindel zu ihrem Chromosom, respektive zu seiner intimen Struktur befindet. Über diese Struktur, die der weitblickende Geist eines W. Roux's viele Jahre vor der „Entdeckung“ der Mendelschen Arbeiten vorausgesehen hat, sind wir heute durch die bahnbrechenden genetischen und cytologischen Untersuchungen der Morgan-Schule aufs genaueste unterrichtet. Wir wissen, dass die Gene im Chromosom linear angeordnet sind so, dass es ziemt zu sagen, dass diejenige Achse des Chromosoms als seine Längsachse zu bezeichnen ist, die mit der linearen Anordnung der Gene übereinstimmt und zwar auch dann, wenn sie morphologisch nicht die längste ist. Nun erscheint uns aber der fertige Chromosom eines diakinetischen oder metaphasischen Stadiums ziemlich homogen und es ist deswegen ein grosser Verdienst Wenrich's, wenn er zuerst auf den Bau der Prochromosomen in den Prophasestadien hingewiesen und hervorgehoben hat, dass die lineare Anordnung der Chromomeren, wie auch ihre Grössen für ein bestimmtes Chromosom konstante Werte darstellen. Seit dieser Zeit wurden mehrere Arbeiten unternommen um die Chromosomen-Karten mit der Chromomerenanordnung zu vergleichen und obwohl von diesen Untersuchungen viel in der Zukunft zu erwarten ist, so gelang es schon heute Heitz und Painter gewisse überraschende Übereinstimmungen zwischen der Anordnung der Chromomeren und der Gene festzustellen. Auf diese Weise gelangte der morphologisch fassbare Bau des Chromosoms, nämlich die Anordnung seiner Chromomeren, in den Brennpunkt des Zwischengebietes, welches zwischen Cytologie und Genetik gelegen ist. Angesichts dessen ist es angezeigt ein Prochromosom, wie es uns aus zahlreichen Arbeiten, die sich auf die Spermatogenese und Ovogenese verschiedener Tiere beziehen, eingehender auf seinen Bau zu betrachten. Beispielsweise führen wir hier eine Figur (Fig. 8, Taf. 5) aus der Arbeit Granata's vor, die uns einen Spermatocyt eines geradflügeligen Insekten (*Pamphagus*) im Bukettstadium darstellt: Wir sehen hier mehrere bivalente Chromosomen, die nach unten zusammen-

laufen und bemerken an ihnen die prachtvoll entwickelten Chromomerenpaare. Wenn wir uns genauer die Chromosomen ansehen, so nehmen wir wahr, dass ihre Oberfläche zahlreiche kurze Fädchen trägt deren Lage mit dieser der Chromomeren übereinstimmt, so dass es den Eindruck macht, dass auf ein jedes Chromomerenpaar ein Fädchenpaar entfällt, oder vielleicht wäre besser gesagt, dass jedem Chromomerenpaare ein Fädchen entspricht, welches die zu einem Paare gehörenden Chromomeren quer verbindet und noch links und rechts aus dem Chromosome auf einer kurzen Strecke herausragt. Ein ganz ähnliches Bild liefert uns ein Spermatoeyt eines anderen Orthopteren (*Hippiscus*), der der Arbeit Davis' entnommen ist (Fig. 9, Taf. 5). Auch hier bemerken wir deutlich an den Chromosomen die Chromomerenpaare und auf ihrer Höhe die Fädchen, die nach beiden Seiten aus den Chromosomen herausragen. Nun wie sind diese Bilder zu verstehen? Unserer Ansicht nach folgendermassen: Die genannten Fädchen stellen uns die Anlagen der künftigen Kernteilspindeln dar indem sie zur Längsachse des Chromosoms und somit zu der linearen Anordnung seine Gene auf dieselbe Weise verlaufen, wie die fertige Kern-Teil-Spindel, nämlich senkrecht. Wenn wir uns nun vergegenwärtigen, dass alle Kernteilspindeln im Spindelrestkörper vorhanden sind, so scheint mir in dieser Einrichtung der Weg gegeben zu sein auf welchem sich die Gene im Plasma auswirken können, diese oder jene, abhängig von den Aussenbedingungen in welchen sich eine gewisse Zelle während der Embryonalentwicklung befindet. Wenn wir nun aber für die Genese der Kern-Teil-Spindeln den vorher geschilderten Weg annehmen, so ist weiter zu fragen, ob die Kern-Teil-Spindeln auch untereinander qualitativ verschieden sind, wie dies heute allgemein für die Chromosomen angenommen wird. Auf diese Frage ist es natürlich schwer eine wahrscheinliche Antwort zu geben, sollte es aber so tatsächlich sein, so müssten wir uns die Zelle aus gewissen Einheiten (Zellomeren) zusammengesetzt vorstellen von denen jede aus einem Chromosom und der ihm angehörenden, veränderten und im Plasma gelegenen Kernteilspindel d. h. unserem Nucleofusom zusammengesetzt ist. Da nun im Bereiche des Chromosoms die Gene gelegen sind, so würde weiter anzunehmen sein, dass jedes Zellomer aus analog aufgebauten Untereinheiten, den Genomeren besteht, von denen abhängig von den Umweltbedingungen eine in ihrer plasmatischen Komponente zur reichen Entfaltung gelangen andere dagegen in dieser Komponente ein kümmerliches Dasein führen oder sogar rückgebildet werden. Jedenfalls ist mit Nachdruck hervorzuheben, dass die Annahme von der qualitativen Verschiedenheit der Kern-Teil-Spindeln und der Nucleofusome keineswegs glatt von der Hand zu weisen ist,

denn es bleibt noch immer der Beweis aus, dass die Gene nur in den Chromosomen gelegen sind. Stellten wir uns vor, dass sie auch in den Kernteilspindeln und in dem Nucleofusom gelegen sind, so würde auch dann das Chromosomale Bild vollkommen mit dem Zuchtversuche übereinstimmen, denn es ist sehr plausibel, dass die Kernteilspindeln alles mit den Chromosomen mitmachen (Chiasmotypie, Verankerung von Chromosomenteilen an andere Chromosomen und dergleichen) nur dass wir von diesem Ganzbilde ein Teilbild, nämlich das Chromosomenbild vor uns haben, denn mittels der heute angewendeten Methoden nicht mehr, oder nur wenig mehr zu erzielen ist. Allerdings ist diese Annahme nur dann mit der Erfahrung der gesamten Genetik in Einklang zu bringen, wenn wir an einem von ihren Grundsätzen festhalten, nämlich an dem Grundsatz, dass nicht allelomorphe Gene immer auf verschiedener Höhe der chromosomalen Längsachse und auf verschiedenen Fäden der Kernteilspindel gelegen sind.

