Aus dem anatomisch-biologischen Institut der Universität Berlin.

Studien zur Zeugungslehre.

Vierte Mittheilung:

Über die Chromatinverhältnisse in der Spermatozytogenese von *Rana esculenta*.

Von

Fritz Levy.

Hierzu Tafel III—V und 15 Textfiguren.

Inhaltsangabe:

	Seite
A. Einleitung	85
B. Terminologie	87
C. Material und Technik	90
D. Befunde	
1. Archispermatozyten	95
2. Follikelzellen	98
3. Spermato gonien	99
4. Spermatozyten	100
5. Prä spermatiden	105
6. Spermatiden	106
E. Theoretischer Teil	
1. Zur Chromosomentheorie	106
2. Zum Reduktionsproblem	112
3. Zum Heterochromosomenproblem	129
Literaturverzeichnis	131

In meiner Studie zur Zeugungslehre: „Über künstliche Entwicklungserregung bei Amphibien“ habe ich bereits darauf hingewiesen, dass bei derartigen Versuchen ein klares Verständnis der zytologischen Befunde nur möglich ist, wenn wir über die Vorbedingungen, die Geschichte des Kernes, unter normalen Verhältnissen möglichst vollständig vertraut sind. Es ist unumgänglich nötig, die Chromosomenzahl der verwandten Tierart zu kennen und zu wissen, in welcher Weise die Reifung der Keimzellen erfolgt, ob eine Reduktion der Chromosomenzahl stattfindet, und wie diese vor sich geht, d. h. ob es sich um eine echte oder eine Pseudoreduktion handelt. Nur wenn diese Vor-

bedingungen erfüllt sind, wird es möglich sein, mit einiger Wahrscheinlichkeit richtige Schlüsse zu ziehen, ob es sich im gegebenen Falle um eine somatische Parthenogenese handelt (Winkler, 1908) mit diploider Chromosomenzahl und Reduktion bei der Reifung der Geschlechtszellen in der Tochtergeneration (z. B. *Phylloxera*), oder um eine generative Parthenogenese (Winkler, 1908) mit haploider Chromosomenzahl und ohne Reduktion (z. B. ♂ *Apis*) oder um eine degenerative Entwicklungserregung (F. Levy, 1913) mit haploider Chromosomenzahl ohne Aufregulierung bei einer Tierart, die normalerweise eine Reduktion hat, z. B. meine Versuche mit künstlicher Entwicklungserregung bei *Rana*.

Auch für die Frage nach der Geschlechtsbestimmung ist es von grosser Bedeutung, die genaue Zahl der Chromosomen und ihre Geschichte zu kennen; müssen wir doch immer mehr mit der Möglichkeit rechnen, in den „accessorischen“ oder Heterochromosomen wenn auch nicht zweifelslos den geschlechtsbestimmenden Faktor, so doch das erste morphologisch greifbare Zeichen einer sexuellen Differenzierung zu sehen.

Während die Urodelen, insbesondere *Salamandra*, seit vielen Jahrzehnten unter den Vertebraten ein Lieblingsobjekt spermatologischer Forschungen waren, lagen bis vor kurzem nur zwei neuere Untersuchungen über Anurenspermatogenesen vor, die schönen Arbeiten von Helen Dean King 1907 über *Bufo lentiginosus* und von Janssens und Willems 1909, über *Alytes obstetricans*. Ich habe es daher seit dem Beginn meiner experimentellen Arbeiten (1910) unternommen, neben diesen mich mit den feineren zytologischen Verhältnissen bei den zu den Versuchen verwandten Tierarten (*Rana*) vertraut zu machen, insbesondere die Reifungsvorgänge in den Geschlechtszellen eingehend zu studieren. Ich gedenke in einer Reihe von Beiträgen allmählich die zytologischen Grundlagen für die experimentellen Arbeiten zu liefern. Als die vorliegende Arbeit fast ganz vollendet war, erschien die Arbeit von Champy 1913: *La spermatogénèse des Batraciens*. Es war mir nicht mehr möglich, bei der Ausarbeitung auf alle von ihm gegebenen Einzelheiten einzugehen. Die Bilder, die er seiner Arbeit beigibt, entsprechen meiner Ansicht nach oft recht wenig den tatsächlichen Verhältnissen. Zur Prüfung der Objektivität der dieser

Arbeit beigegebenen Zeichnungen verweise ich auf die beigegebenen Mikrophotographien.

B. Terminologie.

Mit wenigen Worten schicke ich die Terminologie voraus, wie sie in der vorliegenden Arbeit angewandt wurde. Jeder, der sich mit der einschlägigen Literatur eingehend befasst hat, weiss, welches Durcheinander in dieser Beziehung herrscht, und dass es daher notwendig ist, vorher genau festzulegen, was unter jeder Bezeichnung verstanden werden soll.

Mit Waldeyer unterscheiden wir in der Spermatogenese drei Hauptabschnitte:

1. Spermatophylogenese: „Die Stammes-Entwicklung der Spermien bis zum ersten Auftreten eines besonderen männlichen Keimorganes (Hoden) mit den Ursamenzellen (Archispermatozyten) darin.
2. Spermatozytogenese: „Die Weiterentwicklung der Ursamenzellen bis zu dem Endstadium der zelligen Entwicklungsformen oder Vorformen der Spermien, den Spermatiden.“
3. Spermatohistogenese: „Die Umwandlung der zelligen Vorformen in die definitiven Sphären- oder Fadenform.“

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich nur mit der Spermatozytogenese und fast ausschliesslich mit der Geschichte des Chromatins während dieser Zeit. Auch in der Spermatozytogenese lassen sich nach Oskar Hertwig drei Abschnitte trennen:

1. Das Vermehrungsstadium oder das Stadium der Spermatogonien.
2. Das Wachstumsstadium oder das Stadium der Spermatozyten.
3. Das Reifestadium oder das Stadium der Präspmatiden und Spermatiden.

Das Vermehrungsstadium umfasst die verschiedenen Teilungsvorgänge von der Ursamenzelle oder Archispermatozyte bis zur Ausbildung der Spermatozyten. „Von La Valette St. George gebraucht den Namen „Ursamenzellen“ in einem anderen Sinne, als es hier geschieht, nämlich als deutsche Bezeichnung für die von ihm sonst als „Spermatogonien“ bezeichneten zelligen Vorstufen der Spermien. Da der Name „Ursamenzelle“ in diesem

Schema der Spermatogenese

Sinne (für Spermatogonien) sich aber kaum eingebürgert hat — man liest fast stets (auch bei von La Valette) „Spermatogonien“ — so darf ich [Waldeyer, Zusatz des Verfassers] ihn wohl als freigegeben ansehen und ihn anderweitig verwenden.“ Waldeyer schlägt als internationale Bezeichnung „Archispermiozyte“ vor.

Man sollte folgerichtigerweise eine einheitliche Ausdrucksweise annehmen, also entweder, wie es auf den folgenden Seiten geschieht, von Spermatogenese, Archispermatozyten, Spermatogonien, Spermatozyten, Präspmatiden, Spermatiden sprechen, oder aber auch wieder einheitlich von Spermiogenese, Archispermiozyten, Spermiogonien, Spermiozyten, Präspmatiden und Spermatiden. Eine unnötige Verwirrung ruft es hervor, wenn man wie Champy (1913) den Gesamtverlauf Spermatogenese, die Spermatohistogenese aber Spermiogenese nennt.

Archispermatozyten (F. Levy) = Archispermiozyten (Waldeyer)
= primäre Spermatogonien (King) = Stammzellen (Benda-Biondi) = spore cells (Brown) = Spermatogonies à noyaux pouciéreux (Régau) = Cellules indifférentes (Schönfeld).

Spermatogonien (von La Valette St. George-Schönfeld)
= sekundäre Spermatogonien (King) = Spermatogonies à noyaux croûteux (Régau).

Spermatozyten (von La Valette St. George) = Spermatozyten I. Ordnung = Übergangsspermatogonien (von Lénhossek = Gonocytes (Régau) = Auxocytes (Lee) = Tetracytes (Grégoire) = Henlesche Zellen (v. Ebner).

Präspmatiden (Waldeyer) = Spermatozyten II. Ordnung = Auxocytes II (Janssens) = v. Ebnersche Zellen (v. Lénhossek).

Spermatiden.

Für die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien der Spermatozyten werde ich folgende Bezeichnungen verwenden im Anschluss an von Winiwarter, Grégoire u. a.

- Leptotän: Stadium der dünnen Fäden.
- Diploän: Stadium der genäherten doppelten Fäden.
- Bukettstadium: Stadium, in dem die Chromosomen nach einem Punkte strahlig, schleifenförmig angeordnet sind (Synapsis der Autoren).

Pachytän:	Stadium der enggenäherten Fäden (durch Zygotenie verschmolzenen Fäden der Autoren).
Amphitän:	Stadium der getrennten Fäden.
Strepsitän:	Stadium der untereinander gewundenen Fäden.
(Janssens)	
Diakinese:	Stadium, in dem die bivalenten Chromosomenkomplexe im Kern verteilt und noch nicht zur Spindel angeordnet sind.

Aus meiner vorliegenden Arbeit gelange ich zu dem Schema auf Seite 88.

C. Material und Technik.

Unter der Bezeichnung *Rana esculenta* werden heute noch eine Anzahl verschiedener Formen zusammengefasst. Es ist nicht leicht, eine Entscheidung zu treffen, wie weit diese Formen zu trennen sind, ob es sich um verschiedene Spezies, Subspezies, Varianten oder Rassen handelt. Diese Frage ist ebenso schwierig zu beantworten, wie die nach der Zusammengehörigkeit und Verwandtschaft der verschiedenen anerkannten Spezies des Genus *Rana*.

Mit Tornier unterscheide ich drei Haupttypen von *Rana esculenta*. Ich lasse es dahingestellt, ob diese Typen Subspezies oder Varietäten darstellen, bemerke aber, dass auch unter diesen Typen noch ziemlich grosse Unterschiede, vielleicht Lokalvarietäten, auftreten. Die drei Typen sind nach Tornier in folgender Weise charakterisiert:

Dicht hinter dem Auge, um und auf dem kreisrunden Trommelfell, kein tiefschwarzer Schläfenfleck. (Der Zwischenraum, der die Augenlider trennt, ist höchstens halb so breit wie ein oberes Augenlid). Zu *Rana esculenta* gehören drei Varietäten:

a) Werden die Hinterbeine (wie in Textfigur 1 unten) senk-

Fig. 1.
(aus Tornier.)

recht vom Körper abgestellt, so reichen die Enden der Unterschenkel (bei y) übereinander weg. Der Höcker (Textfig. 2a) an der Innenseite der Fusssohle ist $2\frac{1}{2}$ bis 4 mal in der Länge des kurzen Zehs enthalten, hinter dem er sitzt.

Rana esculenta, *ridibunda*. (*Rana fortis* mancher Autoren [Zusatz des Verfassers].)

Textfig. 2. (Aus Tornier.)

b) Werden die Hinterbeine (wie in Textfig. 1) senkrecht vom Körper abgestellt, so reichen die Enden der Unterschenkel (bei y) nicht bis zueinander.

Der rundliche Höcker (Textfig. 2 b) an der Innenseite der Fusswurzel ist nur zwei- bis dreimal in der Länge des kurzen Zehs enthalten, hinter dem er sitzt.

Rana esculenta, *typica*.

Der rundliche Höcker an der Innenseite der Fusswurzel (Textfig. 2 c) ist nur anderthalb- bis zweimal in der Länge des kurzen Zehs enthalten, hinter dem er sitzt; er ist also gross, und ausserdem hart, und in der Mitte fast scharfkantig.

Rana esculenta, *lessonae*.

Alle drei Formen haben mir bei meinen Untersuchungen vorgelegen. Die Reifungsvorgänge sind vollkommen übereinstimmend, aber die Grösse der Zellen, Länge und Breite der homologen Mitosenspindeln weichen soweit voneinander ab, dass es möglich ist, bei Berücksichtigung der Fehlergrenzen, die durch verschiedene Quellung oder Schrumpfung unter dem Einfluss des

Fixationsmittels und des Einbettungsverfahrens entstehen, feste Unterschiede wahrzunehmen.

Vorwiegend wurde *Rana esculenta typica* benutzt. Alle Angaben sowie Figuren beziehen sich nur auf diese, sofern nichts Besonderes angegeben ist.

Das Material zu diesen Untersuchungen ist zu verschiedenen Zeiten seit dem Jahre 1910 konserviert worden. Der grösste und wichtigste Teil wurde während der Monate Juli bis Dezember 1912 und Februar bis Juli 1913 fixiert. Während der Monate Dezember bis Februar konnte ich keine frisch gefangenen Tiere bekommen, da ihr Fang durch das Eis auf den Seen unmöglich ist. Es bedeutet dies aber kaum einen schweren Verlust, da diese Zeit für die hier behandelten Fragen wenig bedeutsam ist; denn im Dezember sind schon fast alle Spermatozoen, die im kommenden Frühjahr ausgestossen werden, bereits entwickelt.

Als Konservierungsflüssigkeit verwandte ich mit gutem Erfolge Flemmings starkes Gemisch, sowie Hermanns Gemisch in der Zusammensetzung für Amphibien

1% Platinchlorid . .	75 ccm
2% Osmiumsäure . .	25 ccm
Eisessig	1 ccm

Gute Präparate erzielte ich auch mit den Gemischen von Carnoy, Zenker und Bouin. Die Kaliumbichromat-Eisessiglösung nach Tellyesnitzky und Pikrinsublimat-eisessig nach vom Rath gaben recht wenig befriedigende Fixationen. Nach den sublimathaltigen Fixationsflüssigkeiten wurde natürlich auf gründliche Jodierung geachtet. Die Hodenstückchen wurden über Xylol oder Chloroform in Paraffin eingebettet und mit dem Jungschen Tetranderмикrotom in Serienbänder von 5–10 μ dicken Schnitten, einige Blöcke zur Mitochondrienfärbung nach Benda in 2–3 μ dicke Schnitte zerlegt und mit Eiweissglyzerin nach P. Mayer aufgeklebt.

Als Färbung verwandte ich je nach der angewandten Fixation: Hämatoxylin nach Böhmer und nach Delafield, Hämalaun nach Mayer und Boraxkarmin nach Grenacher. Als Kontrastfarben verwandte ich Lichtgrün F. S. nach Benda, Pikrofuchsin nach van Gieson, Bleu de Lyon, Eosin und vor allem Orange G.

Flemming- und Hermann-Material wurde mit gutem Erfolge mit Saffranin nach Babes gefärbt, dem als Nachfärbung

Lichtgrün F. S. nach Benda, Jodjodkali-Gentianaviolett nach Gram oder Gentianaviolett-Orange nach Flemming folgten.

Einige Serien färbte ich mit der Eisenhämatoxylinfärbung nach Heidenhain, bei der verschieden weit ausdifferenziert wurde. Als Kontrastfarben dienten hier Fuchsin (Rubin) S, Lichtgrün und vor allem Bleu de Lyon.

Recht schöne und klare Bilder ergab mir die Kupferhämatoxylinfärbung nach Benda, leider ist diese schöne Färbung nur kurze Zeit haltbar. Sehr klare Bilder, die insbesondere die Chromatinnatur bestimmter Körper erkennen liessen, ergaben neben den Saffraninfärbungen die Färbung mit dem Biondischen Gemisch, die ich nach R. Krauses neuer Vorschrift (1912) anwandte, sowie eine Färbung mit Magentarot-Pikroindigokarmin, die ich mit geringer Abänderung der von Ramon y Cajal gegebenen Vorschrift seit Jahren in der Weise anwende, wie ich sie in der III. Studie zur Zeugungslehre 1914 beschrieben habe.

Die Figuren sind mit Zeiss' Apochromatimmersion 2 mm N. A. 1,30 und Kompensationsokular 8 bei einem Tubusauszug $T = 160$ mm mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates in Höhe des Objekttisches entworfen. Die Vergrößerung ist etwa 1350-fach. Als Beleuchtung diente bei den Untersuchungen wie bei der Herstellung der Zeichnungen die von mir beschriebene Mikroskopierlampe.

Für die überaus sorgfältige Ausführung der Zeichnungen bin ich Fräulein Anna Keibel zu grossem Danke verpflichtet.

Die Photographien habe ich mit derselben Optik mit Quecksilberbogenlicht photographiert. Die mit dem Objektmikrometer gemessene Vergrößerung ist tausendfach. Je nach der Färbung wurden verschiedene Filter verwandt. Mit Rücksicht darauf, dass die benutzte Agfa-Chromo-Isorapidplatte ihr zweites Empfindlichkeitsmaximum im Gelbgrünen hat, diente zumeist als Filter (Zeiss):

Pikrinsäure . . .	5,4
Kupfersulfat . . .	30
Dest. Wasser . . .	900

in einer Cuvette mit 3 cm Flüssigkeitsdicke. Dieses Filter gibt fast monochromatisches Licht mit den Wellenlängen

$$\lambda_1 = 579 \mu\mu, \lambda_2 = 576 \mu\mu, \lambda_3 = 546 \mu\mu.$$

Im Anschluss an die Darstellung der von mir angewandten Technik muss ich in kurzen Worten einige kritische Anmerkungen zu den Fixations- und vor allem Färbemethoden geben. Ein guter Teil der anscheinend unvereinbaren Tatsachen, die in den überaus zahlreichen Arbeiten zur Geschichte der Reifungsvorgänge zusammengetragen sind, finden dadurch ihre Erklärung und können einander nähergebracht werden. Es ist allgemein bekannt, dass OsO_4 -Gemische nur langsam und schwer eindringen. Man kann an Flemming- und Hermann-Präparaten stets drei Schichten unterscheiden, eine verzernte durch die Fixation zu stark angegriffene äussere Schicht, eine vorzüglich konservierte Mittelschicht und einen ungenügend fixierten Kern. Hier-
auf hat, glaube ich, schon Flemming selbst hingewiesen.

Bei Carnoy-Material, das mit zu dem bestfixierten gehört, liegen ähnliche Verhältnisse vor. Die äussere Schicht ist auch hier stark verzernt und darf darum einer Betrachtung nicht zu Grunde gelegt werden.

Als Kriterium dienten mir die Mitosenspindeln: denn diese sind bei gut fixiertem Material von fast schematischer Klarheit und Symmetrie, wenn auch natürlich nie so scharf, wie aus den Federzeichnungen einiger Autoren hervorzugehen scheint. Die grosse Mehrzahl neuerer Arbeiten ist nur auf Material aufgebaut, das mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurde. Dies bringt zwei Übelstände mit sich: einmal fehlt eine erkennbare Differenzierung echter Nukleolen von den Chromosomen. Hier ist es unbedingt notwendig, Färbungen mit dem Biondischen Gemisch oder Flemmings Dreifachfärbung vorzunehmen, um zur Frage der Heterochromosomen Stellung zu nehmen. Dann ist bekanntlich die Differenzierung mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Trotz weitgehender Differenzierung kommen leicht Verklebungen dünner Fäden vor, sodass der zwischen ihnen befindliche Spalt unsichtbar wird u. ä. Jedenfalls für das Studium der Anurenspermatogenese hat sich mir die Kupferhämatoxylinmethode nach Benda als weit überlegen erwiesen, sowohl was die Klarheit der erhaltenen Bilder betrifft als auch in der Anwendung. Bei leicht zu erwerbender geringer Übung ist man im Stande, den Grad der Differenzierung aus dem Farb- bzw. Tonwert der Schnitte mit blossem Auge zu erkennen, sodass das oft mit Schwierigkeiten verbundene Kontrollieren der Differenzierung unter dem

Mikroskop (wir gebrauchen tausendfache Vergrößerung!) fortfällt. Leider sind aber die Präparate nicht dauerhaft; sie sind schon nach einem halben Jahr entfärbt.

D. Befunde.

1. Archispermatocyten.

An den Wänden der Samenkanälchen liegen die Archispermatocyten (Fig. 1, 2, 4 Photogr. 1, 2). Die Kerne sind sehr verschiedenartig gestaltet, manchmal sind sie im Durchschnitt annähernd kreisrund, oft aber nierenförmig (Photogr. 1), oft auch ganz unregelmässig gelappt. Jede Archispermatocyte ist von etwa zwei bis fünf Follikelzellen umlagert, über die weiter unten berichtet wird. Der Kern hat exzentrische Lage, sodass die Sphäre auf die Seite gelagert ist, an der sich das meiste Plasma befindet. Im sogenannten Ruhestadium besteht der Kern aus einem weitmaschigen Lininnetz, dem Chromatin in feinen Körnchen aufgelagert ist. Im Kern finden sich ein oder mehrere Nukleoli, die sich mit basischen Farbstoffen färben. Bei Biondifärbung ist der Nukleolus mattviolett gefärbt.

Das Zellplasma ist gleichförmig gekörnelt und zeigt oft ein wabenähnliches Aussehen. Ihm eingelagert liegt nahe am Kern das Zentrosom, das von einer runden Sphäre umgeben ist. Ausser dem Zentrosom findet man im Plasma oft noch ein oder zwei runde Körper, auch von einem hellen Hof umgeben; sie treten deutlich als Gebilde besonderer Art und Struktur hervor. Bei Biondifärbung werden sie vom Säurefuchsin rot, bei Cajal grün, Orange G gelb, Eosin rot, aber immer um eine Schattierung dunkler als das übrige Plasma. Diesen Körper bezeichnet King als Acroblast und leitet von ihm den Spitzenkörper der reifen Spermatozoen, das Acrosom her. Diese Beobachtung bei Bufo entspricht genau den Verhältnissen, wie ich sie bei Rana esculenta gesehen habe. Es ist sehr leicht möglich, dass, wenn man zwei Acroblaste findet, diese aus der Teilung eines Acroblastes als Vorboten einer bevorstehenden Zellteilung entstanden sind. King ist aber im Irrtum, wenn sie den Acroblast Bendas „chromatoidem Nebenkörper“ gleichsetzt. Dieser, der auch von v. Lenhossek u. a. beschrieben wurde, gehört, glaube ich, in der Mehrzahl der Fälle einem Körper an, den ich bei den Spermatozyten beschreiben

werde und der wahrscheinlich zu den Heterochromosomen gezählt werden muss. Naturgemäss kann der Acroblast leicht, wie King schreibt, bei Eisenhämatoxylinfärbung mit einem accessorischen Chromosom verwechselt werden (vergl. meine Ausführungen in dem Technikteil dieser Arbeit). Der von Benda selbst beschriebene Körper ist nur ein stark gefärbtes Idiozom.

Nach v. La Valette St. George (1885), Meves (1895), Benda (1893), Mc Gregor (1893 u. a. sollen die Archispermatozyten sich amitotisch teilen. Trotz eifrigen Suchens habe ich bei *Rana esculenta* ebensowenig wie King bei *Bufo lentiginosus* dafür einen Anhaltspunkt gefunden. Man trifft zwar zweikernige oder mehrkernige Gebilde (Fig. 7), diese können aber so entstanden sein, dass ein nierenförmiger oder polymorpher Kern zweimal oder öfter durch das Mikrotommesser angeschnitten ist. Bei den polymorphen Kernen sind freilich manchmal die Brücken ziemlich schmal, aber nie habe ich eine Einschnürung der Zellwand gefunden, die bei einer amitotischen Teilung hätte auftreten müssen. Ich komme weiter unten noch einmal auf diese Verhältnisse zu sprechen.

In allen Fällen, in denen ich die Teilung von Archispermatozyten gesehen habe, erfolgte sie in typischer Mitose (Fig. 9 und 10) wie eine somatische Mitose. In den Äquatorialplatten glaube ich etwa 25 Chromosomen zählen zu können. Ein genaues Auszählen ist hier kaum möglich. Bei eingehenderem Studium findet man, wie es zuerst Montgomery (1906) bei *Plethodon* und *Desmosgnathus* fand, dass die Chromosomen sich paarweise der Grösse nach ordnen lassen, zumal vier V-förmige Chromosomen sind immer leicht wiederzuerkennen, ebenso zwei kleine stäbchenförmige. Janssens und Willems (1909) beschreiben bei *Alytes* auch das Vorkommen von Chromosomen-Zwillingspaaren, während Champy dies bei einigen Batrachiern bestreitet. Für Insekten ist es seit Montgomery vielfach von Sutton, Wilson, Stevens u. a. beschrieben, für *Distomum turgidum* habe ich es soeben beschrieben (F. Levy, 1914) usw.

Im Anschluss möchte ich noch auf einige pathologische Bildungen hinweisen, die ihrer Herkunft wie ihrer Beschaffenheit nach den Archispermatozyten zugerechnet werden müssen.

Lauche (1913) beschrieb pluripolare Mitosen aus Hodenregeneraten bei *Rana fusca*. Er führt die Literatur über der-

artige Gebilde vollständig auf und bemerkt dann „von Rana sind derartige Abnormitäten im Verlauf der Spermatogenese meines Wissens nicht bekannt.“ Bei *Salamandra* (Flemming) und *Bombinator* (Bromann) soll es sich um Riesenzellen handeln.