Nun könnte es aber vielleicht immer noch nicht zureichend verständlich sein wie sich die Umwandlung eines aus allen Kernteilspindeln bestehenden Spindelrestkörpers in das Nucleofusom vollzieht. Dass letzteres an die Centrosome verankert ist, ist ohne weiteres verständlich, denn dieselbe Verankerung kommt auch den Kernteilspindeln zu, verständlich ist auch die Tatsache, dass es in die Zellkoppeln übergeht, denn dasselbe Verhalten zeigen uns auch die Kernteilspindeln während der Mitose, immerhin ist aber die Verteilung und das morphologische Auftreten des Nucleofusoms in der ruhenden Zelle, wie wir es aus den Untersuchungen Poluszyński's, Monne's, Pilawski's und meinen kennen sehr von diesen eines Spindelrestkörpers im Telophasestadium verschieden und deswegen finden wir es für angezeigt auf diese Wandlung näher hier einzugehen. Wir wissen, dass während der Telophase sich die Chromosomen in die Karyomeren umwandeln und nehmen an, dass diese auch weiterhin mit ihren Teilspindeln, die wir jetzt als Nukleofusom bezeichnen in Verbindung bleiben; da nun die Lage dieser Karyomeren in dem Ruhekerne eine verschiedene ist, werden die ihnen anhaftenden Fusome, die im Spindelrestkörper zusammenlagen, auseinander gezogen und auf verschiedene Regionen des Plasmas verteilt; auf diese Weise denken wir uns das Bild entstanden, welches für das Nucleofusom der Ruhezelle charakteristisch ist. Meistens ist von den Karyomeren in dem fertigen Ruhekerne nichts zu sehen, einige Fälle angenommen (Wenrich: *Phrynotettix*, Heberer: *Cyclops*, Reuter: *Pediculopsis graminum* und noch einige), wo sie äusserst deutlich auch hier in Form von Chromosombezirken auftreten, wer aber denken würde, dass sie in den vielen Fällen in welchen sie sich unseren Augen entziehen, tatsächlich

fehlen, der würde sich, unserer Ansicht nach, auf falschem Wege befinden. Wir meinen das gegenteilige und befinden uns auf diese Weise im Einklange mit der sinnreichen Boverischen Theorie von der Chromosomenindividualität und der Chromosomenpermanenz.

Weil wir aber zuvor dem Gedanken aufkommen liessen, dass die Zelle aus Zellomeren besteht, so wäre es immerhin interessant zu wissen, ob die Topographie der sicht- oder unsichtbaren Karyomeren im Ruhekerne eine konstante ist oder nicht, denn dadurch würde unsere Vorstellung von der Organisation einer Zelle eine ganz bedeutende Vertiefung erfahren. Zu einer Orientierung bezüglich dieser Frage können wir nur auf dem Umwege gelangen, dass wir in den Literaturangaben Umschau halten, ob die gegenseitige Lage, d. h. die topographische Beziehung der Chromosomen in einer Platte eines Metaphasestadiums ein und derselben Zellenart eine konstante ist oder nicht. Ohne diese Frage hier ausführlich zu berücksichtigen, begnügen wir uns auf einige Beispiele hinzuweisen: Auf Fig. 14 (Taf. 5), die der Arbeit Boveri's entnommen ist, sehen wir drei Zellenkerne in Vorbereitung zur Teilung, die ein und derselben Blastomere dreier Embryonen von *Ascaris megalocephala bivalens* angehören. Wir bemerken in jeder von ihnen die vier Sammelchromosome, die aber in jedem eine andere gegenseitige topographische Beziehung aufweisen. Einen anderen Fall, der sich auf dieselbe Frage bezieht haben wir auf Fig. 13 (Taf. 5) wiedergeben: Wir sehen hier zwei Chromosomenplatten aus den Spermatogonien von *Gryllotalpa vulgaris* (die Fig. stammt aus der Arbeit Payne's) und bemerken, dass das kleinste kugelförmige Chromosom in der linken Platte zwischen zwei geraden und in der rechten Platte zwischen zwei gekrümmten Chromosomen gelegen ist, woraus folgt, dass es in einer jeden von diesen zwei Platten in einer anderen topographischen Beziehung zu den übrigen Chromosomen verbleibt. Oder sehen wir uns den auf Fig. 12 (Taf. 5) dargestellten Fall an: Wir begegnen hier zwei Chromosomenplatten, die sich auf die Ovogonien von *Drosophila melanogaster* beziehen und der Arbeit Bridges' entstammen; in jeder von ihnen ist die topographische Beziehung der beiden kleinsten Chromosomen zu den übrigen eine ausgesprochen verschiedene. Eine ähnliche topographische Variabilität haben wir auch auf Fig. 11 (Taf. 5) abgebildet: Wir sehen hier zwei Chromosomenplatten aus der ersten Spermatocyteileitung von *Phragmatobia fuliginosa* (nach Seiler) und bemerken, dass das grösste Chromosom in der linken mehr peripher in der rechten dagegen mehr zentral gelegen ist. Alle diese Fälle beweisen ohne weiteres, dass in manchen Fällen, deren Zahl wahrscheinlich keine geringe ist, die topographische Beziehung der Chromosomen zu einander keine konstante, sondern eine

variable ist. Nun hat man aber von botanischer Seite unlängst eben auf das Gegenteil hingewiesen. Paetow (1931) und hernach Helm (1934) haben für die Gemini des Diakinesestadiums in den Pollenmutterzellen einiger Pflanzenarten eine weitgehende topographische Konstanz feststellen können und Helm kommt sogar zu dem Schluss, dass es anzunehmen ist, „dass diese Gesetzmässigkeit ganz allgemein im Tier- und Pflanzenreiche zutrifft“. Obwohl es nicht auszuschliessen ist, dass die genannte Konstanz manchen Tier- und Pflanzenarten zukommt, so scheint es mir verfrüht zu sein heute davon zu sprechen, angesichts der Tatsachen, die wir zuvor anführten, die Arbeiten gediegener Autoren entnommen sind, denn diese sprechen ein entschieden entgegengesetztes Wort. In die Arbeit Paetow's konnte ich leider keine Einsicht bekommen, zur Verfügung dagegen stand mir die Arbeit Helm und deswegen erlaube ich mir bezüglich ihrer Angaben folgendes zu bemerken: Auf Abb. 1, 1 b (S. 794) ihrer Arbeit sieht man das Chromosom 1 zwischen dem Chromosom 2 und 3 gelegen, während auf Abb. 1, 2 b (S. 794) das Chromosom 3 zwischen dem Chromosom 1 und 2 gelegen ist, obwohl beide Figuren derselben Zellenart angehören und sich auf *Podophyllum peltatum* beziehen. Eine ähnliche Variabilität ist auch in den seitens der Autorin untersuchten Zellen von *Galtonia candicans* zu beobachten (siehe Abb. 2, 9 a und Abb. 2, 10 a, S. 799). Auf der ersten von ihnen liegen Chromosom 1, 4 und 5 beisammen, während auf der zweiten Chromosom 1 und 5 nahe beieinander zu liegen kommen, Chromosom 4 dagegen weit von ihnen und am nächsten des Chromosoms 8 gelegen ist. Nichtsdestoweniger lässt sich in den eben genannten Fällen eine gewisse Tendenz zur Topographiekonstanz der Chromosomen wahrnehmen nur scheint sie mir ziemlich weit von einer „annähernd absoluten“ Konstanz entfernt zu sein. Wir kommen also im grossen und ganzen zum Schlusse, der schon vorher erwähnt wurde, dass eine grössere oder geringere topographische Inkonstanz der Chromosomen jedenfalls keine Seltenheit in der Organismenwelt ist, was sich vielleicht schon zur genüge auch daraus ergibt, dass es uns ziemlich leicht gekommen ist derartige Beispiele (die vorher aus dem Tierreiche anführten) aus der Literatur herauszugreifen. Ist demnach so, so ist anzunehmen, dass in den Ruhezellen sowohl den sichtbaren, wie auch den unsichtbaren Karyomeren, respektive Chromosombezirken, auch eine konstante gegenseitige Topographie mehr oder weniger abkommt und dann müsste es konsequenterweise wahrscheinlich sein, dass dasselbe auch die Zellomeren betrifft. Die Organisation einer Zellart wäre somit eine insofern variable und wie uns scheint deswegen unvollkommene, dass das topographisch konstante dem zahlenmässig Konstanten mehr oder weniger nachstünde.

So glauben wir, wäre die Organisation einer Zelle zu verstehen inwiefern diese aus ihren inneren und präformistischen Faktoren³ resultiert. Nun gibt es aber in Wirklichkeit so eine Organisation in reiner Form nicht, denn diese wird durch die Umweltfaktoren mehr oder weniger epigenetisch geändert, doch darüber wollen wir uns hier nicht näher auslassen. Ein reiches Tatsachenmaterial bezüglich dieser Frage findet der Leser in dem gross angelegten Werke Schleip's. Hier war es vielmehr unsere Aufgabe darüber zu handeln auf welche Weise die innere und präformistische Organisation der Zelle an der Entwicklung der Merkmale beteiligt sein könnte, in welchem Geschehen wir dem Nucleofusom keine geringe Rolle einräumten.

Nun haben wir aber in dem am Anfange dieses Aufsatzes erwähnten Ausblicke neben dem Nucleofusom auch noch ein zweites, nämlich ein Centrofusom in den Zellen unterschieden und somit wäre es jetzt am Platze zu erwägen inwiefern dieses Fusom die Annahme berechtigen könnte, dass es auch demjenigen zellulären Mechanismus angehört, welches an der Entwicklung der Merkmale beteiligt ist. Dieser Verdacht würde nun, wie uns scheint dann berechtigt sein, wenn man Anhaltspunkte dafür gewinnen könnte, dass den Centrosomen, die an den Polen der Teilungsspindel gelegen sind, ein der Chromosomengarnitur analoger Bau zukommt. Davon sind wir noch heutzutage weit entfernt, immerhin aber scheinen mir manche Tatsachen dafür zu sprechen, dass mit so einer Möglichkeit ernsthaft zu rechnen ist. So wissen wir, dass in verschiedenen somatischen Zellen uns das Centrosom in Form eines Diplosoms auftritt, wodurch, wie allgemein angenommen wird, seine Teilungsbereitschaft zu Tage tritt. Wenn wir uns nun daran erinnern mit welcher Präzision (Exaktheit) eine Chromosomengarnitur während einer Aequationsteilung arbeitet, so wäre es wirklich unwahrscheinlich sein anzunehmen, damit die Präzision (Exaktheit) mit welcher ein einfaches Centrosom in ein Diplosom umgewandelt wird, eine geringere sein könnte. Oder schauen wir uns die Centrosome während der Spermatogenese und Oogenese der Tiere an. Wir wissen, dass bei manchen Arten (z. B. bei *Phalera bucephala* nach Meves oder bei *Piscicola piscium* nach Jörgensen) die Centrosome einen Tetradenbau aufweisen, also morphologisch ganz in derselben Form auftreten, wie die Chromosomen, während der Gametogenese. Wäre es also nicht zulässig in so einem Tetraden-centrosom, ähnlich wie in einer Chromosomentetrade, einen Aequationsspalt und einen Reduktionsspalt zu unterscheiden? Ich meine ja, denn man könnte sonst den Sinn eines Tetradencentrosoms nicht verstehen.

³ Das Wort Faktoren ist hier in dem Sinne Gene oder Genenabkömmlinge (Genoide) gebraucht.

Ich glaube, dass wir zu dem intimen (unsichtbaren) Baue eines Centrosoms nur auf dem Wege der Kernteilspindeln gelangen können und stellen uns die Sache auf folgende Weise vor: Wir vermuten, dass das Centrosom aus so vielen Einheiten besteht, wie viel es in der Zelle Kernteilspindeln und somit auch Chromosomen gibt, denn beide letzteren sind sich zahlenmäßig identisch. Während der Gametogenese verhalten sich die entsprechenden Centrosomeinheiten, wie die entsprechenden Chromosomen und Kernteilspindeln indem es dort, wie auch hier zur Entwicklung von Dyaden und Tetradem kommt. Nur bei dieser Annahme wird uns ein Vorgang verständlich, wie ich ihn aus vielen vollkommen identischen aus der Literatur herausgreife: Wir sehen auf Fig. 6 (Taf. 5) die erste Spermatocyten-Teilung von einer Orthoptere (*Pamphagus marmoratus* Burm.) im Metaphasestadium, nach Granata, dargestellt. Die Centrosomen treten an den Spindelpolen undeutlich auf, die Autosomen liegen, wie gewöhnlich in solchen Teilungsstadien, in der Äquatorialebene der Spindel, nur das Heterochromosom ist dem oberen Pole nähergerückt und ist mit ihm mittels seiner Kernteilspindel verbunden. Die Kernteilspindeln der Autosomen unterscheiden sich hier nicht von einander, es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass sie an beide Spindelpole angeheftet sind, denn dies ergibt sich ohne weiteres aus dem Baue der Gesamtspindel. Schauen wir uns jetzt Fig. 7 (Taf. 5) an, die uns nach demselben Verfasser die zweite Spermatocyten-Teilung bei demselben Insekten ebenfalls im Metaphasestadium darstellt: Wir sehen hier die zweipolige Teilungsspindel, die Autosomen in ihrer Äquatorialebene gelegen und ebendort links auch das Heterochromosom, welches jetzt, was deutlich zu sehen ist, seine Teilung durchmacht. Vergleichen wir nun Fig. 6 (Taf. 5), auf welcher das Heterochromosom ungeteilt einem Pole genähert ist mit Fig. 7 (Taf. 5), auf welchem dieses Chromosom in Teilung begriffen ist, so sehen wir, dass es im ersten Falle mittels seiner Kernteilspindel nur an den einen Spindelpol im zweiten Falle dagegen mittels seiner Kernteilspindel an beide Spindelpole verankert ist. Nun wie ist dieses Verhalten zu deuten und überhaupt zu verstehen? Wir glauben folgenderweise: Das Centrosom oder besser gesagt das Gesamtcentrosom besteht, wie schon angedeutet wurde, aus Einheiten, eine von diesen Einheiten gehört der Kernteilspindel des Heterochromosoms und somit auch ihm selbst an; während der ersten Spermatocyten-Teilung bleibt diese Einheit ungeteilt und im Zusammenhange damit bleibt auch die betreffende Kernteilspindel und das Heterochromosom ungeteilt, während der zweiten Spermatocyten-Teilung liegen die Verhältnisse anders: Dieselbe Centrosomeinheit unterliegt einer Teilung, was zur Folge hat, dass sich die zugehörige Kernteilspindel, wie