Pluripolare Mitosen in Archispermatozyten gehören keineswegs zu den Seltenheiten. Man hat öfter Gelegenheit, drei- bis sechspolige Mitosen anzutreffen, wie sie Fig. 8 und die Photographie 3 und 4 deutlich zeigen. Aus den Mikrophotogrammen geht hervor, dass es sich nur um Archispermatozyten handeln kann. Aus derartigen Mitosen gehen dann, da eine Zellteilung der Kernteilung nicht folgt, mehrkernige Zellen hervor. Es erscheint mir nicht ganz unwahrscheinlich, dass die von v. La Valette St. George, Meves, Benda, McGregor u. a. beschriebenen Amitosen jedenfalls, wenn sie diese grossen Zellen betreffen, gerade das Gegenteil, nämlich Kernverschmelzungen darstellen. Durch diese Kernverschmelzungen, wie wir sie z. B. aus der Bildung der T-Riesen von *Ascariseiern* kennen, lässt sich, glaube ich, die Entstehung jener seltsamen Formen verstehen, die teils als „rudimentäre Eier (Friedmann), teils als „Dégénération oviforme“ (Champy) bezeichnet werden. Die Champysche Bezeichnung kommt den Tatsachen am nächsten, wenn dieser Autor nicht den Gedanken, den schon Hermann (1891) aussprach, damit verknüpfte, diese Zellen seien noch nicht sexuell differenziert. Ich habe noch nicht genügend viel Material über die Entwicklung der Gonaden untersucht. Ich fand bisher nirgends in der Literatur einen Anhaltspunkt, aus welcher Art Mitosen diese „Eier“ im Hoden hervorgehen. Ich muss daher die Frage ihres Entstehens noch offen lassen. Es ist aber bemerkenswert, dass diese „Eier“ nur zu bestimmten Zeiten des Jahres auftreten. Sie fallen anscheinend einer Degeneration anheim, nachdem sie aus dem Tubulus ausgetreten sind. Diese Auffassung, dass die sich amitotisch teilenden Archispermatozyten zur Degeneration bestimmt sind, teilen auch vom Rath (1893) und King.

Welche Bedeutung diesen Zellen zukommt, ist zunächst vollkommen rätselhaft. Die Hermann-Champysche Anschauung, dass die Archispermatozyten noch nicht vollständig sexuell differenziert seien, erscheint mir wenig begründet. Meist sind diese Bildungen in den Gonaden junger Tiere gefunden worden. Man nennt seit Pflüger diese Tiere dann eine „inter-

mediäre Zwischenform“ (vergl. Kuschakewitsch, 1910). Fand man diese „Eier“ bei erwachsenen Tieren, wie Friedmann u. a., so wurden diese Fälle als Hermaphroditismus beschrieben. Wenn nun aber, wie ich oben ausgeführt habe, und wie es auch Champy gesehen hat, diese Zellformen nur zu gewissen Jahreszeiten bei sicher männlichen Tieren auftreten, dann haben diese degenerierenden Riesenzellen eine andere, wenn auch zunächst unbekannte Bedeutung. Wir sind aber nicht berechtigt, sie der Ähnlichkeit wegen als Eier zu bezeichnen. Es bedarf auch noch eingehender Untersuchungen, um festzustellen, durch welche Vorgänge die „Eier“ in den Gonaden der Kaulquappen und jungen Frösche entstehen.

Champy unterscheidet zweierlei multipolare Mitosen, „regelmässige“, die sehr selten zu finden sein sollen, und „unregelmässige“. Was die „regelmässigen“ betrifft, erscheint mir ihre Natur recht zweifelhaft zu sein. Champy bringt keinen bündigen Beweis dafür, dass, wie er angibt, diese pluripolaren Mitosen nicht zur „oviformen Degeneration“ führen, sondern eine rapide Zellvermehrung bei der Bildung der Spermatogonien darstellen. Ich habe nie, ebensowenig wie bei Zellen mit mehreren oder angeschnittenen Kernen, den „Amitosen“ der Autoren, Zellteilung bzw. Zelleinschnürungen gefunden. Bei Bombinator sollen nach Broman (1902) aus multipolaren Mitosen Riesenspermatozyten und Riesenspermatozoen hervorgehen.

2. Follikelzellen.

Jeder Archispermatozyte sind zwei bis fünf kleine flache Zellen angelagert (Fig. 1, 2, 4, 8, 9, 10). Sie erinnern an die Follikelzellen des Eies, und man bezeichnet sie daher wohl am besten auch hier als Follikelzellen. Der Kern, der ein krümeliges Aussehen hat, enthält mehrere Chromatinbrocken. Er nimmt den grössten Teil der Zelle ein und ist nur von einem ganz schmalen Plasmasaum umgeben. In diesen Zellen ist mir trotz eifrigen Suchens nie eine Mitose begegnet. Dieser Umstand ist recht beachtenswert, denn, wenn die Archispermatozyte ihre Teilungen durchmacht und allmählich zu dem grossen Zellenstaat der Spermatozyste wird (Fig. 4, Photogr. 6), werden diese Satellitenzellen immer weiter auseinandergedrängt und bleiben an den Wänden der Spermatozysten liegen. Da die wenigen Zellen, die die Samen-

mutterzelle, die Archispermatocyte, umgeben, sich aber nicht vermehren, liegen nachher diese Follikelzellen vollkommen zerstreut (Fig. 5), ohne einen sichtbaren Zusammenhang miteinander. Später liegen sie zwischen den reifen Spermatozoen und gehören dann wohl auch mit zu den in der Mitte der Tubuli häufig angefindenen Restkörpern und Detritusmassen. Irgendwelche morphologisch greifbaren Anhaltspunkte für eine bestimmte Funktion, etwa Ernährung der Archispermatocyte, habe ich bei *Rana esculenta* nicht gefunden. Die Follikelzellen kommen bei allen mir aus eigener Anschauung bekannten Amphibienformen in ähnlicher Weise vor. Sie sind dort auch mehrfach bereits beschrieben, so von v. La Valette St. George (1876), Meves (1897), Janssens (1901), Kingsbury (1902), Champy (1913) und anderen.

3. Spermatogonien.

Die Spermatogonien oder Samenmutterzellen sind rundliche Zellen. In den ersten Generationen ist der Kern noch polymorph, in den letzten dagegen annähernd kuglig oder oval (Fig. 13). Der Kern enthält ein feines Netzwerk und mehrere Nucleoli. Eins bis zwei Plasmosomen sind meist sichtbar. Die Chromosomenzahl ist hier auch etwa 25; doch lassen sich die Äquatorialplatten schlechter übersehen, da die Chromosomen enger gelagert sind als in der Archispermatocytenmitose. Die Spindel der Spermatogonienmitosen (Fig. 11, 12) ist etwas kürzer und breiter als die der Ursamenzellen. Die Mitose verläuft als typische somatische Mitose, aus dem Ruhekern bildet sich ein dickes Spirem, das in etwa 25 Segmente zerfällt, die verschiedenlang sind. Die Segmente kontrahieren sich und werden zu V-förmigen oder stäbchenförmigen Chromosomen von verschiedenen, für jedes einzelne aber bestimmter Grösse und Form.

Meves 1891 beschreibt bei *Salamandra* ein gelegentliches Vorkommen von amitotischer Zellteilung der Spermatogonien. Mc Gregor (1899) fand es dort nie. King (1907) fand bei *Bufo* diesen Vorgang nie. Bei *Rana esculenta* ist er auch nicht zu finden. Es ist die Regel, dass sich alle Spermatogonien einer Spermatozyste zur selben Zeit mitotisch teilen (Fig. 4 Photogr. 6).

Die Spermatogonien sind etwas kleiner als die Archispermatocyten, denen sie sonst sehr ähnlich sind. Charakteristisch ist, dass nicht eine Zelle, sondern ein Zellhaufen, eine Spermatozyste, von Follikelzellen umgeben ist.

4. Spermatozyten.

Aus der letzten Spermatogonienmitose geht eine Generation von Zellen hervor, in denen sich die für unsere Fragen wichtigsten Vorgänge abspielen: die Reduktion, d. h. die gleichmässige oder ungleichmässige Verteilung des Chromatins auf die Samenbildungszellen oder Prä spermatiden. Dass diese Vorgänge recht schwierig in ihrer chronologischen Folge zu erkennen sind, beweist wohl am besten der Umstand, dass selbst ein Forscher, der sie so eingehend studiert hat wie Champy in seiner grossen Arbeit über die Spermatogenese der Batrachier durch einen Irrtum in der Seriierung der verschiedenen Stadien der Spermatozyten ein Ruhestadium zwischen der Spermatozytenmitose und Prä spermatidenmitose konstatiert, wo es nicht vorhanden ist. Ich werde hierauf im theoretischen Teil noch einmal näher eingehen. Mit Recht sagt Rég aud (1910): „Si on ne l'avait suivi, pour ainsi dire pas à pas, on ne saurait reconnaître dans la grosse cellule en imminence de mitose le petit être cellulaire né de la division d'une spermatogonie.“ Trotz dieser Mannigfaltigkeit der Formen, der Ähnlichkeit des Anfangsstadiums mit den Spermatogonien muss man doch alle diese Bildungen vom genealogischen Standpunkt als eine Zellart, Spermatozyte, bezeichnen. Rég aud l. c. gibt dafür den schönen Vergleich: „Die Raupe und der Schmetterling, in den sie sich verwandelt, sind zwei aufeinanderfolgende Formen derselben Tierart, die aber doch nur einen Zeugungskreis umfassen.“ Die Begründung für die von mir angewandte Terminologie habe ich in einem besonderen Teile vorausgeschickt. Im Folgenden will ich versuchen, meine Befunde, soweit es möglich ist rein morphologisch ohne theoretische Erwägungen zu beschreiben und mich über die Deutungen und deren Wertung im theoretischen Teile eingehender äussern.

Aus der letzten Mitose der Spermatogonien gehen kleine Zellen mit einem ziemlich rundlichen Kern (Fig. 3) hervor. Zwei Charakteristika unterscheiden sie leicht sichtlich von den Spermatogonien: die geringere Grösse und ihre im Verhältnis zu den Spermatogonien grössere Anzahl in den Spermatozysten. Das Plasma ist, wie es auch z. B. Rég aud bei der Ratte beschreibt, fast homogen. Der Kern liegt meist etwas exzentrisch, Chromosome sind nicht deutlich zu unterscheiden. Der Kern macht den Anschein eines feinen Reticulums, dem feinste oft schwer oder über-

haupt nicht färbbare Körnchen von Chromatin aufgelagert sind. Das Netzwerk dürfte, wie schon Flemming (1887) bei *Salamandra* beschrieb, durch Überschneidungen dünner Fäden vorgetäuscht werden. Es tritt allmählich ein starkes Wachstum ein und dieses enthält die Berechtigung, warum van Beneden und Julin (1884) und O. Hertwig (1890) von einem Wachstumsstadium sprechen und Bolles Lee (1897) den Spermatozyten den Namen „Auxozytes“ geben durften. Die dünnen Fäden werden allmählich schärfer unterscheidbar (Fig. 15, 16). Dieses Stadium wird mit v. Winiwarter (1900), (1909) Leptotän genannt. Mit dem zunehmenden Dickerwerden der Fäden tritt immer deutlicher ein Sichnähern der Fäden zu Tage, das Diplotän. In diesem Stadium liegen die Fäden mehr oder minder parallel, wenn auch nur auf gewissen mittleren Strecken ihres Verlaufes (Fig. 17 Photogr. 9). Ich habe dies in Tausenden von Zellen beobachtet, sodass ich es entgegen King nicht für etwas Zufälliges halte. Diese typischen Bilder scheint Champy nie beobachtet zu haben. Wenn nun die Spermatozyte ihren grössten Umfang erreicht hat, tritt eine Verkürzung der Fäden durch Kontraktion ein. Diese Kontraktion nach einer Kernseite hat als Mittelpunkt den Nucleolus. In den in Fig. 19 sowie Photogr. 8 abgebildeten Zellen, die Biondi-Präparaten entnommen sind, war deutlich der mattviolett gefärbte Nucleolus, von dem in beiden Stellen verschieden weit verklumpten Chromatin, das blaugrün gefärbt war, zu unterscheiden. Mc Clung 1905 hat diese Erscheinung „Synicesis“ genannt und definiert sie als „unilateral or central contraction of the chromatin in nucleus during the prophase of the first spermatocyte“. Moore nennt dieses Stadium „Synapsis“. Dieser Ausdruck hat sich mehr eingebürgert, obwohl der Mc Clung'sche die Tatsache besser wiedergibt. Das von King beschriebene Bild einer ovalen festen Masse an der einen Kernseite habe ich auch oft gesehen, halte es aber mit Jaussens (1901) u. a. für ein durch die Fixationsmittel verursachtes Kunstprodukt oder zum mindesten für eine dadurch verursachte übermässige Verstärkung. Trotzdem ist man aber nicht berechtigt, wie es Kingsbury (1902) will, hier von einer Neigung zur Degeneration zu sprechen, denn man findet diese Stadien fast zu allen Zeiten des Jahres in grosser Menge. Ein diesem ähnliches Stadium, das Kingsbury bei *Desmognatus* in den Spermatogonien beschreibt, findet sich dort bei keiner mir

bekannten Tierart. Bei *Batrachoseps* soll nach Janssens (1905) eine solche Chromatinanhäufung nur bei schlecht fixiertem Material auftreten. Bei *Triton* beschreibt Janssens ein den hier berichteten Funden ähnliches Verhalten. Bei *Salamandra* (Flemming, Meves), *Amphiuma* (Mc Gregor), *Plethodon* (Janssens, Dumez) sind ähnliche Stadien nicht beschrieben.

Dieses Stadium scheint recht empfindlich zu sein und durch viele Fixationsmittel stärker hervortretend, als den Tatsachen entspricht. Auf diese Frage gehe ich im theoretischen Teil näher ein. Champy nennt dieses Stadium sehr treffend „stade synaptisable.“

Dieses Bukettstadium fasse ich in folgender Weise auf: die Fäden des Diplotäns sind stark genähert, ihre Enden verkleben; die Schleifenform entsteht, wenn die Fäden ihre längste Ausdehnung haben. Von einem Längsspalt, der hier auftritt, sehe ich nichts, da der zwischen beiden Fäden befindliche Raum der Zwischenraum zwischen den beiden Kopulanten ist. Nach dem Bukettstadium findet man im Kern dickere Fäden als vorher. Man nennt dieses Stadium der dicken Fäden bekanntlich Pachytänstadium oder Pachynema (Fig. 20—25). Ich sehe in dem dicken Faden nur Kontraktionszustände der dünnen Fäden. Eine Längsspaltung habe ich auch hier nie beobachtet. Die Fäden sind zum Teil umeinander geschlungen, so dass die *noyaux strepsitènes* oder das Strepsinema (Janssens) entsteht. Nach Kings Beschreibung, die sich der Auffassung von Fick und Meves nähert, zerbricht der Faden in die reduzierte Zahl von bivalenten Chromosomen. Ich glaube aus meinen Bildern aber die Deutung der Verklebung herauslesen zu müssen. Praktisch kommt beides auf dasselbe heraus, nur dass bei dem Vorgange, wenn er sich

so abspielte, wie King es beschreibt, ein Längsspalt auftreten müsste, für den auch in ihren Figuren der Anhalt fehlt. In ähnlicher Weise wie King deutet auch Champy seine Befunde. Janssens und Willems beschreiben bei *Alytes* diesen Vorgang nach der Deutung der Parasyndese mit Zygotenie.

Die Figuren 21—23 sind so erhalten, dass dieselbe Zelle gezeichnet wurde. Jede Einstellung ist gegen die vorhergehende um

Fig. 3.
Schema,
gewonnen durch
Übereinander-
legen der Figuren
21—23.

1 μ gesenkt. Von allen drei Zeichnungen wurden Pausen hergestellt und übereinander gezeichnet; sie ergeben die Textfigur 3. Es handelt sich hier um dicke „pachytäne“ Fäden, die aus dem Bukettstadium ausgetreten sind und sich soweit kontrahiert haben, dass ihr Zwischenraum sehr breit geworden ist. Janssens und sein Schüler van Hoof nennen dieses Stadium Amphitän. Es handelt sich hier um zwei Fäden, die an ihren beiden Enden verklebt sind und sich kontrahieren. Diesen Vorgang habe ich (F. Levy, 1914) in der III. Studie zur Zeugungslehre nach Beobachtungen an *Distomum turgidum* als Amphimetasyndese beschrieben.

Die Kontraktion geht weiter und führt schliesslich zur Bildung von Ringtetraden (Fig. 27, Photogr. 11, Chromosomes à deux branches Grégoire). Bei *Rana* sind diese Ringe in den wenigen Worten zuerst beschrieben, die vom Rath 1895 seiner Arbeit einfügt. Er hat auch die Ringe zuerst als bivalente Gruppen aufgefasst; gezeichnet hatte er sie schon vorher von La Valette St. George.

Manchmal wird schon hier ein Körper sichtbar, dem wir bei der Beschreibung der jetzt folgenden Mitose wieder begegnen werden. Er liegt meist an der Kernmembran und hat eine zwischen und wechselnde Form, in den deutlich übersehbaren Zellen zähle ich zwölf verschieden grosse Ringe. Das Wort Ring ist hier im weitesten Sinne zu fassen. Ich unterscheide hauptsächlich folgende Formen (Textfig. 4). Die Überschneidungsstellen sind oft verdickt, vielleicht nur infolge der optischen Deckung.

Flemming (1887) hat bei *Salamandra* diese „rätselhaften äquatoriellen Anschwellungen“ beschrieben.

Janssens (1909) baut auf sie seine Theorie der Chiasmotypie auf. Wichtig ist es, dass die Hälften jedes Ringes, die Kopulanten, spiegelbildlich gleich sind. Man muss sich davor hüten, angeschnittene Ringe etwa für gleichwertige Bildungen zu halten. Wie Fig. 27 zeigt, sind die verschiedenen Ringe untereinander durch feine Achromatinfäden verbunden. Wenn die Kontraktion der Fäden soweit vorgeschritten ist, dass die Ringtetraden vollständig ausgebildet sind, wird die Kerngrenze undeutlich. Dieses Stadium der ver-

Fig. 4.

Bivalente Chromosomengruppen (Ringe).

streut liegenden Ringe wird als Diakinese bezeichnet. Allmählich ordnen sich die Ringe zu einer Äquatorialplatte, wir erhalten eine Spindel, die sich nun durch heterotypische Mitose teilt (Fig. 28—34, Photogr. 12, 13). Die Metaphase scheint lange zu bestehen, aus der Zahl der vorkommenden Bilder zu schliessen. King will in Äquatorialplatten diese Ringe nie gesehen haben, immer nur in den Prophasen, im Gegensatz zu den von verschiedenen Autoren bei *Salamandra*, *Amphiuma*, *Batrachoseps*, *Triton* usw. erhobenen Befunden. Ich glaube aber Fig. 28 als Metaphase, in der Ringe zu erkennen sind, deuten zu müssen. Ähnliche Bildungen habe ich auch bei *Bufo vulgaris* beobachtet. Dublin (1905) beschrieb bei der Bryozoe *Pedicellina americana* prophasische Ringfiguren, die im Anfang der Metaphase noch erhalten sind und dann zu Stäbchen werden, die sich querteilen. Wie meine Figuren zeigen, King und Champy auch beschreiben, verläuft der Vorgang bei den Anuren in ähnlicher Weise. Ich möchte ihm folgende Deutung geben. Die Spindelfäden ziehen die zwei verklebten Arme der Ringtetrade aneinander. Dadurch wird zunächst der Ring zu einer Ellipse, deren Achsen allmählich immer grössere Unterschiede aufweisen (Textfig. 5). Wenn sich

Fig. 5.

die Seiten der Chromosome nähern, kann es zu einer Verklebung kommen. Dabei ist es schwer zu entscheiden, ob diese Verklebung eine echte Lebensfunktion ist oder aber

durch die Fixationsmittel bzw. Färbungen hervorgerufen wird, was mir wahrscheinlicher erscheint.

Während der Metaphase der Spermatozytenmitose tritt der oben erwähnte Körper (S. 29) deutlicher hervor und ist in der Mehrzahl der Zellen zu finden. Bald erscheint er mehr als ein rundlicher Körper, den man versucht wäre für ein vergrössertes Idiozom anzusehen (Beid's chromatoiden Nebenkörper). Oft aber zeigt er ein zweigeteiltes Aussehen wie der von Guthertz in der Spermatogenese des Menschen beschriebene Körper. Typisch ist, dass der Körper, der zuerst der Äquatorialplatte anliegt und dadurch oft mit den Chromosomen verklebt und nicht oder nur schwer zu erkennen ist, sich noch während der Metaphase hetero-

kinetisch in die Nähe des ihm zugewandten Pols begibt. Der Körper erweist sich als echtes chromatisches Gebilde, da er mit spezifischen Färbungsmethoden, z. B. mit Biondi-Lösung sich blaugrün, d. i. mit der charakteristischen Chromatinfarbe färbt. Ich sehe mich veranlasst, diesen Körper zur Gruppe der Heterochromosomen zu rechnen, und dieses „Allosom“ den „Autosomen“ gegenüberzustellen. Die Gründe, die dafür und dawider sprechen, werden im theoretischen Teile näher erörtert werden.

Die Längsspaltung der Chromosomen, die in der typischen Mitose, in der Prophase beginnt und in der Metaphase deutlich wird, ist hier ersetzt durch die paarweise Verklebung. Diese ersetzt auch das Auseinanderklappen beim Beginn der Anaphase.

Während der letzten Zeit der Metaphase zeigt sich eine Teilung der Zentrosomen (Fig. 33). Champy scheint diese Befunde als pluripolare Mitose aufzufassen. In der Anaphase und Telophase liegen die Chromosomen dicht gedrängt, so dass sie oft verklebt erscheinen; insbesondere fällt es jetzt schwer, das Heterochromosom zu unterscheiden. Die neu entstandene Zellgeneration sind die

5. Präspematiden.

Sie haben keinen sogenannten Ruhekern, wie Champy es beschreibt. Seine „Ruhekerne“, die ein seltsames Aussehen haben, halte ich, nach seinen anderen Figuren zu schliessen, für ganz junge Spermatozyten. Die Zentrosomen, die bereits in der späten Metaphase der Spermatozytenmitose geteilt waren, weichen auseinander, die telophasischen Chromosomen ordnen sich ohne eine neue Prophase durchzumachen, in dem Äquator der neu entstehenden Spindel an. Der erste Blick auf Fig. 34, Photogr. 14 zeigt, dass die erste Mitose reduktionell, eumeiotisch war; denn jetzt ist nur die halbe Chromatinmasse in der Äquatorialebene vorhanden. Die Mitose erfolgt in ähnlicher Weise wie eine typische Mitose und wird daher als homöotypisch (Flemming [1887]) bezeichnet. Im allgemeinen ist die Chromatinmasse schwer zu differenzieren, jedenfalls bei Seitenansicht. Vom Pol gesehene Äquatorialplatten (Fig. 37, 40—44) weisen 12 und 13 Chromosome auf. Die Heterochromosomen liegen anscheinend unkenntlich zwischen den übrigen Chromosomen. Manchmal findet man Mitosen, in denen sich nach jedem Pol ein chromatischer Körper (Heterochromosom) den anderen voraus heterokinetisch bewegt (Fig. 36, Photogr. 14).

Die Lebensdauer der Prä spermatiden verläuft viel schneller als die der Spermatozyten. Insbesondere die Zeit, während der die Metaphasen der ersten und zweiten Reifeteilung verlaufen, sind sehr verschieden. Die zweite Mitose läuft bedeutend schneller ab als die erste. Es ist daher sehr schwer, alle Stadien ihres Verlaufes aufzufinden. Die entstehenden Tochterzellen sind die

6. Spermatiden (Fig. 43)

aus denen durch die Histogenese die reifen Spermatozoen (Fig. 44) entstehen. Auf diese Vorgänge, die eine eingehende Beschreibung erfordern, gehe ich nicht näher ein, da sie mit der Fragestellung, die dieser Arbeit zugrunde liegt, nichts zu tun haben.

Zur Kenntnis der Spermatozoen will ich noch kurz bemerken, dass die gefärbten Präparate ergeben, dass der leuchtende Punkt, den ich (F. Levy [1911]) nach Dunkelfelduntersuchungen am Ende des Schwanzfadens beschrieb, nicht ein Nodus terminalis ist, sondern, wie ich schon damals als möglich hinstellte, der Ausdruck der Rotation eines feinen Spiculum terminale (Fick).

E. Theoretischer Teil.

1. Zur Chromosomentheorie.

Es ist ein verfehltes Unternehmen, aus den Befunden, die bei einer Tierart erhoben werden, allgemein gültige „Gesetze“ ableiten zu wollen. Trotzdem glaube ich, nach eingehendem Studium des grössten Teiles der in den letzten 30 Jahren erschienenen Originalliteratur auf dem Gebiete der Ei- und Samenreifung, dass sich die Deutung, die ich im folgenden entwickeln werde, ohne grossen Zwang auf viele Objekte anwenden lässt. In meiner III. Studie zur Zeugungslehre habe ich im Anschluss an kurze Bemerkungen über Spermato- und Ovogenese eine vorläufige Mitteilung über meine Theorie der Amphimetasyndese gemacht. Ausser den Fröschen und den dort beschriebenen Trematoden sind mir noch Triton, Salamandra,¹⁾ Tomopteris helgolandica,¹⁾ Maus und Ratte aus eigener Anschauung bekannt.