auch das Heterochromosom ebenfalls teilen. Diese und zahlreiche ähnliche Tatsachen fordern einen direkt dazu heraus für das Centrosom einen ähnlichen Bau anzunehmen, wie für den Zellkern und so wie der Ruhekern aus Karyomeren (Chromosombezirken) besteht, so ist das Centrosom aus kleineren Einheiten aufgebaut, die ihrer Zahl nach mit der Chromosomenzahl, respektive mit der Karyomerenzahl übereinstimmen. Obwohl ich mir dessen bewusst bin, dass es sich hier nur um eine Deutung handelt, so scheint es mir andererseits wenig wahrscheinlich, damit man bei dem heutigen Zustande der Cytologie und der Genetik derartige Erscheinungen anders und auf eine wahrscheinlichere Weise erklären und verstehen könnte. Kurz und gut wir stellen uns das Centrosom wie einen Zellkern en miniature aufgebaut vor, was gut auch damit übereinstimmt, dass wir wissen, dass in manchen Zellen das Centrosom nukleärer Herkunft ist und vor der Zellteilung aus dem Kerne in das Plasma herauswandert (z. B. während der Spermatogenese von *Ascaris megalocephala univalens* nach Brauer oder während der Oogenese von *Thysanozoon brocchii* nach Schockaert). Nun wäre aber noch weiter, obwohl mit einer gewissen Scheu zu gehen: Wir haben uns vorher dafür ausgesprochen, dass so wie sich die Chromosomen untereinander qualitativ unterscheiden, so scheint es uns wahrscheinlich, dass analog auch die Kernteilspindeln sich untereinander unterscheiden könnten und somit wäre es auch nicht in voraus von der Hand zu weisen, dass analog auch die Einheiten, die das Gesamtcentrosom zusammensetzen sich auch untereinander qualitativ unterscheiden. Kurz und gut wir neigen dazu die Boverische Individualitätstheorie, die auf die Chromosomen bezogen wurde, auch auf die Kernteilspindeln und auf die Centrosomen auszuweiten. Zu diesem Schlusse zwingen uns teilweise die Tatsachen und teilweise, das gestehen wir offen, ein einfach logisches Vorgehen, wie auch unsere geistige Einstellung.

Nehmen wir nun für das Centrosom einen Bau an, wie er sich aus den vorangehenden Zeilen ergeben hat, so glauben wir auf diesem Wege zur richtigen Verwertung des Centrofusoms zu gelangen, den dieses stammt von der Centralspindel ab und diese entwickelt sich, wie bekannt, im Zusammenhange mit dem Centrosom.

Auf Fig. 1 und 2 (Taf. 3) haben wir zwei Spermatocyten erster Ordnung von *Macrothylacia rubi* in einem frühen Diakinesestadium abgebildet. Wir bemerken auf beiden Figuren zwischen den zweiteiligen Centrosomen, die kurze und demnach junge Centralspindel ausgesponnen, die uns aus der Spermatogenese einer Reihe von Tieren bereits bekannt ist. Auf Fig. 3 und 4 (Taf. 3) hat diese Centralspindel schon eine bedeutende Länge angenommen, wie sie überhaupt im Tierreiche selten auftritt. Aus die-

sen und ähnlichen Abbildungen ergibt es sich, dass die Centralspindel, wie gesagt, zwischen den Centrosomen ausgesponnen wird und demnach fragt es sich, wäre es nicht wahrscheinlich, dass bei diesem Ausspinnen die Centrosome ihre eigene Struktur (ihr Zusammengesetztsein aus Untereinheiten) auf die Centralspindel übertragen. Für mich wäre eben das Gegenteil unwahrscheinlich und deswegen möchte ich der Meinung zuneigen, dass die Zentralspindel, obwohl dies morphologisch mittels der heutigen Methoden nicht fassbar ist, ebenfalls aus zahlenmässig konstanten und qualitativ verschiedenen Einheiten besteht, wie das Centrosom, wie die Kernspindel (die aus Kernteilspindeln aufgebaut ist) und wie die Chromosomengarnitur (deren Einheit höheren Ranges die Chromosomen darstellen) einer betreffenden Zelle. Wir dehnen somit die Boverische Theorie von der Chromosomenindividualität noch weiter, und zwar auch auf die Centralspindel und auf ihr Derivat, nämlich das Centrofusom aus. Weiter brauche ich diese Frage nicht zu entwickeln — der Leser wird wohl ohne Mühe zu den daraus sich ergebenden Konsequenzen selbst gelangen.

Hier möchten wir nur noch auf folgendes hinweisen: Auf unserer Figur (Fig. 7, Taf. 4), die das Metaphasestadium der Spermatocyten-Teilung von *Macrothylacia* betrifft, ist die Centralspindel neben den Kernspindeln nicht wahrzunehmen. Nun erfüllt diese Lücke (deren Erfüllung, wie gekannt, sehr vom Materiale abhängt) aufs schönste Fig. 10 (Taf. 5), die uns, nach Schrader, die erste Spermatocyten-Teilung im Metaphasestadium von *Pachylis* darstellt. Wir sehen hier deutlich zwischen den Kernteilspindeln die dünnen Fädchen der Centralspindel, ein Beweis, dass diese Spindel auch in diesem vorgerückten Mitosestadium ihren Sondercharakter behält. Angesichts dessen ist nicht daran zu zweifeln, dass sie auch in den Spindelrestkörper übergeht, woraus es verständlich wird, dass das Centrofusom einerseits an das Centrosom verankert und andererseits in der Zellkoppel vorhanden ist. Durch Teilung, Wachstum und Verlagerungen, der eine Zelle unterliegt, wird hernach die Centralspindel im Bereiche des Zellenkörpers in ihre Teile aufgelöst und mehr oder weniger verändert, in welchem Zustande wir für sie früher (1932) die Bezeichnung Centrofusom vorgeschlagen haben.

Nun haben wir vorher im Zusammenhange mit dem Nucleofusom von Zellomeren gesprochen und es würde somit die Frage entstehen, ob auch für das Centrofusom Zellomeren anzunehmen sind. Wir glauben ja, denn dies ergibt sich logischer Weise aus dem Begriffe des Centrofusoms, wie wir ihn vorher aufstellten und aus den Auseinandersetzungen, die in dieser Arbeit enthalten sind. Nur während die Zellomeren,

die sich auf das Nucleofusom beziehen aus einem Teile desselben, der Kernteilspindel und dem betreffenden Chromosom, respektive Chromosombezirk zusammengesetzt sind, bestehen die Zellomeren, die sich auf das Cetrofusom beziehen aus einem Teile desselben und der betreffenden Centrosomeinheit. Zur kurzen Unterscheidung beiderlei Zellomeren voneinander könnte man die ersteren als nucleofusomale und die letzteren als centrofusomale bezeichnen. Man könnte dann weiter, obwohl einstweilen rein theoretisch, von sich entsprechenden und sich nicht entsprechenden Zellomeren sprechen und zwar in dem Sinne, dass wir als entsprechend solche zwei Zellomeren, ein nucleofusomales und ein centrofusomales, bezeichnen würden, die in derselben Centrosomeinheit zusammenlaufen. Daneben könnte aber auch von homologen Zellomeren in folgendem Sinne gesprochen werden: Im Falle, wenn ein Chromosom und sein „Trabant“,⁴ die betreffende Centrosomeinheit, in einer Zelle nicht einmal, sondern mehrmals gegeben sind, könnten wir als homolog solche zwei centrofusomale oder solche zwei nucleofusomale Zellomeren bezeichnen, die im ersten Falle den homologen Centrosomeinheiten und im zweiten Falle den homologen Chromosomen entsprechen; angenommen, dass wir als homolog solche zwei Chromosomen bezeichnen, die in Bezug auf ihren Gensatz sich gleich sind.

Und noch eines wäre nicht zu versäumen, was übrigens fast selbstverständlich erscheint. So wie es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die Organisation einer Zelle, die aus ihren nucleofusomalen Zellomeren resultiert epigenetisch, das heisst durch äussere Faktoren, mehr oder weniger verändert wird, so ist dasselbe auch für ihre innere Organisation anzunehmen, die sich aus ihren cetrofusomalen Zellomeren ergibt.

Auf diese Weise sind wir am Ende angelangt. Wir haben ein Organisationsbild der Zelle entworfen, welches ungeahnt kompliziert erscheint und gewiss fast niemals in reiner Form auftritt. Es schien uns aber angezeigt, wenn auch nur theoretisch darauf hinzuweisen, dass es nötig ist die Organisation einer Zelle, die aus ihren inneren Faktoren, den Genen, resultiert, von derjenigem nach Möglichkeit auseinander zu halten, die eine Funktion ihrer Umwelt ist.

Die vorangehenden Zeilen vergewissern uns in der Annahme, dass die Aufstellung des Fusombegriffes kein Fehltritt war. Indem wir trachten die Zellorganisation und die Zellenverbände aus der Zellteilung zu verstehen, glauben wir den richtigen Weg eingeschlagen zu haben.

Lwów, im April, 1935.

⁴ Das Wort Trabant ist hier, wie ersichtlich, nicht im geläufigen Sinne gebraucht.

LITERATURVERZEICHNIS.⁵

1. Boveri T.: Zellenstudien. Heft 4. Die Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena, 1904.
2. Brauer A.: Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Ascaris megalocephala*. Arch. mikr. Anat. 42, 1893.
3. Bridges C.: Non disjunction as proof of the chromosome theory of heredity. Genetics 1, 1916.
4. Davis H.: Spermatogenesis in Acrididae and Locustidae. Bull. Mus. compar. Zool. Harvard Coll. 53, 1908.
5. Granata L.: Le cinesi spermatogenetiche di *Pamphagus marmoratus* Burm. Arch. f. Zellforsch. 5, 1910.
6. Heberer G.: Die Furchungsmitosen von *Cyclops viridis* J. und das Chromosomenindividualitätsproblem. Zoolog. Anz. 63, 1925.
7. — — — —: Die Idiomerie in den Furchungsmitosen von *Cyclops viridis* J. Ein Beitrag zur Frage nach der Persistenz der Chromosomen. Zeitschr. f. mikr. anat. Forsch. 10, 1927.
8. Heitz E.: Ueber totale und partielle somatische Heteropyknose, sowie strukturelle Geschlechtschromosomen bei *Drosophila funebris*. Zeitschr. f. Zellforsch. 19, 1933.
9. — — — —: Die somatische Heteropyknose bei *Drosophila melanogaster* und ihre genetische Bedeutung. Ibidem 20, 1933.
10. — — — —: Ueber α - und β -Heterochromatin sowie Konstanz und Bau der Chromomeren bei *Drosophila*. Biolog. Zentrbl. 54, 1934.
11. — — — — u. Bauer H.: Beweise für die Chromosomennatur der Kernschleifen in den Knaüelkernen von *Bibio hortulanus*. Zeitschr. f. Zellforsch. 17, 1933.
12. Helm U.: Ueber die gesetzmässige Lage der Gemini im Kernraum. Ibidem 21, 1934.
13. Hirschler J.: Ueber ein einfaches Vorgehen zur Darstellung des Golgi-Apparates und der Mitochondrien bei Wirbellosen. Zeitschrift f. wiss. Mikr. 44, 1927.
14. — — — — —: Sur la chromisation des pièces sur coupes pour mettre en évidence l'appareil de Golgi, le chondriome et d'autres composants plasmatiques. Comp. rend. Soc. Biol. Paris 112, 1933.
15. — — — — —: Ueber eine Reihe von auf ihre fusomale Natur verdächtiger Zelleneinrichtungen. (Beiträge zum Fusomproblem). Ergebn. u. Fortschr. d. Zoolog. 8, 1935.
16. Hughes-Schrader S.: Reproduction in *Aeroschismus Wheeleri* Pierce. Journ. Morpholog. 39, 1924.
17. — — — — —: A Study of the Chromosome Cycle and the Meiotic Divisionfigure in *Llavea bouvaria* a primitive Coccid. Zeitschr. f. Zellforsch. 13, 1931.
18. Jörgensen M.: Zellstudien II. Die Ei- und Nährzellen von *Piscicola*. Arch. f. Zellforsch. 10, 1913.

⁵ In diesem Literaturverzeichnis führe ich nur diejenigen Arbeiten an, die sich im Literaturverzeichnis meiner früheren Arbeit nicht befinden. Unter meiner früheren Arbeit verstehe ich diejenige Arbeit, die in diesem Literaturverzeichnis unter 15. angeführt ist.

19. Kostanecki K.: Ueber Centralspindel-Körperchen bei karyokinetischer Zellteilung. Anat. Hefte, Erst. Abt. 2, 1891.
20. — — — —: Ueber die Schicksale der Centralspindel bei karyokinetischer Zellteilung. Ibidem 5, 1892.
21. Morgan T. H., Bridges C. B. a. Sturtevant A. H.: The genetics of *Drosophila*. Bibliograph. Genetic. 2, 1925.
22. Noskiewicz J. u. Poluszyński G.: Embryologische Untersuchungen an Strepsipteren. I Teil. Embryogenesis der Gattung *Stylops* Kirby. Bull. Acad. Polon. Sc. et L. Cl. Sc. Mat. et Nat. Ser. B, 1927.
23. Paetow W.: Embryologische Untersuchungen an Taccaceen, Meliaceen und Dilleniaceen. Planta (Berl.) 14, 1931.
24. Painter T.: A method for the qualitative Analysis of the chromosomes of *Drosophila melanogaster*. Anat. Rec. 57 Suppl., 1933.
25. — — — —: A new method for the study of chromosome rearrangement and the plotting of chromosome maps. Science (N. Y.), II, 1933.
26. — — — —: A new method for the study of chromosome aberrations and the plotting of chromosome maps in *Drosophila melanogaster*. Genetics 19, 1934.
27. Payne F.: A study of the germ cells of *Grylotalpa borealis* and *Grylotalpa vulgaris*. Journ. of. Morph. 28, 1916.
28. Pilawski S.: Struktury protoplazmatyczne (aparat Golgiego, wakuom, mitochondria w spermatogenezie chrząszczy *Phyllobius glaucus* Sc., *Cicindela campestris* L., *Cicindela hybrida* L. (Les structures protoplasmiques (l'appareil de Golgi, le vacuome, les mitochondries) dans la spermatogenèse des Coleopteres *Phyllobius glaucus* Sc., *Cicindela campestris* L., *Cicindela hybrida* L.). Kosmos, Lwów 58, 1934.
29. Reuter E.: Ueber die Eibildung bei der Milbe *Pediculopsis graminum* (E. Reut.). Zugleich ein Beitrag zur Geschlechtsbestimmung. Festschr. f. Palmen, Helsingfors, 1907.
30. — — — —: Merokinesis, ein neuer Kernteilungsmodus. Act. Soc. Scienc. Fennicae 37, 1909.
31. Romeis B.: Beobachtungen über Degenerationserscheinungen von Chondriosomen. Nach Untersuchungen an nicht zur Befruchtung gelangten Spermien von *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. 80 Abt. 2, 1912.
32. Schleip W.: Die Determination der Primitiventwicklung, Leipzig, 1929.
33. Schoekaert R.: Nouvelles recherches sur la maturation de l'ovocyte de premier ordre du Thysanozoon *Broecchii*. Anat. Anzeig. 18, 1900.
34. — — — —: L'ovogenèse chez le Thysanozoon *Broecchii*. La Cellule 18, 20, 1901, 1902.
35. Schrader F.: Recent hypothesis on the structure of spindles in light of certain observations in Hemiptera. Zeitschr. f. wiss. Zoolog, 142, 1932.
36. Wagner H.: Samen- und Eireifung der Mehlmotte *Ephestia kühniella* Z. Zeitschr. f. Zellforsch. 12, 1931.