¹⁾ Das Salamandra-Material, das in Hermannscher Flüssigkeit vorzüglich fixiert war, verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. Carl Benda, Berlin. Das Tomopteris-Material, das in Pikrinschwefelsäure fixiert war, der Liebenswürdigkeit des Herrn cand. phil. Georg Hachfeld in Göttingen. Beiden Herren danke ich auch an dieser Stelle nochmals herzlich.

Es würde weit den Rahmen dieser Arbeit übersteigen, wenn ich es versuchen wollte, einen Überblick über die Stellungnahme der einzelnen Autoren zu den verschiedenen Deutungen zu geben. Bis 1910 hat dies Grégoire in seinen meisterhaften Arbeiten (1905 und 1910) vorgenommen, auf die ich hier verweisen möchte.

Nach Boveri (1901), Sutton (1902, 1904), Bonnevie (1908), Vejdovsky (1907, 1912), K. C. Schneider (1910) u. a. haben wir in den Chromosomen konstante Individualitäten zu sehen, die sich von Teilung zu Teilung oder besser gesagt durch alle Teilungen und die ihnen folgenden interkinetischen Stadien erhalten. Dieser positivistischen Richtung steht eine strikt verneinende gegenüber, der Tellyesnitzky (1902 bis 1907), Fick (1905, 1907), Della Valle (1907—1913), Champy (1913) u. a. angehören.

Ich habe mich bereits in meiner III. Studie zur Zeugungslehre gegen die immer mehr um sich greifende Auffassung von den Ruhekernen als Stadium vollständiger Auflösung und Strukturlosigkeit gewandt; eine Auffassung, die durch meiner Ansicht nach unbegründete, chemisch erscheinende Beweisgründe gestützt werden soll. Ich möchte hier darauf hinweisen, dass bereits Flemming (1887) in einer Fussnote zu dem Wort „Ruhekern“ ausdrücklich bemerkt: „Das bedeutet die nicht in Teilung stehenden Kerne“ (im Original nicht gesperrt).

Die chemische Zusammensetzung der Zelle ist uns noch recht wenig bekannt. Es ist unsicher, ob das Chromatin als eine einheitliche Phase der verschiedenen ineinander gelösten Kolloide des Kerns bzw. der Zelle aufzufassen ist. Ebenso unsicher ist die Realität einer Kernmembran. Die Tatsache, dass nach der Diakinese vor der Metaphase die Kernmembran „verschwindet“, lässt einen nicht unbedeutenden Verdacht zu, ob nicht die „Kernmembran“ nur eine Grenzfläche verschiedener Lösungen bzw. Lösungskomplexe darstellt, deren (optische) Existenz von dem Konzentrationsgrad beider Systeme abhängt. Man muss deswegen natürlich den durch die üblichen Fixationsmittel erzielten und durch die Färbungsmethoden sichtbar gemachten Ausfällungen gegenüber einige Vorsicht bewahren. Es erscheint mir aber trotzdem viel zu weit gegangen, im „Ruhekern“, wie es Tellyesnitzky tut, alle Strukturen zu leugnen,

weil sie am frischen Präparat nicht sichtbar zu machen waren. Für Fick (1907) ist dies ein schwerwiegendes Argument gegen die Theorie von der Chromosomenindividualität, ebenso wie die meines Erachtens nach recht wenig sicher bewiesene Tatsache vom Vorkommen von Amitosen in Geschlechtszellen, denen Mitosen folgen sollen. Tellyesnitzky führt als Grund gegen eine Struktur den Satz an: *Corpora non agunt nisi soluta*. Er fährt fort, mit mancherlei Einschränkungen allerdings, Chromosome und Kristalle in Analogie zu setzen. Della Valle vergleicht ebenfalls die Chromosomen mit Kristallen und Champy hat sogar eine höchst einfache Erklärung des Reduktionsvorganges (was die Zahlenreduktion betrifft) wenn er erklärt: *Pour ce qui est de la réduction chromatique, je pense que le nombre des chromosomes est réduit parce que à la suite des phénomènes du début de l'évolution des spermatocytes la chromatine est profondément remaniée à tous points de vue et, que comme une conséquence son mode de cristallisation est changé*“ Er bezeichnet diese Darstellung selbst als groben Vergleich. Sie sieht zwar sehr physikalisch-chemisch aus, ist aber im Grunde dieselbe Art der Beweisführung, wie die bekannte Ansicht, dass die ersten Lebenskeime von einem anderen Planeten auf die Erde gekommen sind, weil der Autor eine Urzeugung auf der Erde nicht annehmen will. Es ist einfach die Unbekannte um eine Größenordnung hinausgeschoben. Der andere Planet heisst hier „Cristallisation“, eine Bezeichnung, die selbst als Analogie hier völlig unangebracht ist, wie weiter unten aus einandergesetzt werden wird.

Mag man mit Boveri auf dem Boden der Chromatinerhaltungshypothese stehen, mag man, wozu ich auch mehr neige, mit Häcker sich zur Achromatinerhaltungshypothese bekennen, weder gegen die eine noch gegen die andere Theorie sind aus der Flüssigkeits-Kristallisationsanschauung irgendwelche Beweisgründe zu ziehen. Da durch Stoffwechselvorgänge in der Zelle neues Chromatin gebildet wird, kann man annehmen, dass es irgendwie in einem lösungsähnlichen Zustande entsteht. Dies ist als Hilfhypothese noch zuzugestehen. Aber wir wissen ja, gerade von den Kristallen, mit denen Tellyesnitzky u. a. die Chromosomen in Analogie setzen, dass sie durch Apposition wachsen, durch Anlagerung um einen strukturbesitzenden Kern aus der

Mutterlauge heraus. Tellyesnitzky gibt im Anschluss daran eine Deutung der Befruchtung, die sich als zytologisch völlig unhaltbar erweist: „Fließen nun die Pronuclei zusammen, so wird diese Mischung der beiden elterlichen Kernsubstanzen, die Amphimixis, gerade im Falle der feinsten lösungsähnlichen Verteilung der Kernsubstanz erst wirklich verständlich, die Vermischung der beiden elterlichen Substanzen wird umso vollkommener und inniger, je feiner die sich mengenden Substanzen verteilt sind“. Wenn auch bei der Befruchtung eine Vereinigung der Kerne erfolgt, so muss doch jetzt als sicher angenommen werden, dass väterliches und mütterliches Chromatin getrennt erhalten bleibt bezw. auf die Tochterzellen vererbt wird. Dies geht mit Klarheit hervor aus der Arbeit von Moenkhaus, die zeigte, dass die Fundulus- und Menidia-Chromosome bei den Bastarden deutlich artspezifisch erhalten bleiben. Dasselbe beweisen Baltzers schöne Untersuchungen über Echinidenbastarde. Schliesslich möchte ich noch auf die Doppelspindeln hinweisen, die Guyer bei Taubenhybriden beschrieben hat.

Die Intimfusion (Häcker) scheint erst in der F_1 -Generation bei der Reifung der Geschlechtszellen stattzufinden, aber selbst dort ist sie morphologisch, jedenfalls was einen etwaigen Ideenaustausch etc. betrifft, nicht nachweisbar. Polls grundlegende Mischlingsstudien haben uns gezeigt, dass Störungen erst auftreten, wenn es an die letzte Ausbildung der reifen Geschlechtsprodukte geht, d. h. für uns der Zusammenschluss, die Syndese, geht nicht von statten; aus welchem Grunde ist zunächst unbekannt.

Mit der Analogiesetzung von Chromosomen und Kristallen kehrt eine alte Anschauung wieder, nur, da die Cytologie inzwischen bedeutende Fortschritte gemacht hat, mit einer Deutung für ein entsprechend kleineres Objekt. Schwann glaubte, dass das Kästchen „cellula“ wie ein Kristall aus der Mutterlauge entsteht. Es hat langer Kämpfe bedurft, bis Rudolf Virchow endlich den Satz aufstellte, der jetzt Gemeingut geworden ist: „Omnis cellula e cellula.“ Die eingehenden Chromosomenstudien der letzten Zeit zeigen bei aller noch bestehenden (ziemlich geringfügigen) Differenz in den Deutungen, dass ein genetischer Zusammenhang zwischen zwei Chromosomengenerationen besteht. Die Tatsache des Rabl'schen Polfeldes, d. h. dass man in der

Prophase die Chromosomen in derselben Anordnung wie in der Telophase der vorangegangenen Mitose findet, spricht ein gewichtiges Wort dafür. Bei *Distomum turgidum* habe ich nachgewiesen, dass nach der Tetradenbildung ein „Ruhekern“ entsteht, indem die bivalenten Chromosomenkomplexe anscheinend verschwinden, dass aber nach diesem Stadium die vorher durch Amphimetasyndese vereinigten Kopulanten in typischer Stellung, wenn auch zunächst etwas gestreckt, wieder auftreten. Diese Befunde decken sich völlig mit denen, die von Kemnitz (1912) bei *Brachycoelium salamandrae* Wassermann (1913) bei *Zoogonum mirus* erhoben haben.

Boveri schrieb (1907): „Was durch den kurzen Ausdruck ‚Individualität der Chromosomen‘ bezeichnet werden soll, ist die Annahme, dass für jedes Chromosoma, das in einen Kern eingegangen ist, sich irgend eine Einheit im ruhenden Kern erhält, welche der Grund ist, dass aus diesem ruhenden Kern wieder genau ebensoviele Chromosomen hervorgehen, und dass diese Chromosomen überdies da, wo vorher verschiedene Grössen unterschieden waren, wieder in den gleichen Grössenverhältnissen auftreten.“ Seit der Arbeit von Sutton ist bei fast allen geeigneten Objekten die Tatsache nachgewiesen, dass alle Chromosomen (Autosomen) paarweise vorhanden sind und ihrer Form und Grösse nach bei allen Teilungen wiedererkannt werden können. Man kann, wie ich bei *Distomum turgidum* sowohl wie beim Frosch gesehen habe, einzelne Chromosomenpaare fast immer bestimmt wiedererkennen.

Selbst Meves, der ein entschiedener Gegner der Lehre von der Chromosomenindividualität ist, hat Messungen veröffentlicht, die auf eine paarweise Anordnung der Chromosomen schliessen lassen. Ja er sagt in derselben Arbeit, dass bei der Zellteilung Chromosome von konstanter Zahl und vielfach auch konstantem Volumen auftreten.

Dehorne¹⁾ fasst zwar die Chromosomenpaare als eine

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit muss ich ein Wort der Entschuldigung an Dehorne richten. Ich schrieb in meiner II. Studie zur Zeugungslehre: Unverständlich bleiben mir Dehornes Befunde, der beim normalen Frosch 12, bei den durch Anstechen gewonnenen Larven 6 Chromosome gezählt hat. Damals war mir die oben referierte Ansicht Dehornes noch nicht bekannt. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, stimmen dann auch unsere Befunde dort überein.

schon der Telophase voraufgehende Trennung der in der nächsten Mitose sich trennenden Fäden auf. Die Befunde und Deutungen sind von grossem Interesse, und es scheint, als ob man ihnen für einige Objekte eine gewisse Berechtigung nicht absprechen darf. Ob es freilich geboten ist, sie als allgemeingültig zu bezeichnen, bedarf noch weiterer eingehender Untersuchungen. Nach Muckermann (1913) ist diese Auffassung für die Mitosen von *Salamandra* völlig unzulässig.

Goldschmidt (1911) schreibt in seinem Lehrbuche: „Aus einem Seeigelei entsteht bei künstlicher Parthenogenese der gleiche Seeigel wie aus dem befruchteten Ei und ein kernloses Seeigeleifragment, das befruchtet wird, also nur den Samenkern enthält (sozusagen männliche Parthenogenese) gibt ebenfalls eine richtige Seeigellarve. Es muss also der reife Ei- wie Samenkern sämtliche Chromosomenarten, eine ganze ‚Chromosomengarnitur‘ (Heider) besitzen.“ Das ist in dem hier wesentlichen Punkte richtig, das entstehende Tier ist seinem ganzen Bau nach durchaus der Rasse zugehörig, der sein Kern entstammt, gleichviel durch welche Art künstlicher Entwicklungserregung er entstanden ist. Trotzdem ist er, wie aus Boveris Arbeit hervorgeht, nicht „der gleiche Seeigel wie aus dem befruchteten Ei.“ Denn er hat ja eben nur eine Garnitur, haploide Kerne. Ich erinnere auch an die Kernverhältnisse in den Arbeiten von O. Hertwig, G. Hertwig, P. Hertwig, sowie meine I. und II. Studie zur Zeugungslehre, in denen ich die Hypothese aussprach, dass wir es hier „nicht mit einer künstlichen Parthenogenese, sondern mit einer degenerativen Entwicklungserregung zu tun haben, aus der nur Abortivformen hervorgehen, die nicht geschlechtsreif werden können.“

Die Tatsache, dass regelmässig Garnituren von Chromosomen, die artspezifisch sind, vorkommen und vor allem die Zahlenkonstanz der Chromosome sprechen gewichtig gegen die Analogiesetzung der Chromosome und Kristalle. Es gibt keinen Stoff, der sich so zu taktischen Manövriereinheiten (Fick) vereinigt, dass er, wenn x Kristalle von bestimmten verschiedenen Voluminibus und bestimmten verschiedenen Formen (Länge und Breite nicht nur Kristallisationsform!) in Lösung gehen, wieder in x Kristallen von denselben bestimmten, aber ver-

schiedenen Voluminibus und Formen auskristallisieren.

Im Gegenteil. Die Deutung des genetischen Zusammenhanges, wie er aus den Arbeiten von Bonnevie, K. C. Schneider, Vejdovsky u. a. hervorgeht, muss als wahrscheinlichste Hypothese gehalten werden. Es gibt danach eine Individualität und eine Kontinuität der Chromosome; es entsteht

Omne chromosoma e chromosomate.

2. Zum Reduktionsproblem.

Auf den vorigen Seiten hatte ich die Ansicht ausgesprochen, dass väterliche und mütterliche Chromosome getrennt erhalten bleiben, bis zur Reifung der Keimzellen in der F₁-Generation. Die Studien über den Verlauf der Keimbahn (Häcker) stehen erst im Anfang. Mit Recht wies Meves (1911) darauf hin, man müsste auch echte Körpermitosen, nicht bloss die sogenannten „somatischen“ Mitosen der Spermatogonien und Ovogonien untersuchen. Ich gehe noch weiter. Man müsste eingehend untersuchen, ob etwa, was ich für wenig wahrscheinlich halte, eine sexuelle Verschiedenheit in den echten Körpermitosen statthät. Die Entscheidung dieser Frage dürfte für die Forschung nach den geschlechtsbestimmenden Ursachen und der Bedeutung der „Geschlechtschromosome“ und des Trophochromatins von einiger Wichtigkeit werden.

Schon Weismann stellte es als wahrscheinlich hin, dass inaktives oder Reservekeimplasma auch in den nicht den Gonaden angehörigen Somazellen enthalten sei.

Johannsen (1913) fasst die Weismannschen Anschauungen dahin zusammen, dass dieser Forscher „offenbar die Autonomie der genotypischen Beschaffenheit der Gonaden bzw. Gameten den rein persönlichen Charakteren des betreffenden elterlichen Körpers gegenüber hat betonen wollen.“

Wenn man, wie weiter unten zu besprechen sein wird, einer Mendel-Vererbung des Geschlechts geneigt ist, entspränge daraus die Notwendigkeit eines männlichen und weiblichen Genotypus jeder Art, wobei sich der eine stets als Heterozygot erweisen müsste.

Nach der Ansicht der meisten Autoren soll während der Synapsis eine Verschmelzung väterlicher und mütterlicher Chromosome stattfinden. Es wird unter Weiterentwicklung der Weis-

mannschen Lehre angenommen, dass ein Austausch von Vererbungseinheiten stattfindet durch wechselseitigen Uebertritt von Chromomeren (Eisen, 1900) usw. Diese Hypothese lässt sich nun durch keine morphologisch erwiesene Tatsache stützen. Mögen die Iden oder Determinanten reale Komplexe sein, so können sie sehr wohl amikroskopisch sein, und ich sehe nur sehr wenig Berechtigung dafür, sie in die Grössenordnung der im Leptotän wahrnehmbaren Chromatinkörner einzureihen. Ich fürchte vielmehr, man hat durch diese morphologisch nicht bewiesene und auch wahrscheinlich nie beweisbare Hypothese einen gefährlichen Scheinbeweisgrund für die Notwendigkeit einer Verschmelzung aufgestellt. Ich sehe auch kein Postulat dafür, das der Vererbungslehre entstammt. Denn selbst eine Unreinheit der Gameten wird durch diese oder ähnliche Annahmen über irgendwelchen Übertritt von Vererbungsmassen nur notdürftig erklärt. In der Mehrzahl der Fälle hat sich noch immer die Unreinheit der Gameten als Fehler im Ausgangsmaterial erwiesen. Wenn aber zwei Chromosomengarnituren auf zwei Zellen verteilt werden, ist für eine verschieden weite Vererbung von beiden Eltern her genügend Raum, auch wenn nur ganze väterliche und ganze mütterliche Chromosome in die Tochterzellen kommen. Denn dass diese Verteilung so erfolgt, dass nur väterliche in die eine, nur mütterliche in die andere kommen, ist nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung der bei weitem seltenste Fall. In dieser Erklärung ist „väterliche“ und „mütterliche“ so zu verstehen, dass „väterlich“ heisst: Chromosome, die sich vom Vater des Trägers der Geschlechtszelle herleiten, also von dem Grossvater des aus dieser Zelle entstehenden F_2 .

Hartmann (1912) hat in seinen interessanten Vererbungsstudien auf einen möglichen Zusammenhang von Chromosomenreduktion und Mendelvererbung hingewiesen und dabei Gedanken entwickelt, die den voranstehenden nahekommen.

Ich fasse den Vorgang der Syndese nur so auf, dass eine endweise Verklebung aus taktischen Gründen erfolgt, ohne irgendwelche theoretischen Spekulationen betreffend einen Vererbungsaustausch usw. damit zu verknüpfen. Für die Vereinigung der Leptotänfäden (Syndese Häcker) sind folgende drei Hauptansichten aufgestellt worden:

1. Parallelkonjugation (A. und K. E. Schreiner) = Parasyndese Häcker

2. End-to-End-Konjugation Montgomery = Metasyndese
Häcker

3. Amphimetasyndese (F. Levy).

Die meisten Autoren sind darüber einig, dass in den Geschlechtszellen in den letzten Generationen vor der Befruchtung die von Weismann theoretisch postulierte Reduktion des Chromatins stattfindet. Farmer und Moore (1904) nennen die Stadien der Spermatozyten und Prä spermatiden „Meiotic phase“, mit Rücksicht auf die Reduktion, die als wichtigstes Vorkommnis in diesen Zellgenerationen erscheint. Man sollte hier von einer „meiotischen Phase“ sprechen, denn diese Bezeichnung ist abgeleitet von *μείωσις* die Reduktion, während *μείωσις* die Geburtshilfe heisst.

Grégoire (1910) schlug vor, Oozyten und Spermatozyten zusammen als Tetradozyten zu bezeichnen. Dass dieser Vorschlag berechtigt ist, darüber sind sich wohl alle Autoren einig. Aber über die Art der Tetraden, ihre Entstehung und Bedeutung gehen die Ansichten weit auseinander. Grégoire unterscheidet hauptsächlich zwei Arten:

Chromosomes à deux branches und
Chromosomes en tetrades.

Bei einzelnen Objekten sind in den Chromosomes à deux branches sekundäre Längsspalte beschrieben, so von Davis (1908) bei *Stenobothrus curtipennis* u. a. Als Charakteristikum wird aufgeführt, dass sie keinen Querspalt zeigen.

Rückert (1893, 1894), Häcker (1895 ff.), vom Rath (1892, 1895), Popoff (1908), Goldschmidt (1908) u. a. bezeichnen dagegen als Tetraden nur Gruppen mit einem Querspalt entsprechend den Verhältnissen wie sie Rückert bei *Cyclops* beschrieben hat. Ähnliches bedeuten vielleicht auch die Kreuztetraden, wie sie z. B. die meisterhaften Photographien von Foot und Strobell (1908) zeigen.

Der Unterschied ist, dass bei den Stäbchentetraden die beiden Längshälften der Tetrade, also
einem Arm der zweiarmligen Form
homolog sind, während bei der Kreuz-
form die durch den Querspalt getrennten
Hälften je
einem Arm
homolog
sind.

Gegen die Auffassung der Stäbchentetraden haben sich schwere Bedenken ergeben. Man findet nämlich Vierer-Gruppen

dort, wo von einer Reduktion nicht die Rede sein kann. So hat Woltereck (1898) solche „somatische“ Tetraden in den Nährzellen von Cypris, Giardina (1902), in den Nährzellen von Dytiscus, Della Valle (1907), in Körperzellen von Salamandra (Textfig. 6a), Popoff (1908) in Leberzellen von Paludina (Text-

Fig. 6

Somatische Tetraden von a) Salamandra, b) Cyclops, c) Paludina aus Grégoire (1910).

fig. 6b), Marcus (1908) in der Thymus, Hartmann bei Trichonymphiden (Textfig. 7) gefunden. Künstlich riefen solche Bildungen hervor Hertwig (1896) durch Einwirken von Strychnin auf sich furchende Eier, Häcker (1900) und Schiller (1908) (Textfig. 6c), ebenso durch Einwirken von Äther und Chloroform.

Fig. 7

Pseudotetrapen bei Trichonymphiden (aus Hartmann 1910).

Schon Flemming bildet (Textfig. 8) derartige Pseudotetraden aus den Geschlechtszellen von Salamandra bei pluri-polaren Mitosen ab, wie sie später Nicolas (1892) bei Salamandra, Paulmier (1899), bei Anasa tristis beschrieben. Meine Fig. 8, (Photogr. 3) zeigen solche Bildungen aus degenerierenden Archi-

spermatocyten, die sich durch pluripolare Mitosen teilen. Auf die theoretische Bedeutung des Vorkommens pluripolarer Mitosen möchte ich hier nicht näher eingehen.

Fig. 8.

Pseudotetraden aus pluripolaren Mitosen der Archispermatozyte von *Salamandra*
(aus Flemming 1887).

Marcus (1906, 1908), Della Valle (1907, 1909), Popoff (1908) schliessen aus diesen Befunden, dass man den in den Spermatocyten beobachteten Bildungen keine Bedeutung für die Reduktion zuschreiben darf. Es handle sich um einen pathologischen Zustand. Popoff sieht das Vorkommen dieser Pseudotetraden in Körperzellen als einen Beweis für die R. Hertwigsche Anschauung an, dass die Synapsis eine unterdrückte Teilung sei.

Der Einwand von Marcus, Della Valle und Popoff, die Tetradenbildung sei als etwas Pathologisches aufzufassen, ist hinfällig; denn ich sehe keine Berechtigung dafür ein, dass man einen Zustand, der sich ständig als regelmässig in normalen gesunden Organen vorfindet, als pathologisch bezeichnet, weil diesem Zustande mehr oder minder ähnliche Zustände auch unter pathologischen Bedingungen vorkommen können.

Diese Bildungen haben für uns vielleicht eine andere Bedeutung. Sie bringen uns dem Verständnis der Syndese näher, indem sie uns zeigen, dass die Chromosome, wenn sie nicht getrennt werden, eine Neigung zur Agglutination, zur Verklebung, haben. Damit kommen wir auf die Frage nach der Art und den Vorgängen der Reduktion.

Fig. 9.

Schematische Darstellung der Reifungsteilungen bei *Heterocope* und *Diaptomus* (1. Vertikalreihe), *Cyclops* (ausgenommen *Cyclops phaleratus*), (2. Vertikalreihe), *Canthocamptus* und *Cyclops phaleratus* (3. Vertikalreihe) aus Matscheck.

Matscheck (1909), ein Schüler von Häcker, hat Befunde bei Copepoden veröffentlicht, denen er eine Deutung gibt, als käme in den Reifeteilungen dort keine echte Reduktion vor. Nach diesem Autor, dessen Schema ich in Teytfig. 9 wiedergebe, sind beide Reifeteilungen Äquationsteilungen bivalenter Elemente; erst in späteren Embryonalstadien werden die bivalenten Elemente durch „Teleutosynapsis“ verschmolzen.

Meiner Ansicht nach ergibt sich aus den Befunden nur, dass die anscheinende Querteilung bedeutungslos ist. Je zwei durch einen Querspalt getrennte Stäbchen sind als eine Einheit abzufassen. Damit werden die Ditetraden zu Chromosomes à deux branches mit „sekundärem“ Längsspalt in jeder Konjugantenhälfte.

Meves (1907) wies bereits darauf hin, dass die Weissmannsche Forderung einer Reduktion nicht an das Vorhandensein eines Querspaltes gebunden ist. Derartige Annahmen setzen voraus, dass wegen qualitativer Ungleichheiten in den verschiedenen Teilen des Chromosomes die Querteilung eine qualitative Reduktion herbeiführt. Für diese Annahme fehlen aber alle morphologischen Beweise.

Bevor ich näher auf die verschiedenen Theorien der Reduktion eingehe, fasse ich noch einmal kurz meine Befunde zusammen:

Aus dem interkinetischen Stadium, das der letzten Teilung der Spermatogonien folgt, geht das Leptotän der Spermatocyten hervor. Das Spirem kontrahiert sich im Bukettstadium so, dass zwei Fäden einander genähert sind. Bei der Lösung des Knäuels werden immer deutlicher je zwei Fäden wenigstens streckenweise annähernd parallel gelagert und verkleben an ihren Enden. Bei der nachfolgenden Kontraktion können sich die beiden Kopulanten wie Schlangen (Della Valle) umeinander schlingen (Strepsitän), bis endlich die Ringform der Chromosomes à deux branches gebildet ist. In dieser Form verharren die bivalenten Chromosomengruppen lange Zeit während der Diakinese und treten dann auch so in die Metaphase der ersten Reifeteilung. Schon während der Diakinese macht sich ein Körper bemerkbar, der in der frühen Metaphase sich heterokinetisch an einen Pol begibt und in der späten Metaphase sich zu teilen beginnt.

Ein interkinetisches sogenanntes Ruhestadium wurde entgegen Champy nicht gefunden. Die Centrosome teilen sich

schon während der Anaphase der ersten Reifungsteilung, so dass deren Telophase ohne dass eine besondere Prophase auftritt, zur Metaphase der zweiten überleitet.

Es ist bekanntlich nicht ganz sicher festzustellen gewesen, in welcher Richtung die zweite Teilung erfolgt. Manche Bilder, wie Fig. 28, scheinen für eine Querteilung zu sprechen. In der Mehrzahl anderer Arbeiten wird eine meist schon in der Telophase der ersten Reifeteilung auftretende Längsspaltung sichtbar (Textfig. 10 c). Ich kann der Frage Längs- oder Querspalt keine

Fig. 10.

Schema der ersten (heterotypischen) Reifeteilung (aus Grégoire).

so grosse Bedeutung beilegen, weil die Anschauung, dass es sich danach entscheide, ob die Teilung eine Äquationsteilung oder eine Reduktionsteilung ist, als Voraussetzung hat, dass durch eine Äquationsteilung die Chromatinteilchen der Chromosome quantitativ halbiert werden, während dies bei der Reduktionsteilung qualitativ erfolgen müsste. Ich habe mich oben bereits gegen diese theoretisch zwar aufzustellende, morphologisch aber nicht nachweisbare Anschauung ausgesprochen. Ich bin umso mehr dagegen, als bei der jetzt folgenden Darstellung von der Entstehung der Tetraden, d. i. der bivalenten Chromosomenkörper diese Anschauung fortfällt.

Damit komme ich zu der Frage: Parasyndese, Metasyndese oder Amphimetasyndese?

Die Parasyndetiker würden die Befunde etwa wie Textfig. 11 deuten. Es sind vier verschiedenartig gestrichelte Chromosome gezeichnet. Während des Diplotäns (b) umschlingen sich je zwei und legen sich so eng aneinander, dass sie intim miteinander

Fig. 11.

Schema der parasyndetischen Erklärung der Reduktion (aus Grégoire).

verschmelzen. Dieses Stadium der Zygotenie (c) wird mit Vorliebe in die Synapsis verlegt. Man sieht zwei dünne Fäden; es wird dunkel; und wenn es wieder hell wird, ist auf einmal ein längsgespaltener dicker Faden da (d). Inzwischen während der Dunkelheit, d. h. während der Zeit, wo nichts zu sehen war, sind die abenteuerlichsten Dinge vorgekommen. Da hat ein Austausch väterlicher und mütterlicher Vererbungsmassen, eine Umlagerung der Chromomere usw. stattgefunden, je nach den theoretischen Postulaten der Autoren; bewiesen ist nichts. Die Trennungsergebnisse (d, e, f) sind nicht dasselbe wie die Anfangsergebnisse (a). Mag, um eine verschiedene Verteilung zu erzielen, die Trennungsebene senkrecht auf der Vereinigungsebene stehen oder mögen, wenn dies nicht der Fall ist, alle die sonderbaren Vorgänge stattgefunden haben: Auf keinen von beiden Fällen wäre man also berechtigt, die beiden Stadien gleich zu zeichnen, wie es Grégoire in unserer Textfig. 11b und d tut; denn es handelt sich ja um verschiedene Gebilde. Grégoire selbst definiert die parasyndetische Auffassung: *que les gamomites ne sont qu'étroitement rapprochées dans les anses pachytènes pour reparaitre ensuite nettement lors du „dédoublement longitudinal“ et qu'ils n'y ont subi aucune fusion.* Die Mehrzahl der Parasyndetiker wie Strassburger (1905), das Ehepaar Schreiner (1906) u. a. nehmen aber die Fusion mit Austausch usw. an. Ich bestreite die Existenz oder jedenfalls die Deutung des Pachytäns, das sich wieder „spaltet“. Meiner Meinung nach gehen hier nämlich mehrerlei Dinge durcheinander, die man

möglichst dem Schema anpassen möchte, das zur Zeit die weiteste Anerkennung genießt. Erstens gibt es auf dem Wege der Kontraktion dicke Fäden, die zu zweien gelagert sind; zweitens kommt es vor, dass dünne Fäden so nahe liegen, dass sie zumal durch Eisenhämatoxylin verklebt, als einheitlicher längsgespaltener Faden erscheinen können. Das Gefährlichste aber sind dicke Fäden, die aus optischen Gründen einen Längsspalt vortäuschen. Textfig. 12 zeigt ein mit dünner Toluidin-

Fig. 12.

Mit dünner Toluidinblaulösung gefülltes Reagensglas gegen das Licht photographiert.

blaulösung gefülltes Reagensglas gegen das Licht photographiert, mit einem schönen „Längsspalt“. Dieses Phänomen mahnt zu grosser Vorsicht. Ähnliche Bilder kann man z. B. bei Salamandra, aber auch beim Frosch oft sehen.

Die metasyndetische Ansicht, die Fig. 13 wiedergibt, deute ich so: Der Spiremfaden kontrahiert sich; in ihm tritt manchmal prophasisch ein wieder verschwindender Längsspalt auf, die Kontraktion geht weiter (e) und führt zur Bildung von zwei-armigen Chromosomengruppen.

Im allgemeinen wird aber von den Metasyndetikern der Vorgang in folgender Weise erklärt. Während oder schon vor dem Bukettstadium verkleben je zwei Chromosome an ihren Enden (end-to-end, Telosynapsis Montgomery); durch einen

Fig. 13.

Schema der metasyndetischen Erklärung der Reduktion (aus Grégoire).

Querspalt oder durch Faltung (repliement) entstehen die Chromosomes à deux branches.

Meine Deutung, die ich (F. Levy 1914) als Amphimetasyndese beschrieben habe, gibt Textfig. 14 wieder. Ich gebe

Fig. 14.

Schema der amphimetasyndetischen Erklärung der Reduktion.

zu, dass eine Näherung der Fäden stattfindet, die oft, wenigstens streckenweise, Parallelität ist oder jedenfalls daran grenzt. Eine parallele Konjugation dagegen, zumal mit Fusion, aus der ein Pachynema entsteht, das sich später durch Längsspaltung teilt und zum Amphitän führt, muss ich mit Fick, Goldschmidt, Meves, Champy entschieden bestreiten, da ich dafür keine Anhaltspunkte finde.

Man muss sich darüber klar sein, dass die Chromosomen nicht wie z. B. bei Foot und Strobell so schön dem Schema entsprechend glatt zu liegen brauchen, sondern auch gebogen sein können.

Bei vielen Objekten lassen sich, glaube ich, die Befunde amphimetasyndetisch deuten. Man vergegenwärtige sich, dass Textfig. 14 c immerhin für zwei Teilungsebenen richtig ist, nämlich für beide möglichen Ebenen, die auf der Trennungsfläche der kopulierten Chromosome senkrecht stehen.

Die Synapsis spielt in den Arbeiten über das Reduktionsproblem eine grosse Rolle. Von Arbeiten, die für das Vorhandensein einer Synapsis eintreten oder zu sprechen scheinen, nenne ich nur: Sargent (1897), Paulmier (1899), von Winiwarter (1900), Berghs (1904), Gross (1904), Wilke (1906), A. und K. E. Schreiner (1906), Popoff (1907), van Mollé (1907), mit einiger Reserve King (1907), Goldschmidt (1908), Arnold (1909), Schellenberg (1911) u. a.

Champy führt dagegen an, dass kein älterer Autor ähnliche Erscheinungen beschreibt. Aber seit Janssens (1901) zu-

erst die Ansicht aussprach, dass die Synapsis ein Kunstprodukt sei, haben sich allmählich mehr Autoren gefunden, die ihm mehr oder minder weit zustimmen, so Maréchal (1906), Grégoire (1905, 1910), Benda (1906), Meves (1907), Duesberg (1908), Bolles Lee (1908), von Kemnitz (1913), Wassermann (1913), Champy (1913), F. Levy (1914) u. a.

Man kommt wohl dem wahren Stand der Dinge am nächsten, wenn man annimmt, dass aus dem Leptotän, dessen Vorhandensein Champy mit Unrecht leugnet, ein Diplotän sich bildet, das zur Bukettbildung führt. Das Bukettstadium zeigt infolge von noch unbekannten Verhältnissen eine starke Tendenz zur Verklumpung; es ist, wie Champy treffend bemerkt, ein „stade synaptisable“. Die etwas exzentrisch um den Nukleolus gelagerte Stellung der Chromatinfäden (vergl. auch F. Levy 1914) führt leicht zu einer durch die Fixation betonten Verklumpung, die durch die Färbungen, besonders Eisenhämatoxylin, noch stärker hervortreten und den Eindruck einer homogenen Masse machen kann.

Bei gut fixiertem Material habe ich diese Erscheinungen weder bei *Distomum turgidum* gefunden, wo ich also mit von Kemnitz und Wassermann im Gegensatz zu Goldschmidt stehe, noch bei *Rana esculenta*, wo ich entgegen King mich mit Champy den Befunden anschliesse, die Janssens bei *Alytes* erhoben hat.

Brauer (1893) und Meves (1907) erklären zur Reduktion: Was hier vorgeht, ist uns zunächst verborgen; wir finden die haploide Anzahl Chromosome, die zwei Längsspaltungen durchmachen. So sagt Meves (1907): „Die Geschlechtszellen bzw. ihre Kerne haben die Eigenschaft ererbt, beim Eintritt in die Wachstumsperiode die halbe Chromosomenzahl zu bilden.“ An der Hand meiner Befunde bei den verschiedensten Tierarten kann ich mich dieser Erklärung nicht anschliessen. Nachstehende Stellen, die gerade sein Hauptobjekt, *Salamandra*, betreffen, entnehme ich der grundlegenden Arbeit von Flemming (1887): „Die ruhenden Kerne (Fussnote: „Das bedeutet die nicht in Teilung stehenden Kerne) der Spermatozyten besitzen eine sehr massige und sehr chromatinreiche Kern-Struktur, Diese besteht aus dicken Strängen, welche in ziemlich gleichen Abständen und im Ganzen in leicht gewundener Form angeordnet sind, so dass

ein solcher Kern eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Knäuelstadium der Teilung hat. Diese Stränge sind zu einer Stelle am Kernumfang dem Rabl'schen Polkern in der Weise orientiert, welche Rabl als allgemeines Gesetz für den ruhenden Kern sowie für die Knäuelstadien ermittelt hat.“

„Ich bemerke . . . dass für das Erkennen der Anordnung eine bestimmte Lage des Kernes erforderlich ist; wenn man ihn dagegen in der senkrechten Richtung oder in schiefer vor sich hat, so machen die optischen Querschnitte und Kreuzungen der Fäden den Eindruck eines gleichmässigen Netzwerkes mit verdickten Knotenpunkten, Bilder, die ich früher gezeichnet habe.“

„Die Knäuelform weicht von der der gewöhnlichen Mitose nur dadurch ab, dass die sehr feinen und eng gewundenen Anfangsstadien fehlen, welche bei Epithelien Binde-substanzzellen und anderen stets vorkommen. Die rauhen Stränge des ruhenden Kernes glätten sich im Spirem aus und die feineren Zwischenbrücken scheinen zunächst zu schwinden oder werden doch undeutlich. Mit dieser ersten Spirembildung tritt bereits die Längsspaltung der Fäden auf. Ich hatte sie früher in diesem Stadium übersehen, und in der Tat fordert sie eine aufmerksame Untersuchung, da wegen der kugeligen Form dieser Knäuel die vielen Deckungen und Verkürzungsbilder der Fäden recht hinderlich sind, sodann auch deshalb, weil die Spalthalften hier sehr bald und sehr unregelmässig voneinander abrücken, so dass dann nachher der Parallelismus nicht mehr überall hervortritt (!). Namentlich in den Anfangsstadien muss man sich günstig liegende Kerne suchen, um die Spaltung deutlich zu sehen. Nach Durchsicht eines sehr grossen Materials kann ich es aber als ganz sicher hinstellen, dass in diesem Stadium die Längsspaltung abläuft und auch die völlige Längstrennung der Schwesterfäden (das heisst, ihre Entfernung voneinander) schon vollzogen wird, dies letztere im Gegensatz zu der gewöhnlichen Mitose, bei welcher bekanntlich diese völlige Längstrennung erst im Stadium der Metakinese abläuft und die Halbfäden dann sofort nach verschiedenen Seiten des Äquators separiert werden.“

„Dabei tritt gerade wie bei der gewöhnlichen Kernteilung bald eine Verdickung und zugleich Verkürzung der Fäden ein. Die Knäuel haben in diesem Stadium und auch schon im vorhergehenden . . . eine sonderbare Disposition dergestalt, dass

nach der einen Seite zu die Windungen sich dicht geschlängelt zusammenhäufen, auf der entgegengesetzten mit graderem Verlauf und in ziemlich gleichem Abstand über den Kernumfang ziehen, während das Innere des Kerns nur von wenigen Zügen durchsetzt ist. Das Rabl'sche Polfeld, das sich bei geeignet liegenden Kernen gut sehen lässt, liegt nicht ganz genau opponiert mit jener Stelle der dichten Windungen; um bestimmte Lagebeziehungen der Fäden zu diesem zu ermitteln, ist die Anordnung hier allzu verwickelt.“

„Freie Enden der Fäden sind in diesen Stadien mit Sicherheit nur selten zu finden und existieren auch wohl meistens nicht mehr, wie sich auch aus den folgenden Stadien ergeben wird.“

„Die Zahl der ursprünglichen „primären“ Segmente beträgt zwölf, ist also nur halb so gross wie bei Zellen anderer Gewebe von Salamandra. . . . In den Knäueln ist ein Zählen nicht möglich.“

Nach meinen Befunden an Salamandra deute ich auch die Flemmingschen Bilder so, dass die bivalenten Elemente, die durch den sehr frühen Längsspalt entstehen sollen, dem Diplotän entsprechen und dass hier einer der deutlichsten Fälle von Amphimetasyndese vorliegt, da hier die nahe Lagerung, die zur Auffassung der Parasyndese führt, fortfällt.

Bei Plethodon und Desmognathus findet Montgomery (1903) ebenso wie er es 1900 bei Peripatus zuerst beschrieben hat, in der frühen Prophase der Spermatozytenmitose eine reduzierte Zahl von Elementen, schleifenförmigen Chromosomen, deren Schleifen aus zwei end-to-end verklebten univalenten Chromosomen (Telosynapsis) bestehen. Später erfolgt die Verklebung zum Ring. Also auch diese Beschreibung enthält die Amphimetasyndese.

Montgomery sagt: „Hence in the typical chromosome of the ring-form, the space enclosed by the chromosome is the space between to univalent chromosomes and has nothing to do with the longitudinal split.“ Dieser Vorgang macht die Faltung nötig, die auch z. B. von Kemnitz bei Brachycoelium beschreibt. Es entspricht auch meinen Beobachtungen, dass der Zusammenschluss nicht an beiden Enden gleichzeitig zu erfolgen braucht. Entgegen Montgomery haben Janssens und Dumez bei Plethodon Parasyndese und zwei Längsteilungen beschrieben, ebenso

Janssens bei Batrachoseps und Alytes. Auch Champy spricht sich gegen die Metasyndese aus, freilich ohne sich in irgend einem positiven Sinne zu äussern.

End-to-end-Verklebung, die also auch zumeist Amphimetasyndese ist, ausserhalb der Amphibien beschrieben u. a. Stevens (1903) bei *Sagitta*, Gross (1904, 1906) bei *Syromastes* und *Pyrrhocoris*, Dublin (1905) bei *Pedicellina*, Foot und Strobell (1905) bei *Allolobophora*, Montgomery (1905) bei *Lycosa*, von Kemnitz (1913) bei *Brachycoelium*, Wassermann (1913) bei *Zoogonus mirus*. Letzterer lehnt die Faltung ab.

Die durch die Arbeiten von Rückert (1892), Fick (1893), Born (1893) vorbereitete Ansicht von der Parasyndese wurde zuerst von v. Winiwarter (1900) ausführlich entwickelt und von Schreiners (1904 ff.) und der Löwener Schule (Grégoire, 1905, Janssens, 1905 usw.) weitergeführt. Janssens beschreibt die Parasyndese auch bei *Alytes obstetricans*.

Die Gegensätze erscheinen durchaus nicht unüberbrückbar. Ich bestreite die Notwendigkeit und das Vorkommen der Fusion der beiden Diplotänfäden, selbst, wenn sie sich stark nähern und mehr oder minder parallel liegen. Fällt das Hindernis fort, das durch diese Annahme und nur durch diese entsteht, so lassen sich auch die parasyndetisch erklärten Fälle zum grossen Teile zwanglos durch die Amphimetasyndese erklären und es erscheint gar nicht so seltsam, dass die Diplotänfäden bei derselben Tierart verschieden weit genähert sind, so dass z. B. Stevens erklären konnte, dass bei *Sagitta* in der Ovogenese, Parasyndese und in der Spermatogenese Metasyndese statthat.

Korschelt und Heider (1903) haben die nicht sehr glücklichen Bezeichnungen Präreduktion und Postreduktion eingeführt für Teilungen im ersten oder zweiten Teilungsschritte.

Häcker schlug (1892) die Bezeichnung „scheinbare Reduktion“ vor, die Rückert (1894) „Pseudoreduktion“ nannte, für die Bildung bivalenter Elemente in haploider Zahl. Durch die Verklebung zweier Chromosome oder ihr Aneinanderlagern tritt eine Pseudopräreduktion ein, denn jeder Ring ist bivalent. Die Ringe sind nur in haploider (Strassburger 1905), d. h. halber Zahl der normalen Chromosome vorhanden. In der

heterotypischen Mitose (Textfigur 10) werden die Kopulanten getrennt, aus den Tetraden werden Dyaden, der Pseudoreduktion folgt die echte Reduktion, die heterotypische Mitose ist nach Farmers Bezeichnung eumeiotisch. Das Characteristicum der heterotypischen Mitose ist demnach die Trennung der Kopulanten, nicht aber der Spalthälften eines bivalenten Chromosoms, da wir ja das Voraufgehen einer parasyndetischen Verschmelzung mit folgender Längsspaltung ablehnen. Ich schliesse mich durchaus der Ansicht von Bonnevie (1907) an, dass die heterotypische Mitose nicht als Reifungscharakter anzusprechen ist, sondern bedingt wird durch die Art der Chromosomentrennung, dass sie also nicht Ursache, sondern Folge ist.

Dass eine Reduktion stattgefunden hat, beweist deutlich Fig. 34, aus der hervorgeht, dass in der Spindel der zweiten Reifungsteilung nur die halbe Chromatinmasse enthalten ist wie in der ersten. Die zweite homöotypische Mitose ist anscheinend eine Aequationsteilung, die ameiotisch ist, d. h. mit der Reduktion nichts zu tun hat. Ginge die Verteilung so vor sich, wie in Textfig. 15b, so wäre es unsicher, ob die erste oder zweite Mitose eumeiotisch ist.

Trotzdem ich bei *Rana esculenta* noch kein endgültiges Urteil hierüber abgeben könnte, habe ich mich mehr für die Auffassung a entschlossen, da ich in der Fig. 28 den scheinbaren Querspalt sehe, dessen Bedeutung für die Reduktion ich oben bestritten habe.

Fast alle Autoren nehmen an, dass die erste Reifungsteilung reduktionell (eumeiotisch Farmer) ist, so: Grégoire (1905, 1910), Maréchal (1904), Tretjakoff (1904), Berghs (1904), Bonnevie (1905), Lerat (1905), Stevens (1906), A. und K. E. Schreiner (1906), Schönfeld (1907), van Mollé (1907), van Hoof (1911) u. a.

Bei der Beschreibung seines Primärtypus hält Goldschmidt die zweite Reifeteilung für reduktionell. Es ist bemerkenswert, dass dieser Forscher hier von der Trennung ganzer Chromosome spricht. Wenn auch die Existenz des Primärtypus

Fig. 15.

Schema der beiden Reifeteilungen (a) durch Längsspalt, b) durch Querspalt erfolgende zweite Reifeteilung.

etwas zweifelhaft erscheinen muss, nach den neueren Arbeiten über Geschlechtszellenreifung bei Trematoden, so liegt entschieden etwas Richtiges darin insofern, als Trennung ganzer Chromosome eine Tatsache ist, die vorkommt, freilich nicht in der zweiten, sondern in der ersten Reifungsteilung.

Dass beide reduktionell seien, ähnlich also wie Weissmann es ursprünglich annahm, schreiben Wilcox und Tojama; auch die geistreiche Chiasmatypie Janssens gehört hierher. Ich glaube aber, dass sie nicht weiter führt, sondern eher das Verständnis erschwert, zumal sie auch mit dem geheimnisvollen Chromatinaustausch arbeitet.

Da Meves (1907) annimmt, dass in der Prophase der ersten Reifungsteilung nur $\frac{n}{2}$ Chromosome gebildet werden, die entsprechend Brauers (1893) Angaben bei Branchipus und Ascaris zwei Längsteilungen durchmachen, ist es für ihn fraglich, welche von beiden reduktionell ist.

Ein etwas teleologisch anmutendes Bedenken gegen die Annahme, dass die erste eumeiotisch ist, hat Champy, wenn er sagt: „Si comme le vent, par exemple Grégoire (1905), la première mitose était essentiellement différente de la deuxième l'une étant hétérotypique et l'autre homoeotypique, on ne comprend plus ce que veut faire la deuxième“!

Hat es sich auch bei *Rana esculenta* nicht so schön zeigen lassen, wie bei anderen Betrachiern, und wie ich es z. B. bei *Distomum turgidum* gezeigt habe, dass die zweite eine Längsteilung ähnlich der in der gewöhnlichen Körpermitose ist, können wir doch, glaube ich, zumal wenn man Bilder, wie Fig. 34 in Betracht zieht, mit Bestimmtheit sagen, dass hier vorliegt:

Pseudopräereduktion mit Amphimetasyndese,
eumeiotische, heterotypische erste Mitose,
ameiotische, homoeotypische zweite Mitose.

Die Amphimetasyndese wäre etwa in folgender Weise zu definieren: die aus der Telophase der letzten Spermatogonien-Mitose hervortretenden Leptotän-Fäden treten zusammen im Diplotän, ihre zugewandten Enden verkleben durch achromatische Brücken, eine Kontraktion führt zur Bildung bivalenter Chromosomenringe, Kreuze u. s. w.; während dieser Kontraktion kann ein Strepsitän auftreten.

Bestätigt sich die Richtigkeit dieser Deutung, so kommt ihr noch eine andere Bedeutung zu. Wir sehen, dass die bivalenten Chromosomenkomplexe verschieden gross sind, und dass die Kopulanten spiegelbildlich gleich sind. Wir hätten dann einen Beweis für das Zusammentreten homologer väterlicher und mütterlicher Chromosomen, das schon Montgomery forderte.

Da wir annehmen, dass die Verklebung durch achromatische Brücken erfolgt, bleibt für die Annahme vom Austausch von Chromomeren, Vererbungseinheiten usw. anscheinend kein Raum.

3. Zum Heterochromosomenproblem.

„Ein völlig sicherer Nachweis jener Chromosomenformen, die wir wegen ihres abweichenden Verhaltens als Heterochromosomen bezeichnen, ist nur dann möglich, wenn es gelingt, die zusammenhängende Geschichte der Chromatinverhältnisse der betreffenden Stadien, insbesondere auch die genaue Chromosomenzahl während derselben zu verfolgen“ (Gutherz, 1912). Für die meisten Insekten ist diese Forderung erfüllt; für andere Objekte, zumal für Vertebraten, stösst ihre Erfüllung aber auf grosse Schwierigkeiten. Gutherz sagt dann weiter: „Die einwandfreie Beobachtung einer Heterokinese darf auch bei nicht genau bekannter Gesamtchromosomenzahl als ausreichend für den Nachweis eines oder mehrerer Heterochromosomen gelten.“

In der Diakinese der Spermatozyten trafen wir einen nukleolusartigen Körper, der sich mit Biondi-Lösung blaugrün färbte, in der Mehrzahl der Zellen hart dem Kernrande anliegen. In früheren Stadien wurde er nicht aufgefunden. Es ist charakteristisch, dass er eine kompakte Masse darstellt (Fig. 27), im Gegensatz zu den ringförmigen Chromosomes à deux branches, ähnlich wie es Gutherz beim Heterochromosom des Menschen beschreibt. In der Metaphase der ersten Reifeteilung rückt der noch vollkommen kompakte Körper an einen Pol. Man trifft ihn auf diesem Wege in verschiedenen Stellungen an. So lange er der Äquatorialplatte anliegt, ist er nicht zu erkennen. Ist das Heterochromosom am Pol angelangt, so zeigt es bald Einschnürungen, die auf eine Teilung hindeuten. Diese frühe Teilung entspricht zeitlich der beim Frosch nicht wahrnehmbaren, bei Salamandra Alytes usw. aber bekannten „sekundären“ Längsspaltung der Kopulanten. Bei der ersten Reifeteilung geht es in

eine Tochterzelle, in der es anscheinend ohne irgend welche Besonderheiten (Heterokinese) durch Äquationsteilung auf beide Spermatiden verteilt wird. Erkennbar ist erst wieder, dass es in der Telophase der zweiten Reifeteilung Spermatiden mit 12 und 13 Chromosomen gibt.