37. Wenrich D.: The spermatogenesis of *Phrynotettix magnus*, with special reference to synapsis and the individuality of the chromosomes. Bull. Mus. comp. Zoolog. Harvard Coll. 60, 1916.
38. Wilson E.: The distribution of the chondriosomes to the spermatozoa in scorpions. Proc. nat. Acad. Sci. 2, 1916.

TAFELERKLÄRUNG.

Erklärung sämtliche Figuren auf Tafel 3 und 4 betreffend: Sämtliche Figuren sind Originalabbildungen und beziehen sich auf die Spermatogenese von *Macrothylacia rubi* L. (*Lepidoptera*). Sämtliche Figuren sind unter Benutzung des Zeichenapparates von Schnittpräparaten bei einer Vergrößerung Copens. Oc. 15 Zeiss, Obj. Achr. Immers. $\frac{1}{16}$ Leitz niedergezeichnet. Sämtliche Präparate waren mit alkoholischem Eisenhämatoxylin nach Dobell in meiner Modifikation⁶ gefärbt. Alle Figuren betreffen die eupyrene Reihe.

Tafel 3.

- Fig. 1 und 2: Fast ausgewachsene Spermatocyten erster Ordnung im Ruhestadium.
- Fig. 3 und 4: Etwas ältere Spermatocyten erster Ordnung im Ruhestadium.
- Fig. 5: Querschnitt durch den Spindelrestkörper-Centrosom-Komplex in einem späten Telophasestadium, unweit vom Tochterkerne.
- Fig. 6: Querschnitt durch den Spindelrestkörper-Centrosom-Komplex in einem späten Telophasestadium, unweit der Teilungsebene.

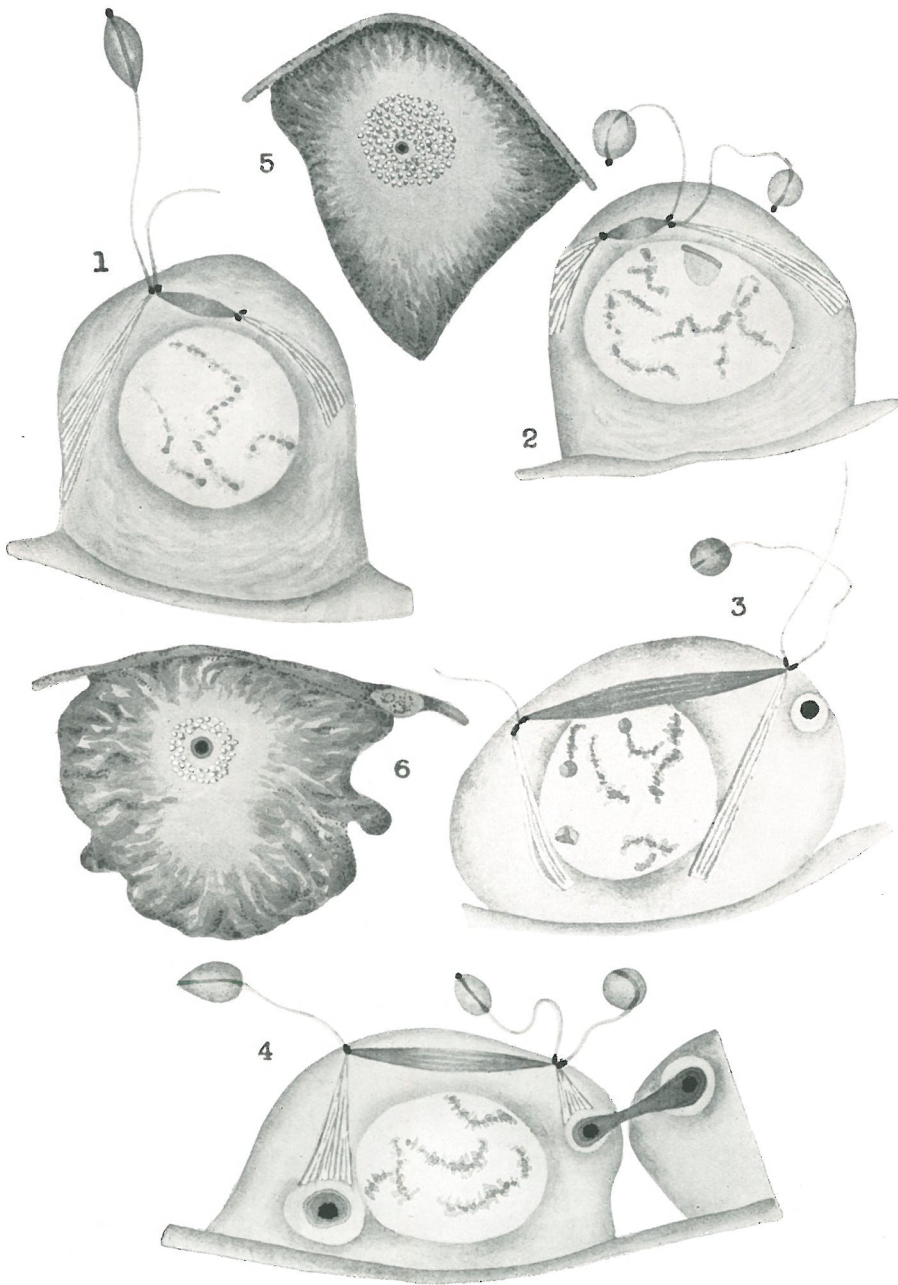
Tafel 4.