Seit Henking (1892) bei *Pyrrhocoris apterus* das erste Heterochromosom entdeckte, ist durch eine große Reihe von Arbeiten die Bedeutung dieser Gebilde immer weiter erkannt worden. Erst in den letzten Jahren sind solche Körper auch außerhalb der Arthropoden gefunden worden, so von Morrill (1910), bei Hemipteren, Gulick (1911), bei Nematoden, Guyer (1909) a) bei Meerschweinchen, (1909) b) beim Huhn, (1910) beim Menschen, von Winiwarter und Sainmont (1909) bei der Katze, Stevens (1911) beim Meerschweinchen, Jordan (1912) beim Opossum, Payne (1913) bei *Gryllotalpa*, Gutherz (1911) beim Menschen.

Ich will hier keine kritische Uebersicht der verschiedenen Auffassungen geben, sondern nur zusammenstellen, was sich aus meinen Befunden für die Heterochromosomenlehre ergibt. Es sei nur noch erwähnt, daß Boveri und Wilson die Heterochromosomen „Geschlechtschromosomen“ genannt haben, da man das Bestehen einer Beziehung zwischen diesen Körpern und der Geschlechtsdifferenzierung sichergestellt hat. Man darf aber die Geschlechtschromosomen nicht als den geschlechtsbestimmenden Faktor bezeichnen, denn sie sind nur die zuerst morphologisch erkennbaren Zeugen einer stattgefundenen sexuellen Differenzierung. Daß diese Differenzierung ein vorgeordneter Faktor ist, ergeben die Arbeiten von Stevens (1912) über *Phylloxera* und Schleip (1912) über *Angiostomum*, aus denen hervorgeht, daß ein noch unbekannter Faktor die Ausstoßung bzw. die Degeneration eines Heterochromosoms verursacht. Durch diese wird bei hermaphroditischen bzw. parthenogenesierenden Tierformen die sexuelle Differenzierung der eingeschlechtlichen Formen hervorgerufen.

Mit welchem Typus von Heterochromosomen wir es hier zu tun haben, kann erst eine spätere Arbeit, die die Ovogenese behandeln wird, entscheiden. Diese Feststellung wird auch wichtig sein, um zu einer etwaigen Mendel-Vererbung des Geschlechtes Stellung nehmen zu können.

Auf zwei Forderungen muß aber zum Schluß hingewiesen werden:

1. Man darf nicht, wie es jetzt in so vielen Arbeiten geschieht, Heterochromosomenbefunde aufbauen auf Material, das nur mit Eisenhaematoxylin gefärbt ist, denn dieses färbt auch alle Nucleolen, Plasmosomen usw. tiefschwarz.
2. Es ist zu beachten, dass während der Metaphase der ersten Reifungsteilung heterokinetische Wanderungen der Heterochromosome polwärts stattfinden können, bevor die anderen Chromosomenkomplexe sich getrennt haben! So erklärt es sich, dass man nicht in allen Spindeln das Heterochromosom in schematischer Klarheit findet.

Literaturverzeichnis.

Von den vor 1895 erschienenen Arbeiten sind nur die aufgeführt, die in der vorliegenden Arbeit zitiert wurden.

- Agar, W. E., 1911: The spermatogenesis of *Lepidosiren paradoxa*. Quart. Journ. microsc. sc., Bd. 57.
- Derselbe, 1912: Transverse Segmentation and internal Differentiation of Chromosomes. Ebenda, Bd. 58.
- Agazotti, 1910: Ricerche ultramicroscopiche sui globuli rossi di *Spelerpes fuscus*. Zeitschr. f. allgem. Phys., Bd. 21.
- Allen, 1907: An important period of the history of the sex-cells of *Rana pipiens*. Anat. Anzeiger, 31.
- Amann, I. A., 1899: Über Bildung von Ureieren und primärfollikelähnlichen Gebilden im senilen Ovarium. Festschrift zum 70. Geburtstag C. v. Kupffers.
- Amma, K., 1911: Über die Differenzierung der Keimbahnzellen bei den Copepoden. Arch. f. Zellforsch., Bd. 6.
- Angel, 1902: La réduction numérique des chromosomes dans la spermatogénèse d'*Hélix pomatia*. Bibliographie anatomique, Bd. 3.
- *Derselbe, 1903: La glande hermaphrodite de l'escargot, Thèse.
- Angel et Bouin, 1898: A propos de la cellule de Sertoli; phénomènes de division à mitotique par clivage et nucléodièrese dans certaines conditions pathologiques. Bibliographie anatomique.
- Dieselben, 1904: Recherches sur la signification physiologique de la glande interstitielle du testicule des mammifères. Journ. de physiol. et pathol. génér.

* bedeutet, dass mir diese Arbeiten nicht zugänglich waren.

- Dieselben, 1908: La glande interstitielle du testicule chez le cheval. Arch. de zoolog. expér. et génér.
- Armbruster, L., 1913: Chromosomenverhältnisse bei der Spermatogenese solitärer Apiden (*Osmia cornuta* Latr.). Beiträge zur Geschlechtsbestimmungsfrage und zum Reduktionsproblem. Arch. f. Zellf., Bd. 11.
- Arnold, G., 1908 a: The nucleolus and microchromosomes in the spermatogenesis of *Hydrophilus piceus*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 2.
- Derselbe, 1908 b: The prophase in the ovigenesis and the spermatogenesis of *Planaria lactea*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Artom, C., 1906: Ricerche sperimentali sul modo di riprodursi dell'*Artemia salina* Lin. di Cagliari. Biol. Zentralbl., Bd. 26.
- Derselbe, 1912 a: Analisi comparativa della sostanza cromatica nelle mitosi di maturazione e nelle prime mitosi di segmentazione dell'uovo dell'*Artemia sessuata* di Cagliari (univalenz) e dell'uovo dell'*Artemia partenogenetica* di Capodistria (bivalenz). Arch. f. Zellforschung, Bd. 7.
- Derselbe, 1912 b: Le basi citologiche di una nuova sistematica dell' genere *Artemia*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 9.
- Athias, M., 1912: Sur les divisions de maturation de l'oeuf des mammifères. Archivos do Instit. bacteriol. Camara Pestana, Bd. 3.
- Atkinson, G. F., 1899: Studies on the ducts in plants. Bot. Gazette, Bd. 28.
- Auerbach, L., 1896: Untersuchungen über die Spermatogenese von *Paludina vivipara*. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 30.
- v. Baehr, W. B., 1908: Über die Bildung der Sexualzellen bei Aphididen. Zoologischer Anzeiger, Bd. 33.
- Derselbe, 1909: Die Oogenese bei einigen viviparen Aphiden und die Spermatogenese von *Aphis saliceti*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Balowitz, E., 1896: Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag der Lehre vom feineren Bau der kontraktile Elemente. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 50.
- Derselbe, 1897: Bemerkung zu der Arbeit von Dr. Carl Niessing, über die Beteiligung von Zentralkörper und Sphäre am Aufbau des Samenfadens bei Säugetieren. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48.
- Derselbe, 1905 a: Die Spermien des Batrachiers *Pelodytes punctatus* (Bonap.). Anat. Anzeiger, Bd. 27.
- Derselbe, 1905 b: Über die Spermien des Flussneunauges und ihre merkwürdige Kopfbürste. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 65.
- Derselbe, 1906: Über das regelmässige Vorkommen heteromorpher Spermien im reifen Sperma des Grasfrosches (*Rana mutua*). Zool. Anz., Bd. 30.
- Baltzer, F., 1909: Die Chromosome von *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 2.
- Derselbe, 1910: Über die Beziehungen zwischen dem Chromatin und der Entwicklung und Vererbungsrichtung bei echinodermen Bastarden. Arch. f. Zellforschung, Bd. 5.
- Derselbe, 1913: Über die Chromosomen der *Tachea* (*Helix*) *hortensis*, *Tachea austriaca* und der sogenannten einseitigen Bastarde *T. hortensis* × *austriaca*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 11.

- Bardleben, K. v., 1897: Die Zwischenzellen des Säugetierhodens. Anat. Anzeiger, Bd. 13.
- Derselbe, 1898: Weitere Beiträge zur Spermiogenese beim Menschen. Jena-ische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. 31.
- Bataillon, E., 1906 a: Nouveaux essais sur la maturation de l'œuf chez *Rana fusca*. La ségmentation parthénogénésique par le gel et par l'eau distillée. C. R. Acad. d. Sc., Bd. 143.
- Derselbe, 1906 b: Imprégnation et fécondation. Ebenda, Bd. 144.
- Derselbe, 1907: Sur l'émission des globules polaires chez *Rana fusca*. C. R. Soc. de Biologie.
- Derselbe, 1908 a: Substratum chromatique héréditaire et les combinaisons nucléaires dans les croisements chez les amphibiens. C. R. Acad. d. Sc., Bd. 147.
- Derselbe, 1908 b: Les croisements chez les amphibiens au point de vue cytologique. Ebenda, Bd. 147.
- Derselbe, 1910: Le problème de la fécondation circonscrit par l'imprégnation sans amphimixie et la parthénogenèse traumatique. Arch. de Zoolog. experim., 5e sér., Bd. 46.
- Derselbe, 1912: La parthénogenèse et la fécondation chimique de l'œuf. Annales des sciences naturelles.
- Bateson, W. und Punnett, R., 1908: The Heredity of Sex. Science N. S. 27.
- Dieselben, 1911: On the inter-relation of genetic factors proceedings. Soc. zool., Engl., Bd. 84.
- * Baumgartner, W. J., 1902: Spermatid Transformation. Kans. Univ. Soc. Bull.
- Derselbe, 1904: Some new evidences for the individuality of the chromosomes. Biol. Bul., Bd. 8.
- Baur, E., 1911: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Berlin.
- * Bayer, H., 1904: Befruchtung und Geschlechtsbildung. Strassburg.
- Beard, J., 1902: The determination of sex in animal development. Jena.
- Beauchamp, P. de, 1910: Sur l'existence et les conditions de la parthénogenèse chez *Dinophilus*. C. R. Acad. d. Sc.
- Behrens, C., 1898: Die Reifung und Befruchtung des Forelleneies. Anat. Hefte, Bd. 10.
- * Belajeff, W., 1892: Über die Kariokinesis in den Pollenmutterzellen bei *Larix* und *Fritillaria*. Sitz.-Ber. Warschauer naturf. Gesellsch.
- Benda, C., 1886: Über die Spermatogenese der Säugetiere. Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiolog. Abteilung.
- Derselbe, 1886 b: Weitere Mitteilungen zur Spermatogenese der Säugetiere. Ebenda.
- Derselbe, 1887 a: Zur Spermatogenese und Hodenstruktur der Wirbeltiere. Anat. Anzeiger, Bd. 2.
- Derselbe, 1887 b: Untersuchungen über den Bau des funktionierenden Samenkanälchens einiger Säugetiere und Folgerungen für die Spermatogenese dieser Wirbeltierklasse. Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 30.

- Derselbe, 1889: Die neuesten Publikationen auf dem Gebiet der Samenlehre. Internat. Centralblatt f. Physiol. u. Pathol. d. Harn- und Sexualorgane, Bd. 1.
- Derselbe, 1891: Neue Mitteilungen über die Entwicklung der Genitaldrüsen, über die Metamorphose der Samenzellen (Histio-genese der Spermatozoen). Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiolog. Abteilung.
- Derselbe, 1893: Zellstrukturen und Zellteilungen des Salamanderhodens. Verhandl. d. Anat. Ges.
- Derselbe, 1898 a: Über die Spermatogonien der Vertebraten und höheren Evertrebraten. Verhandl. d. Physiol. Ges. Berlin.
- Derselbe, 1898 b: Über die Entstehung der Spiralfasern des Verbindungsstückes der Säugetierspermien. Verhandl. d. Anat. Ges.
- Derselbe, 1899: Beiträge zur Mitteilung über die Mitochondria und ihre Verhältnisse zur Secretgranulation. Verhandl. d. Phys. Ges.
- Derselbe, 1906 a: Die Spermiogenese der Monotremen. Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel. Jena.
- Derselbe, 1906 b: Die Spermiogenese der Marsupialier. Ebenda.
- Beneden, E. van, 1883: Recherches sur la maturation de l'œuf et la fécondation et la division cellulaire Gand.
- Beneden, E. van et C. Julin, 1884: La spermatogénèse chez l'ascaride mégalocephale. Bull. Acad. Roy. Belg. 3e sér., Bd. 7.
- Berghs, J. B., 1904: La formation des chromosomes dans la sperogénèse végétale. Cellule, Bd. 21.
- Derselbe, 1906: Le noyau et la cinèse chez le Spirogyra. Cellule, Bd. 23.
- Berry, E. H., 1906: The „accessory chromosome“ in Epeira. Biol. Bull., Bd. 11.
- Bertacchini, P., 1896: La spermatogenesi nel gruppo degli anfi bi anuri. Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Physiol., Bd. 13.
- Derselbe, 1898: Istogenese nei nemaspermi di Triton cristatus. Ebenda, Bd. 15.
- Bigelow, H. B., 1907: Studies on the nuclea cycle of Gonionimus Murbachii A. G. Mayer. Bull. Mus. Comp. Zool. Harward Coll., Bd. 48.
- Blackmann, M. W., 1901: Notes on spermatocytes and spermatids of scolopendra. Kans. Univ. Quart., Bd. 10.
- Derselbe, 1903: On the chromatin in the spermatocytes of scolopendra heros. Biol. Bull., Bd. 5.
- Derselbe, 1905 a: Spermatogenesis of scolopendra heros. Bull. Mus. Comp. Zool. Harward, Bd. 48.
- Derselbe, 1905 b: On the Karyosphere and nucleolus in the spermatocytes of scolopendra subspinipes. Proceedings Americ. Acad. Sc., Bd. 41.
- Derselbe, 1910: An analysis of the chromosome group of scolopendra heros. Biol. Bull., Bd. 19.
- Blankertz, R., 1912: Die Ausbildung der Tetrade im Ei von Ascaris, Megalocephala univalens. Arch. f. Zellforschung, Bd. 7.
- Bolles Lee, A., 1911 a: La réduction numérique et la conjugaison des chromosomes chez l'escargot. Cellule, Bd. 27.
- Derselbe, 1911 b: L'étape strepsinématique des auxocytes de l'escargot. Ebenda.

- Derselbe, 1912: La structure des chromosomes et du nouyau au repos chez Paris quadrifolia. Cellule, Bd. 28.
- Bonnet, J., 1912: Sur le groupement par paires des chromosomes dans les nouyaux diploides. Arch. f. Zellforschung, Bd. 7.
- Bonnevie, K., 1901: Über Chromatindiminution bei Nematoden. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften.
- Dieselbe, 1905: Das Verhalten des Chromatins in den Keimzellen von Enteroxenos Oestergreni. Anat. Anzeiger, Bd. 26.
- Dieselbe, 1906: Untersuchungen über Keimzellen. Beobachtungen an den Keimzellen von Enteroxenos Oestergreni. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch., Bd. 41.
- Dieselbe, 1907: „Heterotypical“ mitosis in nereis limbata (Ehlers). Biol. Bull. 13.
- Dieselbe: Chromosomenstudien:
- 1908 a: I. Chromosome von Ascaris allium und Amphiuma. Arch. f. Zellforschung, Bd. 1.
- 1908 b: II. Heterotypische Mitose als Reifungscharakter. Arch. f. Zellforschung, Bd. 2.
- 1911: III. Chromatinreifung in Allium cepa ♂. Arch. f. Zellforschung, Bd. 8.
- Dieselbe, 1913: Über die Struktur und Genese der Ascarischromosomen, Arch. f. Zellforschung, Bd. 9.
- Bordas, M., 1913: Contribution à l'étude de la spermatogénèse dans le sagitta bipunctata. Cellule, Bd. 28.
- Boring, A. M., 1907: A study of the spermatogenesis of 22 species of the Membracidae, Jassidae, Cercopidae and Fulgoridae. Journ. exp. Zool., Bd. 4.
- Dieselbe, 1910: A small chromosome in ascaris megalcephala. Arch. f. Zellforschung, Bd. 4.
- Dieselbe, 1912: The interstitial cells and the supposed internal secretion of the chicken testis. Biol. Bull., Bd. 23.
- Dieselbe, 1913 a: The chromosomes of the Cercopidae. Ebenda, Bd. 24.
- Dieselbe, 1913 b: The odd chromosome in Cerastipsocus venosus. Ebenda, Bd. 24.
- Born, G., 1892: Die Reifung des Amphibieneis und die Befruchtung unreifer Eier bei Triton taeniatus. Anat. Anzeiger, Bd. 7.
- Derselbe, 1893: Die Struktur des Keimbläschens im Ovarialei von Triton taeniatus. Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 43.
- Bösenberg, H., 1905: Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese. Zool. Jahrbücher. Abteilung f. Anatomie und Ontog., Bd. 21.
- Bouin, P., 1900 a: Histogénèse de la gland femelle chez Rana temporaria. Arch. de Biol., Bd. 17.
- *Derselbe, 1900 b: Mitoses spermatogénétiques dans le testicule de Lithobius forficatus. Etude sur les variations de la caryocinèse. Congrès intern. de médecine.
- Derselbe, 1905: Recherches sur la figure achromatique de la cytodierèse. Sur la télophase des gros blastomères de la truite. Arch. de Zool. expér. et génér., Bd. 3. Notes et Revues.

- Bouin et Simon, 1900: Fonction sécrétoire de l'épithélium tubaire chez le cobaye. C. R. Soc. de Biol.
- Boveri, 1887: Die Bildung der Richtungskörper bei *Ascaris megaloccephala* und *Ascaris lumbricoides*. Jena.
- Derselbe, 1889: Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaft. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol., München.
- Derselbe, 1890: Über das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 24.
- Derselbe, 1892 a: Über die Bildungsstätte der Geschlechtsdrüsen und der Genital des *Amphioxus*. Anat. Anzeiger, Bd. 7.
- Derselbe, 1892 b: Befruchtung. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte.
- Derselbe, 1896: Über die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigeleier und über die Möglichkeit ihrer Bastardierung. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 2.
- Derselbe, 1901: Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkernes. Jena.
- Derselbe, 1903: Über den Einfluss der Samenzelle auf Geschlechtscharaktere der Echiniden. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 16.
- Derselbe, 1904 a: Bemerkungen über den Bau der Nierenkanälchen des *Amphioxus*. Anat. Anzeiger, Bd. 25.
- Derselbe, 1904 b: Protoplasmadifferenzierung als auslösender Faktor für Kernverschiedenheit. Sitzungs-Ber. d. physikal.-medizin. Ges. Würzburg.
- Derselbe, 1904 c: Noch ein Wort über Seeigelbastarde. Arch. f. Entwicklungsmechanik, 16.
- Derselbe, 1905: Über die Abhängigkeit der Kerngrösse und Zellenzahl der Seeigellarven von der Chromosomenzahl der Ausgangszellen. Jena 1905.
- Derselbe, 1907: Die Entwicklung dispermer Seeigeleier. Jena.
- Derselbe, 1909 a: Über Beziehungen des Chromatins zur Geschlechtsbestimmung. Sitz.-Ber. d. physikal.-medizin. Ges. Würzburg.
- Derselbe, 1909 b: Die Blastomerenkerne von *Ascaris megaloccephala* und die Theorie der Chromosomenindividualität. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Derselbe, 1910: Über Geschlechtschromosome bei den Nematoden. Arch. f. Zellforschung, Bd. 4.
- Branca, A., 1907 a: La spermatogénèse chez l'axolotille. Arch. zoolog. expér. et génér. Notes et Revues.
- Derselbe, 1907 b: Le testicule de l'axolotille en captivité. C. R. de la Soc. de Biol.
- Derselbe, 1910: Caractères des deux mitoses de maturation chez l'homme. C. R. Assoc. des Anatomist. Bruxelles.
- Branca et Lellièvre, 1911: Les cellules conjonctives du corps jaune chez la femme. C. R. Assoc. des Anatomist. Paris.
- Brauer, A., 1893: Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Ascaris megaloccephala*. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 52.

- Derselbe, 1893: Über das Ei von *Branchipus Gruberi* von der Bildung bis zur Ablage. Abhandl. Königl. Akademie d. Wiss. Berlin. Physikal.-mathemat. Klasse.
- Derselbe, 1894: Zur Kenntnis des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von *Artemia salina*. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 53.
- Braus, H., 1907: Über die spezifischen Chromosomenzahlen in der Gattung *Cyclops*. Zoolog. Anzeiger, Bd. 52.
- Derselbe, 1909: Die spezifischen Chromosomenzahlen der Gattung *Cyclops*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Braun, H., 1895: Über Zellteilung und Wachstum des Tritoneis mit einem Anhang über Amitose und Polyspermie. Jenaische Zeitschrift, Bd. 29 und 32.
- Bresca, G., 1910: Experimentelle Untersuchungen über die sekundären Sexualcharaktere der Tritonen. Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 19.
- Broman, J., 1900 a: Über Bau und Entwicklung der Spermien von *Bombinator igneus*. Anat. Anzeiger, Bd. 17.
- Derselbe, 1900 b: Über Riesenspermatiden bei *Bombinator igneus*. Ebenda.
- Derselbe, 1901 a: Notiz über das Halsstück der Spermien von *Pelobates fuscus* nebst kritischen Bemerkungen über die Nomenclatur der Spermienchwanzfäden. Anat. Anzeiger, Bd. 20.
- Derselbe, 1901 b: Notiz über das Halsstück der Spermien von *Pelobates fuscus*. Anat. Anzeiger, Bd. 20.
- Derselbe, 1907: Über Bau und Entwicklung der Spermien von *Rana fusca*. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 70.
- Browne, E. M., 1910: The relation between chromosom-number and species in *Notonecta*. Biol. Bull. 20.
- Derselbe, 1913: A study of the male germcells in *Notonecta*. Journ. of exper. zool., Bd. 14.
- Brunelli, G., 1910: La spermatogenese della *Tryxallis* I. Mem. Soc. Ital. Sc., Bd. 16.
- Derselbe, 1911: II. Divisioni maturative. Reale Acad. d. Lincei. Ser. 5 a, Bd. 8.
- Bryce, Th. H., 1901: Maturation of the ovum in *Echinus esculentus*. Quart. Journ. of Mycros. Sc., Bd. 24.
- Derselbe, 1902: The heterotypical division in the maturation of the sexual cells. Report. 51. meet. Brit. Assoc. Adv. of Sc.
- Buchner, P., 1909: Das accessorische Chromosom in Spermatogenese und Ovogenese der Orthopteren. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Derselbe, 1910 a: Über die Beziehungen zwischen Centriol und Bukettstadium. Arch. f. Zellforschung, Bd. 5.
- Derselbe, 1910 b: Keimbahn, Ovogenese von *Sagitta*. Anat. Anzeiger, Bd. 35.
- Derselbe, 1910 c: Die Schicksale des Keimplasmas der Sagitten in Reifung, Befruchtung, Keimbahn, Ovogenese und Spermatogenese. Festschrift f. Richard Hertwig, Bd. 1.
- Derselbe, 1911: Die Reifung des Seesterneies bei experimenteller Parthenogenese. Arch. f. Zellforschung, Bd. 6.

- Bugnon, 1903: La signification des faisceaux spermatiques. *Bibliographie anatomique*. Bd. 16.
- Calkins, G. N.: The spermatogenesis of *Lumbricus*. *Journ. of. morph.*, Bd. 11.
- *Derselbe, 1897: Chromatinreduction and Tetrad-formation in Pteridophytes. *Bull. of the torrey bot. Cl.* Bd. 24.
- Carnoy, J. E., 1885: La cytodiérèse chez les arthropodes. *Cellule I.*
- Derselbe, 1886, 1887: La vésicule germinative et les globules polaires de l'*Ascaris mégalocéphala*. *Cellule*, Bd. 2, 3.
- Carnoy, J. W. et H. Le Brun, 1897—99: La vésicule germinative et les globules polaires chez les batraciens. *Cellule*, Bd. 12, 13, 14, 16.
- Castle, W. E., 1896: The early embryology of *Ciona intestinalis*. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard*, Bd. 27.
- Derselbe, 1903: The heredity of Sex. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard*, Bd. 40.
- Cerruti, A., 1905 a: Sulle risoluzioni nucleolari nella vesicola germinativa degli ooziti di alcuni vertebrati. *Anat. Anzeiger*, Bd. 26.
- *Derselbe, 1905 b: Espermato-genesis en los Bufonidos. *Act. y trabajos ac. scien. Buenos-Aires*.
- Derselbe, 1906: Sull' evoluzione dell' uovo ovarico nei Selacii. *Atti della R. Acad. Sc. Napoli*, Bd. 13.
- *Champy, Ch., 1908 a: Sur la dégénérescence des spermatogonies chez la grenouille verte. *C. R. Assoc. anatom. Mars.*
- Derselbe, 1908 b: Sur les cellules interstitielles du testicule des batraciens. *C. R. Soc. de Biol.*, Bd. 64.
- Derselbe, 1909 a: A propos des mitochondries des cellules glandulaires et des cellules rénales. *C. R. Soc. de Biol.*, Bd. 56.
- Derselbe, 1909 b: Mitochondrie et corps chromatoides des spermatogonies des batraciens anoures. *Ebenda*, Bd. 56.
- *Derselbe, 1909 c: Sur la spermatogénèse des batraciens anoures. *C. R. Assoc. anatom. Nancy*.
- Derselbe, 1911: Recherches sur l'absorption intestinale et le rôle des mitochondries dans l'absorption et la sécrétion. *Arch. anatom. microsc.*, Bd. 13.
- Derselbe, 1913: La spermatogénèse des batraciens. *Arch. zool. expér.*, Bd. 52.
- *Cognetti, de Martis, 1910: Sulla funzione fagozytaria delle Basalzellen nella ghiandola ermafrodita di *Helix pomatia*. *Bull. Mus. Zool. Anat. Comp. Reg. Univers. Torino*, Bd. 25.
- Cole, 1896: On a case of hermaphroditism in *Rana temporaria*. *Anatom. Anzeiger*.
- Conklin, E. G., 1902: Karyokinesis and cytokinesis in the maturation fertilization and cleavage of *Crepidula*. *Journ. Acad. nat. sc. Philadelphia*.
- Derselbe, 1912: Cell size and nuclei size. *Journ. exper. zool.*, Bd. 12.
- Cook, M. H., 1910: Spermatogenesis in lepidoptera. *Proceed. Acad. nat. sc. Philadelphia*, Bd. 52.
- Correns, C., 1904: Scheinbare Ausnahme von der Mendelschen Spaltungsregel für Bastarde. *Ber. d. deutsch. botan. Ges.*, Bd. 20.

- Derselbe, 1907: Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes. Berlin.
- Derselbe, 1912: Selbststerilität und Individualstoffe. Festschrift der medizin.-naturw. Ges. z. 84. Versamml. deutscher Naturforscher u. Ärzte, Münster.
- Cuénot, L., 1899: Sur la détermination du sexe chez les animaux. Bull. sc. Sc. Belg. (5), Bd. 1.
- Derselbe, 1905: Les races pures et leur combinaisons chez les souris. Arch. zool. expér. et génér. (4), Bd. 3, Notes et. Revues.
- Davenport, C. B., 1897: Experimental morphology. The Macmillan Company.
- Davis, M. B., 1909: Pollen development of *oenothera grandiflora*. Ann. of botany, Bd. 23.
- Derselbe, 1910: The reduction divisions of *oenothera biennis*. Ebenda, Bd. 24.
- Derselbe, 1911: A comparison of the reduction divisions of *oenothera Lamarckiana* and *O. gigas*. Ebenda, Bd. 25.
- Davis, H. S., 1908: Spermatogenesis in Acrididae and Locustidae. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Bd. 53.
- Debaisieux, P., 1909: Le début de l'ovogénèse dans le *dytiscus marginalis*. Cellule, Bd. 25.
- Dederer, Ph., 1907: Spermatogenesis in *Philosamia cynthia*. Biol. Bull., Bd. 13.
- Dehorne, A., 1910 a: La division longitudinale des chromosomes dans les spermatogonies de *Sabellaria spinulosa* Leuck. C. R. Acad. des Sc., Paris, Bd. 150.
- Derselbe, 1910 b: Le nombre des chromosomes chez les batraciens et chez les larves parthénogénétiques de grenouille. Ebenda.
- Derselbe, 1910 c: La valeur des anes pachytènes et le mécanisme de la réduction chez *Sabellaria spinulosa* Leuck. Ebenda.
- Derselbe, 1911 a: Recherches sur la division de la cellule I. Arch. f. Zellforschung, Bd. 6.
- Derselbe, 1911 b: II. Homoeotypie et hétérotypie chez les annélides polychètes et les Trématodes. Arch. zool. expér. et génér. 9.
- Delage, Y., 1909: Le sexe chez les oursins issus de parthénogénèse expérimentale. C. R. Acad. des Sc. Paris, Bd. 148.
- Della Valle, P., 1907: Osservazioni di tetradi in cellule somatiche. Contributo alla conoscenza delle tetradi. Atti d. R. Acad. sc. fis. fis. e mat. di Napoli, Bd. 23.
- Derselbe, 1909: L'organizzazione della cromatina studiata mediante il numero dei cromosomi. Archiv. zool. Ital., Bd. 4.
- *Derselbe, 1911: La continuità delle forme di divisione nucleare ed il valore morfologico dei cromosomi. Lavori de l'istituto di anat. comp. di Napoli, Bd. 4.
- Derselbe, 1912: La morfologia della cromatina dal punto divista fisico. Arch. zool. ital., Bd. 6.
- Derselbe, 1913: Die Morphologie des Zellkernes und die Physik der Kolloide. Zeitschr. f. Chemie und Industrie der Kolloide, Bd. 12.
- Demoll, R., 1912 a: Die Spermatogenese von *Helix pomatia*. Zool. Jahrbuch, Supplement 15.

- Derselbe, B., 1912b: Über Geschlechtsbestimmung im allgemeinen und über die Bestimmung der primären Sexualcharaktere im besonderen. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Oogenese von *Helix pomatia*. Zool. Jahrbuch, Abtlg. f. allgem. Zoologie, Bd. 33.
- Deton, W., 1909: L'étape synaptique chez *Thysanozoon Brocchii*. Cellule, Bd. 25.
- Derselbe, 1912: Contribution à l'étude cytologique du cancer. Cellule, Bd. 27.
- D'Hollander, F.: 1905: Recherches sur l'ovogénèse et sur la structure et la signification du noyau vitelline de Balbiani chez les oiseaux. Arch. anat. microscop., Bd. 7.
- Digby, L., 1910: The somatic meiotic and meiotic nuclear divisions of *Galtonia candicans*. Annals of botany, Bd. 24.
- Dixon, H. H., 1894: Fertilization of *Pinus silvestris*. Annals of botany, Bd. 8.
- Doncaster, L., 1906: The spermatogenesis of the hive bee (*Apis mellifica*). Anat. Anzeiger, Bd. 19.
- Derselbe, 1907: Spermatogenesis of the honey bee. Anat. Anzeiger, Bd. 31.
- Derselbe, 1912: The chromosomes in the oogenesis and spermatogenesis of *Pieris brassicae* and in the oogenesis of *Abraxa grossulariata*. Journ. of genetics, Bd. 3.
- Derselbe, 1903: On a inherited tendency to produce purely female families in *Abraxa grossulariata* and its relation to an abnormal chromosome number. Journal of genetics, Bd. 3.
- Downing, E. R., 1905: The spermatogenesis of *Hydra*. Zoolog. Jahrbuch, Abtlg. f. Anat. u. Ontog., Bd. 21.
- Derselbe, 1908: The Ovogenesis of *Hydra fusca*. Preliminary Paper Biol. Bull. 15.
- Derselbe, 1909: The Ovogenesis of *Hydra*. Zoolog. Jahrbuch, Abtlg. f. Anat. u. Ontog., Bd. 28.
- Dublin, L. I., 1905: The History of the germ-cells in *Pedicellina americana*. Annals New York Acad. Sc., Bd. 16.
- Duesberg, I., 1906: Sur le nombre des chromosomes chez l'homme. Anat. Anzeiger.
- Derselbe, 1907: Der Mitochondrialapparat in den Zellen der Wirbeltiere und Wirbellosen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 71.
- Derselbe, 1908: Les divisions des spermatocytes chez le rat (*Mus decumanus* Pall, Var. albinus) Arch. f. Zellforschung, Bd. 1.
- Derselbe, 1909: Note complémentaire sur la spermatogénèse du rat. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Derselbe, 1910: Sur la continuité des éléments mitochondriaux des cellules sexuelles et des chondriosomes des cellules embryonnaires. Anat. Anzeiger Bd. 35.
- Derselbe, 1912: Plastosomen, „Apparato Reticolare Interno“ und Chromidialapparat. Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte Bd. 20.
- Dustin, 1907: Recherches sur l'origine des gonocytes chez les Amphibiens. Arch. de Biol. Bd. 23.
- Derselbe, 1910: L'origine des gonocytes chez les Reptiles. Ebenda, Bd. 26.

- Derselbe, 1911: A propos de l'origine des sex-cells. Réponse à M. B. Allen. Anat. Anzeiger, Bd. 49.
- Ebner, v., 1902: Köllikers Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 6. Aufl. VII. Bd. 1.
- Ecker-Gaupp, 1901: Anatomie des Frosches. Jena.
- Edwards, Ch. L., 1910: The idiochromosomes in *Ascaris megalocephala* and *Ascaris lumbricoides*. Arch. f. Zellforschung. Bd. 5.
- Derselbe, 1912: The sex-chromosomes in *Ascaris felis*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 7.
- Eisen, G., 1897: The chromoplasts and the chromioles. Biol. Centralbl. Bd. 19.
- Derselbe, 1900a: Spermatogenesis in *Batrachoseps*. Biol. Bull. Bd. 1.
- Derselbe, 1900b: Spermatogenesis in *Batrachoseps*. Journ. of Morphology, Bd. 17.
- Erlanger, R. v., 1896a: Zur Kenntnis des feineren Baues des Regenwurmhodens und der Hodenzellen. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 47.
- Derselbe, 1896b: Die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen. Zool. Centralbl. Bd. 3 (Spermatogenetische Fragen II).
- Derselbe, 1896c: Über den sogenannten Nebenkern in den männlichen Geschlechtszellen der Insekten. Zool. Anzeiger, Bd. 19.
- Derselbe, 1897a: Spermatogenetische Fragen III, über Spindelreste und den echten Nebenkern in den Hodenzellen. Zool. Centralbl. Bd. 4.
- Derselbe, 1897b: Befruchtung und Teilung an Eiern kleiner Nematoden. Biol. Centralbl. Bd. 17.
- Derselbe, 1898: Über die Befruchtung und Teilung des *Ascariseies*. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 52.
- Erlanger, R. v. und Lauterborn R., 1897: Über die ersten Entwicklungsvorgänge im parthenogenetischen und befruchteten Rädertierei. Zool. Anzeiger, Bd. 20.
- Farmer, B. J. and Moore, J. E. S., 1895: On the essential similarities existing between the heterotyp divisions in animals and plants. Anat. Anzeiger, Bd. 11.
- Dieselben, 1904: New investigations into the reduction phenomena of animals and plants. Proceedings of the Royal Society. London Bd. 52.
- Dieselben, 1905: On the Meiotic Phase (Reduction Divisions in animals and plants. Quart. Journ. Microsc. Sc. Bd. 48.
- Fauré-Fremiet, 1910: La structure physico-chimique du macronucleus des infusoires ciliés. Bull. de la Soc. zool. de France. Bd. 34.
- Derselbe, 1912: A réduction du nombre des chromosomes dans l'oeuf d'*Ascaris*. C. R. de la Soc. zool. de France. Bd. 38.
- Federley, H., 1911: Vererbungsstudien an der Lepidopterenart *Pygaera*. Arch. f. Rassen- und Gesellsch. Bd. 7.
- Derselbe, 1912: Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge *Pygaera anachoreta*, *Curtula* und *Pigra*, sowie einiger ihrer Bastarde. Ein Beitrag zur Frage der konstanten intermediären Artbastarde und der Spermatogenese der Lepidopteren. Ztschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre, Bd. 9.
- Fick, R., 1893: Über die Reifung und Befruchtung des Axolotleies. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 16.

- Derselbe, 1899 a: Mitteilungen über die Eireifung bei Amphibien, Verhandl. d. Anat. Ges. in Tübingen.
- Derselbe, 1899 b: Eireifung und Befruchtung. Jahresber. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.
- Derselbe, 1905: Betrachtungen über die Chromosomen, ihre Individualität, Reduktion und Vererbung. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., Suppl.
- Derselbe, 1907: Vererbungsfragen, Reduktion und Chromosomenhypothesen. Bastardregeln. Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. 16.
- Derselbe, 1908: Zur Konjugation der Chromosomen. Arch. f. Zellforschung. Bd. 1.
- Derselbe, 1909: Bemerkungen zu Boveris Aufsatz über die Blastomerenkerne von *Ascaris* und die Theorie der Chromosome. Arch. f. Zellforschung, Bd. 2.
- Fischel, 1906: Über Bastardierungsversuche bei Echinodermen. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 22.
- Flemming, W., 1887: Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle I. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 29.
- Derselbe, 1888: Die Spermatogenese bei *Salamandra vaculata*. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 30.
- Derselbe, 1891: Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle II. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 33.
- Derselbe, 1895: Über die Wirkung von Chromosmiumessigsäure auf Zellkerne, Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 45.
- Derselbe, 1893, 1895, 1898: Morphologie der Zelle. Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgeschichte.
- Foot, K., 1887: The origine of the cleavage centrosomes. Journ. of morph., Bd. 12.
- Foot, K. and Strobell, E. Ch., 1900: Photographs of the Egg of *Allolobophora foetida*. Journ. of morph., Bd. 16.
- Dieselben, 1902: The spermatozoa of *Allolobophora foetida*. Americ. Journ. of Anat., Bd. 1.
- Dieselben, 1905: Prophases and Metaphase of the first Maturation spindle of *Allolobophora foetida*. Americ. Journ. of Anat., Bd. 4.
- Dieselben, 1907: A study of chromosomes in the spermatogenesis of *Anasa tristis*. Americ. Journ. of Anat., Bd. 7.
- Dieselben, 1909: The nucleoli in the spermatocytes and germinal vesicles of *Euchistus variolarius*. Biol. Bull., Bd. 16.
- Dieselben, 1910: Pseudoreduction in the oogenesis of *Allolobophora foetida*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 5.
- Dieselben, 1912: Amitosis in the Ovary of *Protenor belfragii* and a study of the chromatin nucleolus. Arch. f. Zellforschung, Bd. 7.
- Dieselben, 1913: A study of chromosomes and chromatin nucleoli in *Euchistus crassus*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 9.
- Fraser and Snell, 1911: The vegetative divisions in *Vicia faber*. Annals of Bot., Bd. 25.
- Friedmann, F., 1896a: Beiträge zur Anatomie und Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 52.

- Derselbe, 1896 b: Über rudimentäre Eier in den Hoden bei *Rana viridis*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 52.
- Fries, W., 1910: Die Entwicklung der Chromosomen im Ei von *Branchipus* Grub. und der parthenogenetischen Generationen von *Artemia salina*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 4.
- Frolowa, S., 1912: Idiochromosom bei *Ascaris megaloccephala*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 9.
- Galiotti, G., 1893 a: Über experimentelle Erzeugung von Unregelmässigkeiten des kariokinetischen Prozesses. Beitr. z. path. Anat., Bd. 14.
- Derselbe, 1893 b: Beitrag zum Studium des Chromatins in den Epithelzellen der Carcinome. Ebenda.
- Gates, R. R., 1907: Pollen development in hybrids of *Oenothera lata* $\times$ *O. lamarckiana* and its relation to mutation. Bot. Gaz., Bd. 43.
- Derselbe, 1908: A study of reduction in *Oenothera rubrinervis*. Bot. Gaz., Bd. 46.
- Derselbe, 1909: The behavior of the chromosomes in *Oenothera lata* $\times$ *O. gigas*. Bot. gaz., Bd. 48.
- Derselbe, 1911: The mode of chromosome reduction. Bot. Gaz., Bd. 51.
- Geerts, J. M., 1909: Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera lamarckiana*. Rec. Trav. Bot. Néerland, Bd. 5.
- Derselbe, 1911: Cytolog. Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*. Ber. d. deutsch. Bot. Ges., Bd. 29.
- Gelei, J., 1913: Über die Ovogenese von *Dendrocoelium lacteum*. Arch. f. Zellf., Bd. XI.
- Gérard, P., 1908: Recherches sur la spermatogénèse chez *Stenobothrus biguthulus* Linn. Arch. Biol., Bd. 24.
- Derselbe, 1909: Recherches sur la réduction karyogamique dans la spermatogénèse de *Stenobothrus biguthulus* Linn. Bull. Soc. Roy. sc. méd. et nat. Bruxelles, No. 1.
- Gerould, J., 1906: The development of *Phascolosoma*. Zool. Jahrb., Bd. 23.
- Giard, A., 1899: Parthénogénèse de la macrogamète et de la microgamète des organismes pluricellulaires. Soc. d. biol. Paris. Vol. jubil.
- Giardina, A., 1901: Origine dell' oocyte e delle cellule nutritive nel *Dysticus*. Intern. Monatsschr. Anat. u. Phys., Bd. 18.
- Derselbe, 1902: Sui primi stadii dell' oogenesi e primi palmente sulle fasi di sinapsi. Anat. Anz., Bd. 21.
- Giglio-Tos, E., 1905: Della partenogenesi e della spermatogenesi nell'ape. Anat. Anz., Bd. 26.
- Godlewski, E. jun., 1906: Untersuchungen über die Bastardierung der Echiniden- und Crinoidenfamilie. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 20.
- Derselbe, 1908: Plasma und Kernsubstanz in der normalen und der durch äussere Faktoren veränderten Entwicklung der Echiniden. Arch. f. Entw.-Mechanik, Bd. 26.
- Derselbe, 1911: Studien über die Entwicklungserregung, I. Kombination der heterogenen Befruchtung mit der künstlichen Parthenogenese. Arch. f. Entw.-Mechanik, Bd. 33.

- Goldschmidt, R., 1902: Über Bau und Embryonalentwicklung von *Zoogonus mirus*. Lss. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde, Bd. 32, 1. Abt. S. 870.
- Derselbe, 1902: Untersuchung über die Eireifung, Befruchtung und Zellteilung bei *Polystomum integerrimum*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 71.
- Derselbe, 1904: Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog., Bd. 21.
- Derselbe, 1905: Eireifung, Befruchtung und Embryonalentwicklung des *Zoogonus mirus*. Lss. und der Primärtypus der Reduktion. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere, Bd. 21.
- Derselbe, 1908: Ist eine parallele Chromosomenkonjugation bewiesen? Arch. f. Zellforschung, Bd. 1.
- Derselbe, 1908: Die Chromatinreifung der Geschlechtszellen des *Zoogonus mirus* Lss. und der Primärtypus der Reduktion. Arch. f. Zellforschung II.
- Derselbe, 1908: Über das Verhalten des Chromatins bei der Eireifung und Befruchtung des *Dicrocoelium lanceatum*. Stil et Hass. (*Distomum lanceolatum*.) Arch. f. Zellforschung. Bd. 1.
- Derselbe, 1909: Die Chromatinreifung der Geschlechtszellen des *Zoogonus mirus* und der Primärtypus der Reduktion. Arch. f. Zellforschung, Bd. 2.
- Derselbe, 1911: Kleine Beobachtungen und Ideen zur Zellenlehre. I. Akzesorisches Chromosom und Geschlechtsbestimmung. Arch. f. Zellforschung, Bd. 6.
- Derselbe, 1911: Einführung in die Vererbungswissenschaft. Leipzig.
- Derselbe, 1912: Bemerkungen zur Vererbung des Geschlechtspolymorphismus. Zeitschr. f. ind. Abstamm. u. Vererb., Bd. 8.
- Grégoire, V., 1899: Les cinèses polliniques chez les Liliacées. Cellule, Bd. 16.
- Derselbe, 1904: La réduction numérique des chromosomes et les cinèses de maturation. La Cellule, Bd. 21.
- Derselbe, 1905: Les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans les deux règnes. Cellule, Bd. 22.
- Derselbe, 1906: La structure de l'élément chromosomique au repos et en division dans les cellules et végétales. Cellule, Bd. 23.
- Derselbe, 1907: La formation des géminis hétérotypiques dans les végétaux. Cellule, Bd. 24.
- Derselbe, 1908: Les phénomènes de l'étape synaptique représentent-ils une caryocinèse avortée? Cellule, Bd. 25.
- Derselbe, 1909: La réduction dans le *Zoogonus mirus* Lss. et le „Primärtypus“. Cellule, Bd. 25.
- Derselbe, 1910: Les cinèses de maturation dans les deux règnes. II. Cellule, Bd. 26.
- Derselbe et Deton, W., 1906: Contribution à l'étude de la spermatogénèse dans l'*Ophryotrocha puerilis*. La Cellule, Bd. 23.
- Derselbe et Wygaerts, A., 1903. La réconstitution du noyau et la formation des chromosomes dans les cinèses somatiques. Cellule, Bd. 21.
- *Griggs, 1906: A reduction division in *Ascaris*. Ohio Naturalis.

- Griffin, B. B., 1899: Studies on the maturation, fertilization and cleavage of *Thalassema* and *Zirphea*. Journ. of Morph., Bd. 15.
- Gross, J., 1904: Die Spermatogenese von *Syromastes marginatus*. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog., Bd. 20.
- Derselbe, 1906: Die Spermatogenese von *Pyrrhocoris apterus*. L. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog., Bd. 23.
- Derselbe, 1912: Heterochromosomen und Geschlechtsbestimmung bei Insekten. Zool. Jahrb. Abt. f. Physiol., Bd. 32.
- Gudernatsch, J. F., 1911: Hermaphroditismus in Man. Americ. Journ. of Anat., Bd. 11.
- Guérin-Ganivet, J., 1911: Contribution à l'étude systématique et biologique des Rhizocéphales. Trav. Sc. du Lab. de Zool. de Concarneau., Bd. 3.
- Gurwitsch, A., 1900: Idiozom und Zentralkörper im Ovarialei der Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 16.
- Derselbe, 1904: Morphologie und Biologie der Zelle. Jena.
- Guignard, L., 1891: Nouvelles études sur la fecondation. Ann. d. sc. nat. Bot., Bd. 14.
- Gulick, A., 1911: Über die Geschlechtschromosomen bei einigen Nematoden nebst Bemerkungen über die Bedeutung dieser Chromosomen. Arch. f. Zellforschung, Bd. 6.
- Gutherz, S., 1906: Zur Kenntnis der Heterochromosomen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 69.
- Derselbe, 1909: Wird die Annahme einer Beziehung zwischen Heterochromosomen und Geschlechtsbestimmung durch das Studium der *Gryllus*-Oogenese widerlegt. Sitz.-Ber. Ges. naturforsch. Freunde, Berlin.
- Derselbe, 1911: Über den gegenwärtigen Stand der Heterochromosomenforschung. Sitz.-Ber. Ges. naturforsch. Freunde, Berlin.
- Derselbe, 1912: Über ein bemerkenswertes Strukturelement (Heterochromosom?) in der Spermiogenese des Menschen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 79. II.
- Derselbe, 1912: Eine Hypothese zur Bearbeitung des Problems der Geschlechtsdifferenzierung bei Metazoen. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin.
- *Guyer, M. F., 1900: Spermatogenesis of normal and hybrid Pigeons. Dissert. at the Univ. of Chicago.
- Derselbe, 1909: The spermatogenesis of the domestic chicken. Anat. Anzeiger, Bd. 34.
- Derselbe, 1909: The spermatogenesis of the domestic Guinea. Anat. Anzeiger, Bd. 34.
- Derselbe, 1910: Accessory chromosomes in man. Biol. Bull., Bd. 19.
- Haecker, V., 1892: Die heterotypische Kernteilung im Cyklus der generativen Zellen. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B. VI.
- Haecker, 1892: Die Eibildung bei *Cyclops* und *Canthocampus*. Zool. Jahrb., Bd. 5.
- Derselbe, 1893: Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen I. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 61.
- Derselbe, 1895: Die Vorstadien der Eireifung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 45.