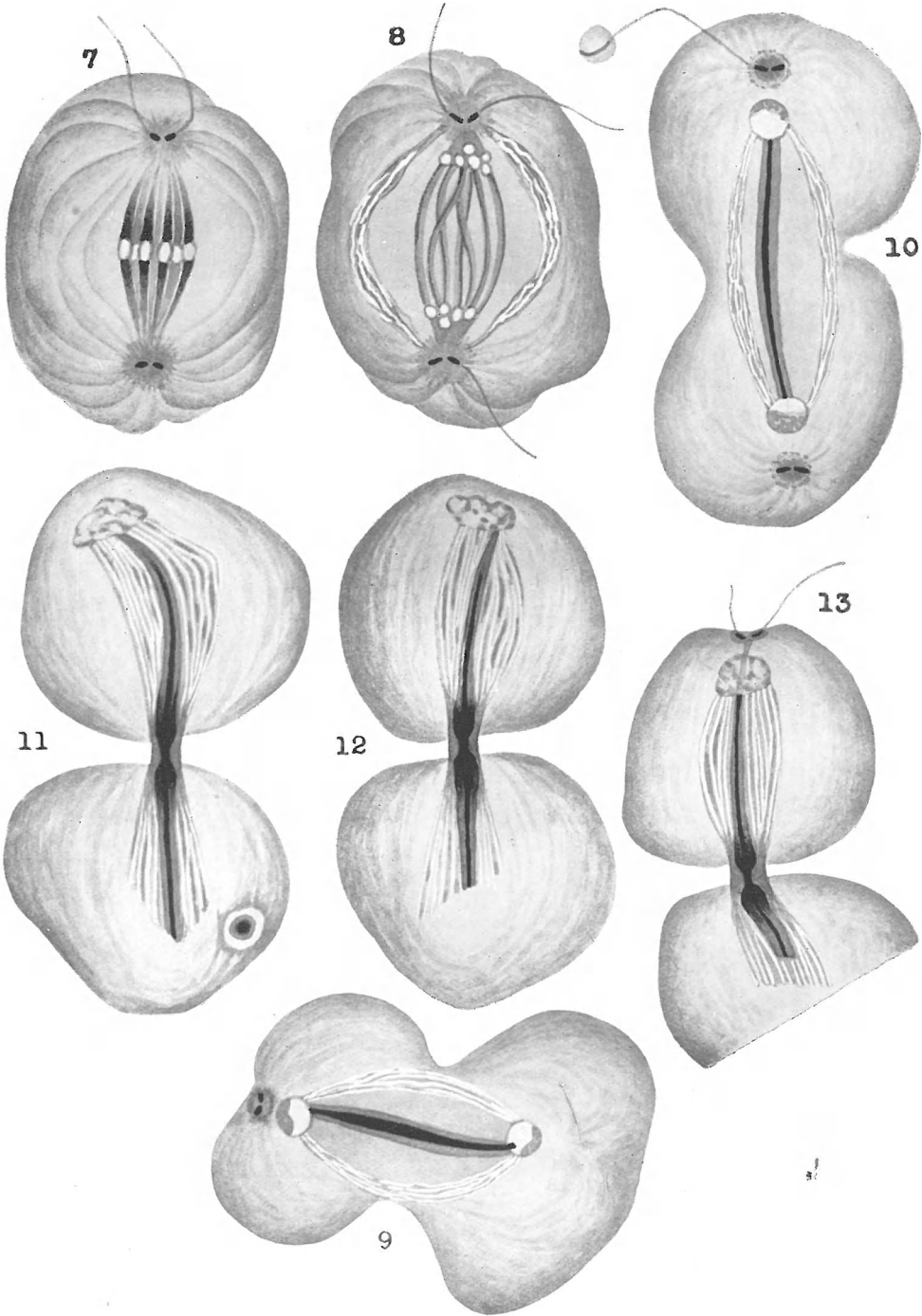
- Fig. 7: Spermatocyt erster Ordnung im Metaphasestadium.
- Fig. 8: Spermatocyt erster Ordnung in einem späten Anaphasestadium.
- Fig. 9: Spermatocyt erster Ordnung in einem frühen Telophasestadium.
- Fig. 10: Spermatocyt erster Ordnung in einem späteren Telophasestadium.
- Fig. 11, 12 und 13: Spermatocyten erster Ordnung in einem noch späteren Telophasestadium.

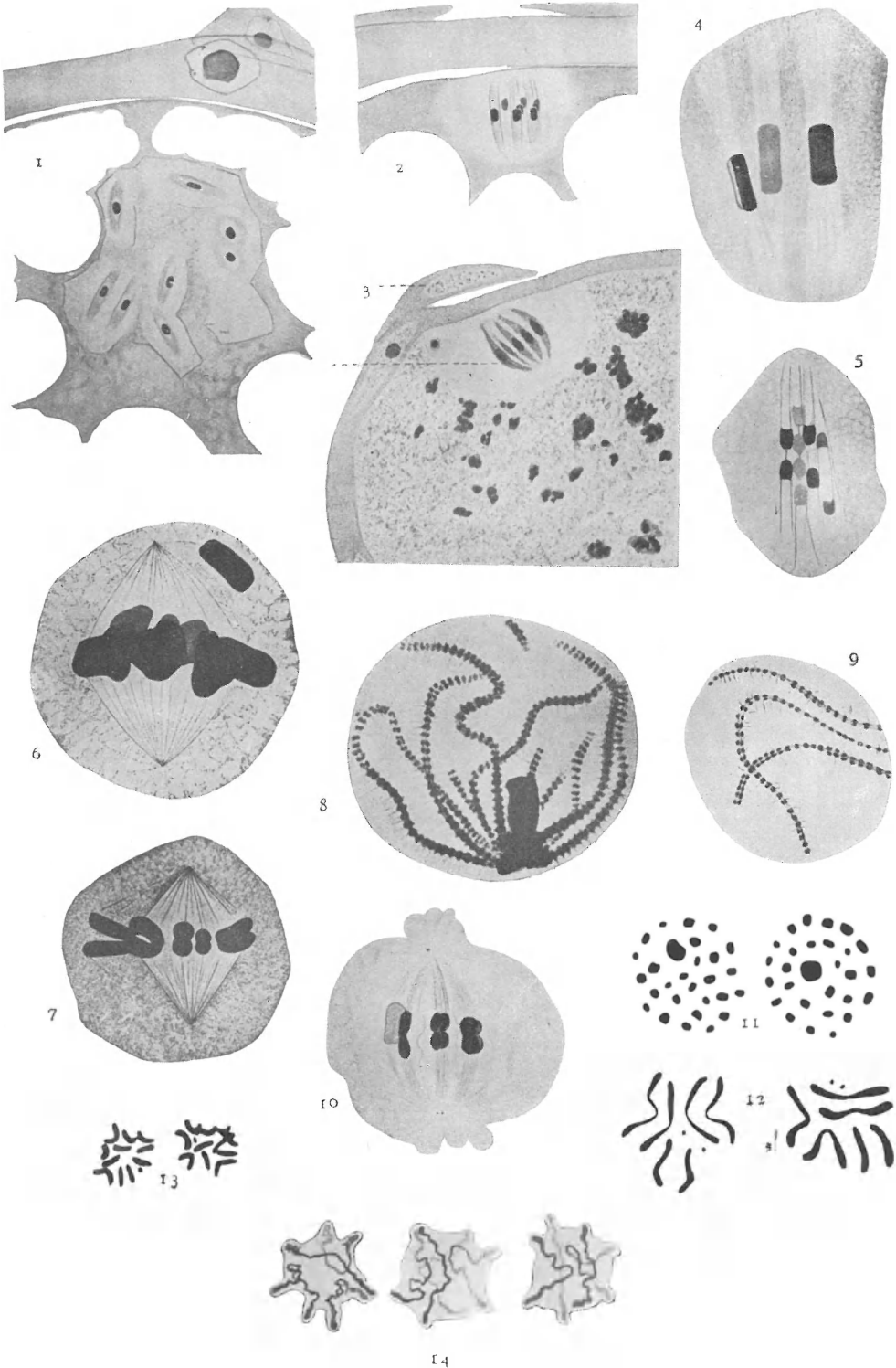
Tafel 5.

- Fig. 1: Richtungskörperbildung im Diakinesestadium, im Oocyten von *Acroschismus* (nach Hughes-Schrader).
- Fig. 2: Richtungskörperbildung im Metaphasestadium, im Oocyten von *Acroschismus* (nach Hughes-Schrader).
- Fig. 3: Richtungskörperbildung im Metaphasestadium, im Oocyten von *Stylops* (nach Noskiewicz u. Poluszyński).
- Fig. 4: Spermatocyt erster Ordnung im Metaphasestadium von *Llaveia* (nach Hughes-Schrader).
- Fig. 5: Spermatocyt erster Ordnung im Metaphasestadium von *Protortonia* (nach Hughes-Schrader).
- Fig. 6: Spermatocyt erster Ordnung im Metaphasestadium von *Pamphagus* (nach Granata).
- Fig. 7: Spermatocyt zweiter Ordnung im Metaphasestadium von *Pamphagus* (nach Granata).