- Derselbe, 1895: Über die Selbständigkeit der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz während der Embryonalentwicklung von *Cyclops brevicornis*. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 44.
- Derselbe, 1897: Über weitere Übereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen. Biol. Zentralbl., Bd. 42.
- Derselbe, 1898: Über vorbereitende Teilungsvorgänge bei Tieren und Pflanzen. Verhandl. d. Zool. Ges., Bd. 8.
- Derselbe, 1899: Die Reifungserscheinungen. Anat. Hefte, Bd. 8.
- Derselbe, 1900: Mitosen im Gefolge amitosenähnlicher Vorgänge. Anat. Anzeiger, Bd. 17.
- Derselbe, 1902: Über das Schicksal der elterlichen und grosselterlichen Kernanteile. Morphologische Beiträge zum Ausbau der Vererbungslehre. Jena. Zeitschr., Bd. 37.
- Derselbe, 1904: Bastardierung und Geschlechtszellenbildung. Festschr. f. Weismann. Zool. Jahrb., Suppl. 7.
- Derselbe, 1907: Die Chromosome als angenommene Vererbungsträger. Ergebnisse und Fortschritte der Zool., Bd. 1.
- Derselbe, 1908: Über die Vierergruppen der Copepoden unter natürlichen und künstlichen Bedingungen. Verh. d. Zool. Ges.
- Derselbe, 1909: Über die Chromosomenbildung der Aulacanthiden. Zool. Anzeiger, Bd. 34.
- Derselbe, 1910: Ergebnisse und Ausblicke in der Keimzellenforschung. Zeitschrift f. induct. Abstamm. u. Vererb.-Lehre.
- Derselbe, 1911: Allgemeine Vererbungslehre. Braunschweig.
- Halkin, H., 1902: Recherches sur la maturation, la fécondation et le développement du *Polystomum integerrimum*. Arch. d. Biol., Bd. 18.
- Hammarsten, O., 1910: Lehrbuch der physiol. Chemie, 7. Aufl., Wiesbaden.
- Hanel, Elise, 1907: Vererbung bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung von *Hydra grisea*. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 43.
- Hansemann, D. v., 1891: Über pathologische Mitosen. Arch. f. path. Anat. u. Phys., Bd. 123.
- Harms, W., 1913: Über das Auftreten von zyklischen, von den Keimdrüsen unabhängigen sekundären Sexusmerkmalen bei *Rana fusca*. Rös. Zool. Anzeiger, Bd. 42.
- Hartmann, M., 1910: Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Trichonymphen (*Trichonympha* Hertwigi n. sp.) Festschr. f. R. Hertwig, Bd. 1.
- Derselbe, 1912: Vererbungsstudien I. Über einen experimentellen Beweis für die Beziehung der Chromosomenreduktion zur Mendelvererbung. Zool. Jahrb., Suppl. 15, Bd. 3.
- Heffner, B., 1910: A study of chromosomes of *Toxopneustes variegatus* which show individual peculiarities of form. Biol. Bull., Bd. 19.
- Hindle, E., 1910: A cytological study of artificial parthenogenesis in *Strongylocentrotus purpuratus*. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 31.
- Heider, K., 1906: Vererbung und Chromosomen. Versamml. d. Naturfr. u. Ärzte, Jena.

- Heidenhain, M., 1900: Über die Zentralkapseln und Pseudochromosomen in den Samenzellen von *Proteus*. *Anat. Anzeiger*, Bd. 18.
- Derselbe, 1907: Plasma und Zelle. In *Handb. der Anat. d. Menschen von Bardeleben*, Jena.
- Derselbe, 1907: Einiges über die Chromosomen. *Verhandl. Anat. Ges.*, Bd. 21.
- Heilbronn, A., 1910: Apogamie, Bastardierung und Erbliehkeitsverhältnisse bei einigen Farnen. *Flora*, Bd. 101.
- Henderson, W. D., 1907: Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Dytiscus marginalis* L., nebst einigen Bemerkungen über den Nucleolus. *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. 87.
- Henking, H., 1890: Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. *I. Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 49.
- Derselbe, 1891: II. Über Spermatogenese und deren Beziehung zur Entwicklung bei *Pyrrhocoris apterus*. *L. Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 51.
- Derselbe, 1892: III. Spezielles und Allgemeines. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. 54.
- Henneguy, L. F., 1902: Sur la formation de l'œuf, la maturation et la fécondation de l'oocyte chez le *Distomum hepaticum*. *C. R. ac. sc. Paris*, Bd. 135.
- Derselbe, 1906: Recherches sur le mode de formation de l'œuf ectolécithe du *Distomum hepaticum*. *Arch. d'Anat. microsc.*, Bd. 5.
- Herbst, C. 1909: Die cytolog. Grundlagen der Verschiebung der Vererbungsrichtung nach der mütterlichen Seite. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 27.
- Herfort, K., 1901: Die Reifung und Befruchtung des Eies von *Petromyzon fluviatilis*. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 58.
- Hermann, F., 1889, 1891: Beiträge zur Histologie des Hodens. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 34 u. 37.
- Derselbe, 1891a: Beiträge zur Lehre der Entstehung der karyokinetischen Spindel. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 37.
- Derselbe, 1892a: Urogenitalsystem. Struktur und Histiogenese der Spermatozoen. *I. Ergebn. Anat. Entw.*, Bd. 2.
- Derselbe, 1892b: Urogenitalsystem. *Ergebn. d. Anat. u. Entwickl.*
- Derselbe, 1896: Urogenitalsystem. Struktur und Histiogenese der Spermatozoen. *II. Ergebn. d. Anat. u. Entwickl.*, Bd. 6.
- Derselbe, 1897: Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 2.
- Derselbe, 1898: Bemerkungen über die Chromatoidenkörper in den Samenzellen. *Anat. Anzeiger*, Bd. 14.
- Hertwig, G. 1911: Radiumbestrahlung unbefruchteter Froscheier und ihre Entwicklung nach Befruchtung mit normalem Samen. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 77.
- Derselbe, 1912: Das Schicksal des mit Radium bestrahlten Spermachromatins im Seeigellei. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 79, II.
- Derselbe, 1913: Parthenogenesis bei Wirbeltieren, hervorgerufen durch artfremden, radiumbestrahlten Samen. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 81, II.
- Hertwig, O., 1890: Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 36.
- Archiv f. mikr. Anat.* Bd. 86. Abt. II.

- Derselbe, 1911: Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 77.
- Derselbe, 1910: Lehrb. der Entwicklungsgesch. d. Menschen und der Wirbeltiere. IX. Aufl. Jena.
- Derselbe, 1912: Allgemeine Biologie, IV. Aufl. Jena.
- Derselbe, 1912: Veränderung der idioplasmatischen Beschaffenheit der Samenfäden durch physikalische und chemische Eingriffe. Sitzungsber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Bd. 31.
- Derselbe, 1913: Versuche an Tritoneiern über die Einwirkung bestrahlter Samenfäden auf die tierische Entwicklung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 82. II.
- Derselbe, 1913: Keimesschädigung durch chemische Eingriffe. Sitzungsber. d. Kgl. Preuss. Akademie d. Wiss.
- Hertwig, Paula, 1911: Durch Radiumbestrahlung hervorgerufene Veränderungen in den Kernteilungsfiguren der Eier von *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 77.
- Dieselbe, 1913: Das Verhalten des mit Radium bestrahlten Spermachromatins im Froschei. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 81.
- Hertwig, R., 1888, Über die Gleichwertigkeit der Geschlechtskerne bei den Seeigeln. Sitz. Ber. Ges. f. Morph. u. Physiol. München Bd. 4.
- Derselbe, 1896: Über die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleies. Festschrift f. Gegenbauer.
- Derselbe, 1898: Über neue Probleme der Zellenlehre. Arch. f. Zellforschung I.
- Derselbe, 1900: Über physiologische Degeneration bei Protozoen. Sitzungsber. Ges. f. Morph. u. Physiol. München.
- Derselbe, 1902, 1903: Über das Wechselverhältnis über Kern und Protoplasma. Sitzungsber. Ges. f. Morphol. u. Phys. München.
- Derselbe, 1903: Über Korrelation von Zell- und Kerngrösse und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. Biol. Zentralbl. Bd. 23. H. 1/2.
- Derselbe, 1903: Über die Einwirkung äusserer Einflüsse auf die Lebensvorgänge der Infusorien. Sitzungsber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. in München, Bd. 18.
- Derselbe, 1905: Über das Problem der sexuellen Differenzierung. Verhandl. Dtsch. Zool. Ges.
- Derselbe, 1906: Weitere Untersuchungen über das Sexualitätsproblem. Verhandl. Deutsch. Zool. Ges.
- Derselbe, 1912: Über den derzeitigen Stand des Sexualitätsproblems nebst eigenen Untersuchungen. Biol. Zentralbl. Bd. 32.
- Höber, R., 1911: Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. III. Aufl. Leipzig.
- Holmgren, E, 1901: Über Bau der Hoden von *Staphylinus*. Anat. Anzeiger, Bd. 19.
- Derselbe, 1902: Über den Bau der Hoden und die Spermatogenese von *Silpha carinata*. Anat. Anzeiger, Bd. 22.
- Hoof, von, L., 1911, 1912: Les synapsis dans les spermatocytes des mammifères. Cellule. Bd. 27.

- Derselbe, 1911, 1912: l'élément chromatique dans la spermatogénèse du rat. *Cellule*, Bd. 27.
- Hooker (Davenport), 1911: Der Hermaphroditismus bei Fröschen. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 79.
- Jacob, E., 1909: Zur Pathologie der Urodelen und Anuren. *Zool. Anzeiger* Bd. 34.
- Janssens, F. A., 1901: La spermatogénèse chez les Tritons. *Cellule*, Bd. 19.
- Derselbe, 1902: Die Spermatogenese bei den Tritonen nebst einigen Bemerkungen über die Analogie zwischen chem. u. physikal. Tätigkeit in der Zelle. *Anat. Anzeiger*, Bd. 81.
- Derselbe, 1903: Evolution des auxocytes mâles chez *Batrachoseps attenuatus* et *Pleodon cinereus*. *Cellule*.
- Derselbe, 1904: Das chromatische Element während der Entwicklung der Ovocyte des Triton. *Anat. Anzeiger*, Bd. 24.
- Derselbe, 1905: Evolution des auxocytes mâles du *Batrachoseps attenuatus*. *Cellule*, Bd. 22.
- Derselbe, 1909: La théorie de la chiasmotypie. *Cellule*, Bd. 25.
- Janssens, F. A. et Dumez, R., 1902: l'élément nucléinien pendant les cinèses de maturation des spermatocytes chez *Batrachoseps attenuatus* et *Pleodon cinereus*. *Cellule*, Bd. 20.
- Janssens, F. A. et Elrington, 1904: l'élément nucléinien pendant les divisions de maturation dans l'oeuf de *Aplysia punctata*. *La Cellule*.
- Janssens, F. A. et Willems, J., 1909: Spermatogénèse dans les Batraciens. *La Cellule*, Bd. 25.
- Janosik, J., 1897: Die Atrophie der Follikel und ein seltsames Verhalten der Eizelle. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 48.
- Jenkinson, J. W., 1905: Observations on the maturation and fertilization of the egg of the Axolotle. *Quart. Journ. of micr. sc.* Bd. 68.
- Johannsen, W., 1913: Elemente der exakten Erblchkeitslehre. Jena. Fischer.
- Jordan, E. O., 1891: The Spermatophores of *Diemyctylus*. *Journ. of Morph.* Bd. 5.
- Derselbe, 1908a: The accessory Chromosome in *Aplopus Mayeri*. *Anat. Anzeiger*, Bd. 32.
- Derselbe, 1908b: The spermatogenesis of *Aplopus Mayeri*. *Papers from the Tortugas Laboratory of the Carnegie Inst. of Washington*. Bd. 1.
- Derselbe, 1910: A cytological study of the egg of *Anningia* with special reference to the history of the chromosomes and the centrosome. *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 4.
- Derselbe, 1912: The spermatogenesis of the Opossum (*Didelphys virginiana*) with special reference to the accessory chromosome and the chondriosomes. *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 7.
- Jørgensen, M., 1908: Untersuchungen über die Eibildung bei *Mephelis*. *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 2.
- Derselbe, 1910: Beiträge zur Kenntnis der Eibildung, Reifung, Befruchtung und Furchung bei Schwämmen (*Syconen*). *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 4.

- Derselbe, 1910: Zur Entwicklungsgeschichte des Eierstockeies von *Proteus angineus*. Festschr. zum 60. Geburtstage R. Hertwigs. Bd. 1, Jena, Fischer.
- Derselbe, 1913: Zellenstudien I. Morphologische Beiträge zum Problem des Eiwachstums. II. Die Ei- und Nährzellen von *Piscicola*. III. Beitrag zur Lehre vom Chromidialapparat nach Untersuchung an Drüsenzellen von *Piscicola*. Arch. f. Zellf. Bd. 10.
- Jshikawa, C., 1893: Spermatogenesis, Oogenesis and Fertilization in *Diaptomus*. Journ. of Coll. sc. imp. Univ. Tokyo.
- Derselbe, 1897: Studies of Reproductive Elements. III. Die Entwicklung der Pollenkörper von *Allium fistulosum* L., ein Beitrag zur Chromosomenreduktion im Pflanzenreiche. Journ. Coll. sc. Tokyo, Bd. 10.
- Jssakowitsch, A., 1907: Geschlechtsbestimmende Ursachen bei den Daphniden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 69.
- Juel, H. O., 1897: Die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30.
- Julin, C., 1893: Structure et développement des glandes sexuelles; ovogénèse, spermatogénèse et fécondation chez *Stylopsis grossularia*. Bull. sc. de la France et de la Belgique. Bd. 25.
- Jungersen, 1889: Entwicklungsgesch. der Geschlechtsorgane bei den Knochenfischen. Arb. des Zool. Inst. Würzburg
- Iwanow, E., 1911: Über die physiologische Rolle der accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugetiere usw. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 77.
- Karsten, G., 1908: Die Entwicklung der Zygoten von *Spirogyra jugalis* Ktzig, Flora Bd. 99.
- Derselbe, 1912: Über die Reduktionsteilung bei der Auxosporenbildung von *Saxifraga saxonica*. Zeitschr. f. Bot. Bd. 4.
- Kellogg, V., 1904: a) Regeneration in Larval Legs of Silkworms. b) Influence of the primary Reproductive Organs on the secondary sexual characters. Journ. Exp. Zool. I.
- Kemnitz, v. G., 1912: Die Morphologie des Stoffwechsels bei *Ascaris lumbricoides* usw. Arch. f. Zool. Bd. 7.
- Derselbe, 1913: Eibildung, Eireifung, Samenreifung und Befruchtung von *Brachycoelium salamandrae* (*Brachycoelium crassicolle* Rud.). Arch. f. Zool. Bd. 10.
- Derselbe, 1913: Eibildung, Eireifung, Samenreifung und Befruchtung von *Brachycoelium salamandrae* (*Brachycoelium crassicolle* Rud.) Arch. f. Zellforschung, Bd. 10.
- King, H. D., 1905: The formation of the First Polar Spindle in the Egg of *Bufo lentiginosus*. Biol. Bull. Bd. 9.
- Derselbe, 1901: The maturation and fertilization of the Egg of *Bufo lentiginosus*. Journ. of Morph. Bd. 17.
- Derselbe, 1907: Food as a Factor in the Determination of Sex in Amphibians. Biol. Bull. Bd. 13.
- Derselbe, 1907: The Spermatogenesis of *Bufo lentiginosus*. Americ. Journ. of Anat. Bd. 7.
- Derselbe, 1908: The oogenesis of *Bufo lentiginosus*. Journ. Morph. Bd. 19.

- Derselbe, 1908: The Structure and Development of Bidder's Organ in *Bufo lentiginosus*. The Journ. of Morph. Bd. 19.
- Derselbe, 1909: Studies on Sex Determination in Amphibians II. Biol. Bull. Bd. 16.
- Derselbe, 1910: Temperature as a factor in the determination of sex in amphibians.
- Derselbe, 1911: Studies on sex-determination in amphibians. IV. The effects of external factors, acting before or during the time of fertilization, on the sex ratio of *Bufo lentiginosus*. Biol. Bull. Bd. 20.
- Derselbe, 1912: Dimorphism in the Spermatozoa of *maculosus*. Anat. Record. Bd. 6.
- Kingsbury, B. F., 1895: The Spermatheca and Methods of Fertilization in some American Newts and Salamanders. Proc. Am. micr. sc. Bd. 17.
- Derselbe, 1899: The Reducing Divisions in the Spermatogenesis of *Desmognathus fusca*. Zool. Bull. Bd. 2.
- Derselbe, 1899: The degeneration of secondary spermatogonia of *Desmognathus fusca*. Amer. Journ. of Anat. Bd. 1.
- Derselbe, 1902: The spermatogenesis of *Desmognathus fusca*. The americ. Journ. of Anat. Bd. 1.
- Kingsbury, B. F. and Hirsch, P.: The degenerations in the secondary Spermatogonia of *Desmognathus fuscus*. Journ. of Morph. Bd. 23.
- Kirillow, S., 1912: Die Spermiogenese beim Pferde I. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 79. Abt. II.
- Kleinert, M., 1909: Die Spermatogenese von *Helix (Tachea) memoralis et hortensis*. Jena Zeitschr. Bd. 45.
- Klinckowström, v. A., 1897: Beiträge zur Kenntnis der Eireifung und Befruchtung bei *Prostheceraeus vittatus*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48.
- Koch, W., 1911: Über die geschlechtliche Differenzierung und den Gonochorismus von *Hydra fusca*. Biol. Zentralbl. Bd. 31.
- Koltzoff, 1906: Studien über die Gestalt der Zelle. Untersuchungen über die Spermiogenese der Decapoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 67.
- Korff, v. K., 1902: Zur Histogenese der Spermien von *Phalangista vulpina*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 60.
- Korschelt, E., 1895: Über Kernteilung, Eireifung und Befruchtung bei *Ophryotrocha puerilis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 40.
- Derselbe, 1906: Über Morphologie und Genese abweichend gestalteter Spermatozoen. Verh. d. deutsch. Zool. Ges. Marburg.
- Korschelt u. Heider, 1903—1909: Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena.
- Kostanecki, v. K., 1892: Über Kernteilungen bei Riesenzellen. Anatom. Hefte. Bd. 1.
- Derselbe, 1897: Über die Bedeutung der Polstrahlung während der Mitose, und ihr Verhältnis zur Teilung des Zelleibes. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 49.
- Derselbe, 1902: Über die Reifung und Befruchtung des Eies von *Cerebratulus marginatus*. Bull. intern. de l'acad. d. sc. de Cracovie.
- Derselbe, 1902: Über künstliche Befruchtung und künstliche parthenogenetische Furchung bei *Macra*. Bull. a. c. soc. Krakau.

- Derselbe, 1911: Über parthenogenetische Entwicklung der Eier von *Mactra* mit vorausgegangener oder unterbliebener Ausstossung der Richtungskörper. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 78.
- Kostanecki, K. u. Siedlecki, M., 1897: Über das Verhältnis der Centrosomen zum Protoplasma. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 48.
- Köster, 1910: Morphologie und Genese der Spermatozoen von *Grammarus pulex*. Zool. Anzeiger, Bd. 35.
- Kowalewsky, S., 1911: Der geschlechtsbestimmende Faktor bei Tieren. (Zur Frage der willkürlichen Beeinflussung des Geschlechtes bei den Säugetieren und Vögeln). Biol. Zentralblatt, Bd. 31.
- Krimmel, O., 1910: Chromosomenverhältnisse in generativen und somatischen Mitosen bei *Diaptomus oerulens*, etc. Zool. Anzeiger, Bd. 35.
- Krüger, O., 1911: Beiträge zur Kenntnis der Oogenese bei Harpacticiden nebst biologischen Beobachtungen. Arch. f. Zellforschung, Bd. 6.
- Kühn, A., 1908: Die Entwicklung der Keimzellen in den parthenogenetischen Generationen der Cladoceren *Daphnia pulex* de Geer und *Polyphemus pediculus* de Geer. Arch. f. Zellforschung, Bd. 1.
- Derselbe, 1910: Die Entwicklung der Geschlechtsindividuen der Hydrameusen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 30.
- Kültz, K., 1913: Über die Spermi- und Oogenese der Sklerostomumarten des Pferdes unter besonderer Berücksichtigung der Heterochromosomenforschung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 83.
- Kupelwieser, H., 1906: Versuche über Entwicklungserregung und Membranbildung bei Seeigeleiern durch Molluskensperma. Biol. Zentralblatt, Bd. 26.
- Derselbe, 1909: Entwicklungserregung bei Seeigeleiern durch Molluskensperma. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 27.
- Derselbe, 1912: Weitere Untersuchungen über Entwicklungserregung durch stammfremde Spermien. Arch. f. Zellforschung, Bd. 8.
- Kuschalkewitsch, S., 1910: Die Entwicklungsgeschichte der Keimdrüsen von *Rana esculenta*. Ein Beitrag zum Sexualitätsproblem. Hertwig Festschrift I.
- Derselbe, 1911: Über die Entwicklung der Spermien bei *Conus mediterraneus* Buy und *Vermetus gigas* Biv. (vorl. Mitt.). Biol. Zentralblatt, Bd. 31.
- Derselbe, 1913: Studien über den Dimorphismus der männlichen Geschlechtselemente bei den Prosobranchia I. Arch. f. Zellforschung, Bd. 10.
- Lams, H., 1907: Contribution à l'étude du vitellus dans l'ovule des Amphibiens. Arch. d'Anat. micr., Bd. 9.
- Derselbe, 1910: Recherches sur l'œuf d'*Arion* Empiricorum. Mém. publiés par la Cl. des Sc. de l'Acad. Roy. d. Belg. (Grégoire).
- Latter, 1890: Abnormal reproductive organ in *Rana* temp. Journ. of Anat. and Physiol., Bd. 24.
- Lauche, A., 1913: Über pluripolare Mitosen in Hodenregeneraten von *Rana fusca*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 82, Abt. II.
- La Valette St. George, von, 1876: Über die Genese der Samenkörper IV. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 12.
- Derselbe, 1875: Die Spermatogenese bei den Amphibien. Arch. f. mikr. Anat.

Derselbe: Spermatologische Beiträge:

- 1885: I. Mitteilung Arch. f. mikr. Anat., Bd. 25.
- 1886: II. „ Arch. f. mikr. Anat., Bd. 27.
- 1886: III. „ Arch. f. mikr. Anat., Bd. 27.
- 1886: IV. „ Arch. f. mikr. Anat., Bd. 28.
- 1887: V. „ Arch. f. mikr. Anat., Bd. 30.

Derselbe, 1887: Zellteilung und Samenbildung bei *Forficula auricularia*. Festschrift f. Kölliker.

Lebrun, H., 1902: La vésicule germinative et les globules polaires chez les Anoures. Les cinèses sexuels des anoures. *Cellule*, Bd. 19.

Derselbe, 1902: La vésicule germinative et les globules polaires VI. Les cinèses sexuelles chez *Diemyctilus torosus*. *Cellule*, Bd. 20.

Lefevre, et Mac Gill, 1908: The chromosomes of *Anasa tristis* and *Anax Junius*. *Amer. Journ. of Anat.*, Bd. 12.

Lerat, P., 1905: Les phénomènes de maturation dans l'ovogénèse et la spermatogénèse du *Cyclops strenose*. *Cellule*, Bd. 22.

Lénhossek, M. von, 1898: Untersuchungen über die Spermatogenese Arch. f. mikr. Anat., Bd. 51.

Derselbe, 1902: Über die Zentralkörperchen in der Zwischensubstanz des Hodens. *Bibliograph. Anat.*, Bd. 7.

Derselbe, 1903: Das Problem der geschlechtsbestimmenden Ursachen. Jena.

Lepeschkin, W. D., 1911: Über einen neuen Vertreter des Wurmtypus mit vier Chromosomen *Vortex viridis*. *Biol. Zeitschr.*, Bd. 1.

Leplat, G., 1910: La spermiogénèse chez le chat (*Felis catus domesticus*). *Arch. d. Biol.*, Bd. 20.

Levi, G., 1905: Sulla differenziazione del genocita e dell' ovocita degli Anfibi con speciale riguardo alle modificazioni della vesicola germinativa. *Arch. Ital. d. Anat. e Embry*, Bd. 4.

Levi, G., 1912: Sull origine delle cellule germinali. Nota riassuntiva. Anfibi. *Archivia fisiologica*, Bd. 2.

Levy, F., 1911: Untersuchungen über den Einfluss ultravioletter Strahlen auf Sperma und Eier von Amphibien. *Zeitschr. f. allgem. Physiologie*. Bd. 13.

Derselbe, 1913a: Über künstliche Auslösung der Eientwicklung bei Amphibien (Studien zur Zeugungslehre I). *Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin*.

Derselbe, 1913b: Über künstliche Entwicklungserregung bei Amphibien (Studien zur Zeugungslehre II). *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 82, II.

Derselbe, 1914a: Studien zur Zeugungslehre III. Kurze Bemerkungen über die Chromatinverhältnisse in der Spermatogenese, Ovogenese und Befruchtung des *Distomum* sp. (*Distomum turgidum* Brandes?). *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 84, II.

Derselbe, 1914b: Über neue Mikroskopierbeleuchtungen. *Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie*, Bd. 30.

Lillie, F. R., 1901: The organisation of the egg of unio based on a study of its maturation, fertilization and cleavage. *Journ. of Morph.*, Bd. 17.

Linville, H. J., 1900: Maturation and fertilization in pulmonate gastropods. *Bull. Harw. Mus.*, Bd. 35.