⁶ Siehe Literaturverzeichnis unter 13 und 14.







ZOOLOGICA POLONIAE

Przepisy dla autorów.

Czasopismo jest przeznaczone tylko dla oryginalnych prac i doniesień tymczasowych z zakresu zoologii. Pracom należy nadać formę możliwie zwięzłą i ilustrować w tekście lub na tablicach koniecznym doborem rycin; doniesienia tymczasowe nie mogą przekraczać czterech stron druku; w ich tekście może się mieścić klisza kreskowa z rycinami o wymiarach 10 cm. $\times$ 16 cm. Prace i doniesienia będą ogłaszane w języku polskim, angielskim, francuskim, niemieckim i włoskim. Prace i doniesienia napisane w języku polskim muszą być zaopatrzone w streszczenie, nie przekraczające jednej trzeciej tekstu polskiego i w podtytuł w jednym z wymienionych języków zagranicznych. O ileby tekst niepolSKI wymagał korekty językowej, przeprowadzi ją redakcja na koszt autora. Za treść pracy lub doniesienia jest odpowiedzialny autor, względnie kierownik zakładu. Prace i doniesienia nie będą honorowane. Przyjmuje się jedynie wyniki badań nigdzie dotychczas nie ogłaszane. Przedruk pracy lub doniesienia w języku oryginalnym lub w tłumaczeniu jest dozwolony tylko za zgodą redakcji. Ogłaszane będą jedynie prace i doniesienia całkowicie do druku gotowe, napisane piśmem maszynowym. Rycin tekstowych nie należy wklejać do tekstu. Objasnienia ryćin tekstowych należy dostarczyć na osobnej karcie. Z prac i doniesień otrzymują autorzy 50 odbitek darmo. Prace i doniesienia należy przysyłać pod adresem jednego z podpisanych redaktorów.

Editoriel Rules.

The periodical is intended for the publication of original papers and preliminary communications in the field of Zoölogy. Papers contributed should be concisely written and illustrated only if necessary. Preliminary communications must not exceed four pages in length. There may be one line cut no larger than 10 cm $\times$ 16 cm in such communications. Papers and communications in the following languages will be published: Polish, English, French, German and Italian. Authors or the heads of contributing institutions are responsible for the contents of their contributions. No fees will be paid to authors. Only previously unpublished results of research work will be accepted for publication. The reprinting of contributions whether in the original tongue or translated, cannot be made without the editors' consent. Manuscripts must be typewritten and in every respect ready for publication. Text figures should not be pasted on to the manuscript. Explanations of text figures should be typed on a separate sheet. Authors will receive 50 copies of their papers free of charge. Papers and communications may be addressed to either of three undersigned editors.

Avis aux collaborateurs.

Cette publication est destinée aux travaux originaux et notes préliminaires dans la domaine de la zoologie. Les travaux doivent être les plus courts possible et illustrés dans le texte ou bien par des planches hors texte, seulement pour autant que c'est nécessaire; les notes préliminaires ne peuvent dépasser quatre pages d'impression et dans leur texte peut se trouver un cliché de trait avec figures qui ne doit pas dépasser 10 cm $\times$ 16 cm. Les travaux et les notes peuvent être rédigés en polonais, en français, en allemand, en anglais ou en italien. L'auteur

ou bien le directeur du laboratoire répond du contenu du travail ou de la note. Les travaux et les notes ne seront pas honorés. On n'accepte que les résultats de recherches inédits. Une réimpression dans la langue du travail ou de la note ou bien en traduction n'est permise qu'avec le consentement de la rédaction. On ne publiera que les travaux remis sous forme de dactylographies, entièrement prêts pour l'impression. On est prié de ne pas coller dans le texte les dessins, qui sont destinés pour le texte et de fournir l'explication des figures en texte sur un feuillet séparé. Les auteurs reçoivent gratuitement 50 tirages à part de leurs travaux ou notes. Prière d'adresser les notes et les travaux à l'un des rédacteurs soussignés.

Bestimmungen für die Verfasser.

In die Zeitschrift finden Aufnahme nur originelle Arbeiten und vorläufige Mitteilungen aus dem Gebiete der Zoologie. Die Arbeiten sind in knapper Form zu halten und in unbedingt nötige Text- und Tafelfiguren zu versehen. Die vorläufigen Mitteilungen dürfen vier Druckseiten nicht überschreiten. Der Text einer vorläufigen Mitteilung kann eine Strich-Punkt-Klische mit Abbildungen von dem Ausmasse 10 cm. $\times$ 16 cm. enthalten. Arbeiten und Mitteilungen werden in polnischer, deutscher, englischer, französischer und italienischer Sprache veröffentlicht. Für den Inhalt der Arbeit oder Mitteilung ist der Verfasser, respektive der Institutsvorstand verantwortlich. Arbeiten und Mitteilungen bleiben unhonoriert. Es werden nur unveröffentlichte Ergebnisse aufgenommen. Ein Abdruck einer Arbeit oder Mitteilung in ihrer originellen Sprache oder in Übersetzung ist nur mit Zustimmung der Redaktion zulässig. Veröffentlicht werden nur druckfertige, in Maschinenschrift verfasste Arbeiten und Mitteilungen. Die Textfiguren und ihre Erläuterungen sind nicht in den Maschinentext einzukleben, sondern auf besonderen Blättern vorzulegen. Von den Arbeiten und Mitteilungen erhalten die Verfasser 50 Sonderabdrücke kostenlos. Arbeiten und Mitteilungen sind an einen von den unterzeichneten Redaktoren zusenden.

Avvertenze per gli autori.

Nella rivista saranno inserite memorie originali e comunicazioni su argomenti di zoologia. I lavori devono essere redatti in forma possibilmente breve e devono essere accompagnati nel testo o su tavole con illustrazioni indispensabili. Le comunicazioni non possono superare quattro pagine di stampa; nel testo può essere inserito un cliché „lineare“ con illustrazioni della misura di 10 cm. $\times$ 16 cm. I lavori e le comunicazioni saranno pubblicati in lingua polacca, italiana, inglese, francese e tedesca. Del contenuto delle memorie e delle comunicazioni è responsabile l'autore o rispettivamente il direttore dell'istituto. Le memorie e le comunicazioni non saranno compensate. Si accettano soltanto i risultati di studi che non sono stati ancora mai pubblicati. La ristampa di una memoria o di una comunicazione nella lingua originale o nella traduzione è permessa soltanto previo il consenso della direzione del periodico. Saranno pubblicate soltanto memorie e comunicazioni completamente pronte per la stampa e dattilografate. Le illustrazioni del testo non debbono essere ingommate al testo. Le spiegazioni delle illustrazioni del testo devono essere date su un foglio a parte. Gli autori avranno 50 copie gratis delle memorie e delle comunicazioni. Esse devono essere spedite all'indirizzo di uno dei redattori sotto indicati.

Prof. Dr. Benedykt Fuliński
Lwów, ul. Nabelaka 22, Polska.

Prof. Dr. Jan Hirschler
Lwów, ul. św. Mikołaja 4, Polska.

Prof. Dr. Gustaw Poluszyński
Lwów, ul. Kochanowskiego 67, Polska.