- Loeb, J., 1902/3: On a method by which the eggs of a Seaurchin. (*Strongylocentrotus purpuratus*) can be fertilized with a sperm of a Starfish (*Asterias ochracea*) University of Californ. Public. physiol., Bd. 1.
- Loeb, J., 1906: Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen. Berlin.
- Derselbe, 1906: Untersuchungen über künstliche Parthenogenese, übersetzt von E. Schwalbe. Leipzig 1906.
- Derselbe, 1908: Über die Natur der Bastardlarven zwischen dem Echinodermenei (*Strongylocentr. franciscanus*) und Molluskensamen (*Chlorostoma funebreale*). Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 26.
- Derselbe, 1909: Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies (künstliche Parthenogenese). Berlin 1909.
- Derselbe and Baucraft, F. W., 1913: The Sex of Parthenogenetic Tadpole and Frog. Journ. of exp. Zoolog., Bd. 14.
- Dieselben, 1913: Further Observations on artificial Parthenogenesis in Frogs. Journ. exp. Zool., Bd. 15.
- Loisel, G., 1900: La spermatogénèse chez le moineau domestique. Journ. de l'Anat. et Phys., Bd. 36.
- Derselbe, 1901: La spermatogénèse chez le moineau domestique. Journ. de l'Anat. et Phys., Bd. 37.
- Derselbe, 1902: La spermatogénèse chez le moineau domestique. Journ. de l'Anat. et Phys., Bd. 38.
- Derselbe, 1904: Caractères sexuelles secondaires et les testicules chez *Rana*. C. R. Soc. de Biol. Bd. 56.
- Loycz, M., 1906: Recherches sur le développement ovarien des œufs méroplastiques à vitellus nutritif abondant. Arch. d'Anat. micr., Bd. 8.
- Lubosch, W., 1902: Über die Eireifung der Metazoen, insbesondere über die Rolle der Nucleolarsubstanz und die Erscheinungen der Dotterbildung. Ergebn. d. Anat. u. Entwickl.-Gesch., Bd. 11.
- Derselbe, 1912: Über den gegenwärtigen Stand der Lehre von der Eireifung. Verhandl. d. Anat. Ges. in München.
- *Lundegårdh, H., 1910: Über Kernteilungen in den Wurzelspitzen von *Allium cepa* und *Vicia faba*. Sonderabdr. aus Svensk Bot. Tidskrift, Bd. 4.
- Derselbe, 1912: Fixierung, Färbung und Nomenclatur der Kernstrukturen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 80.
- Derselbe, 1913: Das Karyotin im Ruhekern und sein Verhalten bei der Bildung und Auflösung der Chromosomen. Arch. f. Zellforschung, Bd. 9.
- Lutmann, B. F., 1910: The spermatogenesis of the Caddisfly (*Platyphylax designatus* Walker). Biol. Bull., Bd. 19.
- Mc. Clendon, J. F., 1910: A note on the dynamic of celldivision. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 34.
- Derselbe, 1910: Further studies on the gametogenesis of *Pandarus sinuatus*. Say. Arch. f. Zellforschung, Bd. 5.
- Mc. Clung, 1899: A Peculiar Nuclear Element in the Male reproductive Cells of Insects. Zool. Bull., Bd. 2.

- Derselbe, 1900: The spermatocyte divisions of the Acrididae. Kansas Univ. Quart., Bd. 9.
- Derselbe, 1901: Notes on the accessory chromosome. Anat. Anzeiger, Bd. 20.
- Derselbe, 1902 a: The spermatocyte divisions of the Locustidae. Bull. Univ. Kansas.
- Derselbe, 1902 b: The accessory chromosome-Sex determinant? Biol. Bull. Bd. 3.
- Derselbe, 1905: The chromosome complex of Orthopteran spermatocytes. Biol. Bull., Bd. 9.
- Derselbe, 1908: The spermatogenesis of *Xiphidium fasciatum*. Bull. Kansas Univ., Bd. 4.
- Mc. Cracken, J., 1906: Inheritance of dichromatism in *Lina* and *Gastroidea*. Journ. exp. zool., Bd. 3.
- Mc. Gill, 1904: The spermatogenesis of *Anax junius*. Univ. Missouri studies, Bd. 2.
- Derselbe, 1910: The behaviour of the nucleoli during ovogenesis of the Dragon fly with special reference to synapsis.
- Mc. Gregor, J. H., 1899: The spermatogenesis of *Amphiuma*. Journ. of Morph., Bd. 15.
- Marcus, H., 1906: Ei- und Samenreife bei *Ascaris canis*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 68.
- Derselbe, 1908: Beiträge zur Kenntnis der Gymnophionen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 71.
- Maréchal, J., 1907: Sur l'ovogénèse de sélassiens et de quelques autres chordates. Cellule, Bd. 24.
- Derselbe, 1904 b: Über die morphologische Entwicklung der Chromosomen im Keimbläschen des Selachiereies. Anat. Anzeiger, Bd. 25.
- Derselbe, 1905: Über die morphologische Entwicklung der Chromosomen im Teleostierei mit einem Zusatz über das Ovarialei von *Amphioxus lanceolatus* und *Ciona intestinalis*. Anat. Anzeiger, Bd. 26.
- Derselbe et de Saedelaer, A., 1909: Le premier développement de l'ovocyte I chez les Rajides. Cell., Bd. 26.
- Mark, E. L. und Long, J. A., 1910: Die Reifung der Eier der Maus. Verhandl. des 8. Intern. Zool. Kongr. Graz.
- Dieselben, 1911: The maturation of the egg of the mouse. Publications of the Carnegie Inst. of Washington, No. 142.
- Martius Mano, Th., 1905: Nucleoles et chromosomes dans le méristème radriculaire de *Solanum tuberosum* et *Phaseolus vulgaris*. Cellule, Bd. 12.
- Matscheck, H., 1909: Zur Kenntnis der Eireifung und Eiablage bei Copepoden. Zool. Anzeiger, Bd. 34.
- Derselbe, 1910: Zur Kenntnis der Eireifung und Eiablage bei Copepoden. Arch. f. Zellforschung, Bd. 5.
- Mayer, 1908: Die Kenntnis der Samenbildung bei *Ascaris megalocephala*. Zool. Jahrb., Abt. Anat. u. Ontog., Bd. 25.
- Mead, A. D., 1895: Some observations on maturation and fecundation in *Chaetopterus pergamentaceus*. Journ. of Morph., Bd. 10.

- Derselbe, 1898: The origin and behavior of the centrosomes in the Annelid Egg. Journ. of Morph., Bd. 24.
- Medes, 1907: Spermatogenesis of *Scutigera forceps*. Biol. Bull., Bd. 9.
- Meeck, C. F. V., 1911: The spermatogenesis of *Stenobothrus viridulus*, with special reference to the heterotropic chromosome as a sex determinant in grasshoppers. Journ. Lum. Soc. Zool., Bd. 32. Aus Zentralbl. f. allg. u. exp. Biol., Bd. 2.
- Meisenheimer, E., 1908: Über den Zusammenhang von Geschlechtsdrüsen und sekundären Geschlechtsmerkmalen bei Arthropoden. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges. Jena.
- Meisenheimer, J., 1911: Über die Wirkung von Hoden und Ovarialsubstanz auf die sekundären Geschlechtsmerkmale des Frosches. Zool. Anzeiger, Bd. 38.
- Derselbe, 1912: Experimentelle Studien zur Soma und Geschlechtsdifferenzierung. Jena.
- Meves, F., 1891: Über amitotische Kernteilung in den Spermatogonien des Salamanders und das Verhalten der Attraktionssphären bei derselben. Anat. Anzeiger, Bd. 6.
- Derselbe, 1893: Über eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne und die bei ihnen zu beobachtenden Lagen und Gestalten der Attraktionssphäre. Inaug.-Diss. Kiel.
- Derselbe, 1894: Über eine Metamorphose der Attraktionssphäre in den Spermatogonien von *Salamandra maculosa*. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 44. (Nach Champy 1895, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 64.)
- Derselbe, 1896, 1898: Zellteilung, Anat. Hefte, Bd. 6, 8.
- Derselbe, 1897 a: Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48.
- Derselbe, 1897 b: Über Struktur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 50.
- Derselbe, 1898: Über das Verhalten der Zentralkörper bei der Histiogenese der Samenfäden von Mensch und Ratte. Verhandl. der Anat. Ges., Bd. 12.
- Derselbe, 1899: Über Struktur und Histiogenese der Samenfäden des Meer-schweinchens. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 54.
- Derselbe, 1900: Über den von La Valette entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 56.
- Derselbe, 1901: Struktur und Histogenese der Spermien. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 2.
- Derselbe, 1902 a: Über Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meer-schweinchens. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 54.
- Derselbe, 1902 b: Über oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung an *Paludina* und *Pygaera*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 61.
- Derselbe, 1903: Über Richtungskörperbildung im Hoden von Hymenopteren. Anat. Anzeiger, Bd. 24.
- Derselbe, 1907 a: Die Spermatocyteinteilungen bei der Honigbiene nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 70.

- Derselbe, 1907 b: Die Chondriokonten und ihre Verhältnisse zur Filarmasse Flemmings. *Anat. Anzeiger*, Bd. 31.
- Derselbe, 1908 a: Es gibt keine parallele Konjugation der Chromosomen. *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 1.
- Derselbe, 1908 b: Die Spermatocyteilungen bei der Honigbiene nebst kritischen Bemerkungen über Chromatinreduktion. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 71.
- Derselbe, 1908 c: Die Chondriokonten als Träger erblicher Anlagen. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 72.
- Derselbe, 1911: Chromosomenlängen bei Salamandra, nebst Bemerkungen zur Individualitätstheorie der Chromosomen. *Arch. f. mikr. Anat.*
- Derselbe, 1912: Verfolgung des sogenannten Mittelstückes des Echiniden-Spermiums im befruchteten Ei bis zum Ende der 1. Furchungsteilung. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 80.
- Meves und Duesberg, 1908: Die Spermatocyteilungen bei der Hornisse. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 71.
- Meyns, 1912: Transplantation embryonaler und jugendlicher Keimdrüsen auf erwachsene Individuen bei Anuren. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 79.
- Michaelis, L., 1897: Die Befruchtung des Tritoneies. *Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. 48.
- Mitchell, C. W., 1913: Sex-determination in *Asplanchna amphora*. *Journ. of exp. Zool.*, Bd. 15.
- Derselbe, 1913: Experimentally induced transitions in the morphological characters of *Asplanchna amphora* together with remarks on sexual reproduction. *Journ. exp. Zool.* Bd. 15.
- Mitrophanow, 1894: Ein Fall von Hermaphroditismus beim Frosche. *Arb. aus dem zool. Labor. der Univ. Warschau*.
- Moenkhaus, W. S., 1904: The development of the Hybrids between *Fundulus heteroclitus* and *Menidia notata*. *Am. Journ. Anat.* Bd. 3.
- Derselbe, 1911: The effects of inbreeding and selection on the fertility, vigor and sex ratio of *Drosophila ampelophila*. *Journ. of Morph.*
- Mollé, van, J., 1907: Les spermatocytes dans l'écreuil. *Cellule*. Bd. 24.
- Montgomery, T. H. jr., 1897: Preliminary note on the Chromatin Reduction in the Spermatogenesis of *Pentatoma*. *Zool. Anzeiger*.
- Derselbe, 1898: The spermatogenesis of *Pentatoma* up to the formation of the Spermatid. *Zool. Jahrb.* Bd. 12. Abt. f. Anat. u. Ontog.
- Derselbe, 1899: Chromatin Reduction in the Hemiptera; a correction. *Zool. Anzeiger*, Bd. 22.
- Derselbe, 1900: The spermatogenesis of *Peripatus* (*Peripatopsis*) *balfouri* up to the Formation of the Spermatid. *Zool. Jahrb. (Anat. and Ontog.)* Bd. 14.
- Derselbe, 1901: A study of the Chromosomes of the germcells of Metazoa. *Trans. Amer. Philos. Soc.* Bd. 20.
- Derselbe, 1902a: Further studies on the chromosomes of the Hemiptera heteroptera. *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*.
- Derselbe, 1902b: The Heterotypic maturation mitosis in amphibia and its general significance. *Biol. Bull.* Bd. 4.

- Derselbe, 1903: The heterotypic maturation mitosis in Amphibia and its general significance. *Biol. Bull.* Bd. 4.
- Derselbe, 1904: Some observations and considerations upon the maturation phenomena of the germ-cells. *Biol. Bull.*, Bd. 6.
- Derselbe, 1905: The spermatogenesis of *Syrbula* and *Lycosa*, with general considerations upon chromosome reduction and the heterochromosomes. *Proc. Ac. Nat. Sc. Philad.*
- Derselbe, 1906a: Chromosomes in the spermatogenesis of Hemiptera heteroptera. *Trans. Amer. Philos. Soc.*, Bd. 21.
- Derselbe, 1906b: Some observations and considerations upon the maturation phenomena of the germ-cells. *Biol. Bull.*, Bd. 6.
- Derselbe, 1906c: Chromosomes in the spermatogenesis of the Hemiptera heteroptera. *Biol. Bull.*, Bd. 21.
- Derselbe, 1907: Complete discharge of mitochondria from the spermatozoon of *Peripatus*. *Biol. Bull.*, Bd. 22.
- Derselbe, 1909: On morphological difference of the chromosomes of *Ascaris megalocephala*. *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 2.
- Derselbe, 1910: On the Dimegalous sperm and chromosomal variation of *Euschistus*, with reference to chromosomal continuity. *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 5.
- Derselbe, 1911a: Differenciation of the human cells of Sertoli. *Biol. Bull.*, Bd. 21.
- Derselbe, 1911b: The spermatogenesis of an Hemipteron, *Euschistus*. *Journ. Morph.*, Bd. 22.
- Moore, J. E. S.: On the germinal blastema and the nature of the so-called „Reduction Division“ in the cartilaginous fishes. *Anat. Anzeiger*, Bd. 9.
- Derselbe, 1893: On the relationships and role of the Archoplasm during mitosis in larval Salamander. *Quart. Journ. of micr. sc.*, Bd. 34.
- Derselbe, 1895: On the structural changes in the reproductive cells during the spermatogenesis of Elasmobranchs. *Quart. Journ. Micr.*, Bd. 46.
- Derselbe, 1894: Some Points in the Spermatogenesis of Mammalia. *Intern. Monatschr. Anat. u. Phys.*, Bd. 11.
- Derselbe, 1905: On the structural changes in the reproductive cells during the spermatogenesis of Elasmobranchs. *Quart. Journ. micr. sc.*, Bd. 38.
- Moore, J. and Emberton, A., Miss, 1906: On the synapsis in Amphibia. *Proc. of the Roy. Soc. London*, Bd. 77.
- Moore and Robinson, 1905: On the behaviour of the nucleolus in the spermatogenesis of *Periplaneta americana*. *Quart. journ. of micr. Sc.*, Bd. 48.
- Moore and Farmer, J. B., 1895: Essential Similarity of the chromosome reduction in animals and plants. *Annals of Botany*, Bd. 9.
- Moore and Walker, 1906: The maiotic Process in Mammalia. *Liverpool Univ. Reports*.
- Morau, 1908: Sur les éléments viliés et glandulaires de la trompe utérine. *Bibl. anat.*, Bd. 9.
- Morgan, T. H., 1904: Self-fertilization induced by artificial means. *Journ. Exp., Zool.*, Bd. 1.

- Derselbe, 1908 a: The production of two kinds of spermatozoa in Phylloxera Functional „Femal Producing“ and Rudimentary Spermatozoa. Proc. Soc. f. Exp. Biol. and Med., Bd. 5.
- Derselbe, 1908 b: The determination of sex in Frog. Amer. Naturalist., Bd. 42.
- Derselbe, 1909 a: Sex determination and Parthenogenesis in Phylloxera and Aphids. Sc. N. S., Bd. 29.
- Derselbe, 1909 b: A biological and cytological study of sex determination in Phylloxera and Aphids. Journ. Exp. Zool., Bd. 7.
- Derselbe, 1909 c: Experimentelle Zoologie, übersetzt von Rhumbler. Leipzig und Berlin.
- Derselbe, 1911 a: An attempt to analyze the constitution of the chromosomes on the basis of sexlimited inheritance in Drosophila. Journ. Exp. Zool., Bd. 11.
- Derselbe, 1911 b: Random segregation versus coupling in Mendelian inheritance. Science, n. s., Bd. 34.
- Derselbe, 1912: Is the change in the sex-ratio of the frog, that is affected by external agents due to partial fertilization? Americ. Nat., Bd. 4.
- Moroff, Th., 1908: Oogenetische Studien I. Copepoden. Arch. f. Zellforschung, Bd. 2.
- Morrill, C. V., 1910: The chromosomes in the oogenesis, fertilization and cleavage of Cevreid Hemiptera. Biol. Bull., Bd. 19.
- Morse, M., 1909: The nuclear components of the sex-cells of four species of cockroaches. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Mosselman et Rubay, 1902: Cryptorchide et Spermatogénèse chez le cheval. Ann. de méd. vétér., Bd. 51. Bruxelles.
- Mottier, D. M., 1897: Beiträge zur Kenntnis der Kernteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dicotylen und Monocotylen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30.
- Derselbe, 1897: Beiträge zur Kenntnis der Kernteilungen in den Pollenmutterzellen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30.
- Derselbe, 1907: The development of the heterotype chromosomes in pollen mother-cells. Ann. Bot., Bd. 21.
- Derselbe, 1909: On the prophase of the heterotypic mitosis in the embryo-sac mother-cell of Liliun. Ann. Bot., Bd. 23.
- Muckermann, H., 1913: Zur Anordnung, Trennung und Polwanderung der Chromosomen in der Metaphase und Anaphase der somatischen Karyokinese bei Urodelen. Cellule, Bd. 28.
- Müller, C., 1909: Über karyokinetische Bilder in den Wurzelspitzen von Yucca. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 47.
- Mulsoy, K., 1913: Der Chromosomencyclus bei Ancyracanthus cystidicola. Rud. Arch. f. Zellf., Bd. 9.
- Munson, J. P., 1906: Spermatogenesis of the butterfly Papilio rutulus. Proc. Boston. soc. nat. hist., Bd. 33.
- Murray, 1906: Zahl und Grössenverhältnisse der Chromosomen bei Lepidosiren paradoxa. Anat. Anzeiger, Bd. 29.
- Nachtschein, H., 1913: Cytologische Studien über die Geschlechtsbestimmung der Honigbiene (Apis mellifica L.). Arch. f. Zellf., Bd. 11.

- Nekrassoff, 1903: Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Eies von *Cymbula Peronii*. Anat. Anzeiger, Bd. 24.
- Derselbe, 1909: Analyse der Reifungs- und Befruchtungsprozesse des Eies von *Cymbulia Peronii* nebst einigen Bemerkungen über die Entstehung der Strahlung neben den Kernen und über die Kopulationsbahn der Vorkerne. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 73.
- Nemec, B., 1910: Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen. Berlin.
- Newman, 1910: Further studies of the process of heredity in *Fundulus* hybrids. The Journ. of exp. zool., Bd. 8.
- Niessing, C., 1897: Die Beteiligung von Zentralkörper und Sphäre am Aufbau des Samenfadens bei Säugetieren. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48.
- Nicolas, 1892a: Les spermatogonies chez la Salamandre d'hiver. C. R. de la Soc. de Biol., Paris.
- Derselbe, 1892b: Les sphères attractives et le fuscau achromatique dans le testicule adulte, dans la glande génitale et le rein embryonnaire de la Salamandre. C. R. de la Soc. de Biol., Paris.
- Nickols, M. L., 1910: The spermatogenesis of *Euchroma gigantea*. Biol. Bull., Bd. 19.
- Nowlin, N., 1906: A study of the spermatogenesis of *Coptocycla aurichalcea*. Journ. of exp. Zool., Bd. 3.
- Derselbe, 1908: The chromosome complex of *Melanoplus bivittatus*. Kansas Univ. Sc. Bull., Bd. 4.
- Nussbaum, M., 1880: Von der Bedeutung der Hodenzwischensubstanz. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 18.
- Derselbe, 1890: Zur Differenzierung des Geschlechts im Tierreich. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 18.
- Derselbe: Zur Mechanik der Eiablage bei *Rana fusca*. I. Mittlg. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 36.
- Derselbe, 1897a: Zur Mechanik der Eiablage bei *Rana fusca*. II. Mittlg. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48.
- Derselbe, 1897b: Die Entstehung des Geschlechts bei *Hydatina senta*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 49.
- Derselbe, 1900: Die Lappenbildung des Hodens einheimischer Urodelen. Zool. Anzeiger, Bd. 29.
- Derselbe, 1903: Die Kernformen bei der Spermatogenese der Batrachier. Verh. d. Anat. Ges., Bd. 86.
- Derselbe, 1905: Einfluss des Hodensekrets auf die Entwicklung des Brunstorgans des Landfrosches. Sitz-Ber. Niederrh. Ges. Naturf., Bonn.
- Derselbe, 1906a: Untersuchungen über den Einfluss des Hungers auf die Entwicklung der männlichen Geschlechtsorgane der *Rana fusca*. Anat. Anzeiger, Bd. 29.
- Derselbe, 1906b: Über den Einfluss der Jahreszeit, des Alters und der Ernährung auf die Form der Hoden und Hodenzellen der Batrachier. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 68.
- Derselbe, 1907: Experimentelle Bestätigung der Lehre von der Regeneration im Hoden einheimischer Urodelen. Arch. f. gesamte Physiol., Bd. 119.

- Derselbe, 1912: Über den Bau und die Tätigkeit der Drüsen. Arch. f. mikr. Anat.
- Oppermann, K., 1913a: Die Entwicklung von Forelleneiern nach Befruchtung mit radiumbestrahlten Samenfäden I. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 83.
- Derselbe, 1913b: Die Entwicklung von Forelleneiern nach Befruchtung mit radiumbestrahlten Samenfäden II. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 83.
- Oettinger, R., 1908: Zur Kenntnis der Spermatogenese bei den Myriopoden, Samenreife und Samenbildung von *Pachyculus varius*. Fabr. Zool. Anzeiger, Bd. 23.
- Derselbe, 1909: Zur Kenntnis der Spermatogenese bei den Myriopoden. Samenreifung und Samenbildung bei *Pachyculus varius*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Overton, J. B., 1905: Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen. Histologische Beiträge zur Vererbungsfrage. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 42.
- Derselbe, 1909: On the organization of the nuclei in the pollen mother-cells of certain plants, with especial reference to the permanence of the chromosomes. Ann. Bot., Bd. 23.
- Otto, H., 1907: Samenreifung und Samenbildung von *Locusta viridissima*. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog., Bd. 24.
- Pantel et de Sinéty, 1908: Les cellules de la lignée mâle chez le *Notonecta glauca*. La Cellule. Bd. 23.
- Dieselben, 1902: Sur l'évolution de la spermatide chez *Notonecta glauca*. C. R. Acad. des Sc. Paris, Bd. 135.
- Papanicolaou, G., 1910: Über die Bedingungen der sexuellen Differenzierung bei Daphniden. Biol. Zentralbl., Bd. 30.
- Derselbe, 1910: Experimentelle Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse der Daphniden (*Simocephalus vetulus* und *Moina rectirostris* var. *Lilljoborgii*). Biol. Zentralbl., Bd. 31.
- Derselbe, 1911: Anhang Biol. Zentralbl., Bd. 31.
- Paulmier, F. C., 1898: Chromatin Reduktion in the Hemiptera. Anat. Anzeiger, Bd. 14.
- Derselbe, 1899: The spermatogenesis of *Anasa tristis*. Journ. of morph., Bd. 15.
- Payne, F., 1908: On the sexual differences of the chromosome groups in *Galgulus oculus*. Biol. Bull., Bd. 14.
- Derselbe, 1908, 1909: Some new types of chromosome distribution and their relation to sex. Biol. Bull., Bd. 16.
- Derselbe, 1912: Ia. Further study of the chromosomes of the Reduviidae. II. The nucleolus in the young oocytes and origin of the ova in *Gelastocoris*. Journ. of Morph., Bd. 23.
- Derselbe, 1913: The chromosomes of *Gryllotalpa borealis* Burm. Arch. f. Zellf., Bd. 9.
- Perroncito, 1910: Contributo allo studio della Biologia cellulare, mitochondri, chromidii e apparato reticolare interno nelle cellule spermatiche. Rendic. Reale Accad. dei Sinc. et Arch. ital. di Biol., Bd. 54.

- Peter, 1899: Die Bedeutung der Nährzelle im Hoden. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 53.
- Petrunkewitsch, A., 1901: Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei. Zool. Jahrb., Anat. Abt., Bd. 14.
- Derselbe, 1903: Das Schicksal der Richtungskörper im Drohnenei. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 17.
- Pflüger, E., 1882: Über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und die Geschlechtsverhältnisse der Frösche. Arch. gesamte Physiol., Bd. 29.
- Pinney, E., 1908: Organisation of the chromosomes in *Phrynonotettix magnus*. Kansas Univ. Sc. Bull., Bd. 4.
- Derselbe, 1911: A study of the chromosomes of *Hipponee esculenta* and *Moiratropa*. Biol. Bull., Bd. 21.
- Platner, 1885: Über die Spermatogenese bei den Pulmonaten. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 25.
- Derselbe, 1889: Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Teilungserscheinungen V. Samenbildung und Zellteilung im Hoden der Schmetterlinge. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 33.
- Derselbe, 1888, 1889: Über die Bedeutung der Richtungskörper. Biol. Zentralbl., Bd. 8.
- Plato, J., 1897: Die interstitiellen Zellen des Hodens und ihre physiologische Bedeutung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48.
- Poll, H., 1910: Keimzellenbildung bei Mischlingen. Verhandl. d. Anat. Ges. Bruxelles.
- Derselbe, 1911a: Eierstock und Ei bei fruchtbaren und unfruchtbaren Mischlingen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 78, II.
- Derselbe, 1911b: Vorsamenbildung bei Mischlingen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 77, II.
- Derselbe, 1911c: Mischlingsstudien V. Vorsamenbildung bei Mischlingen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 77.
- Popoff, M., 1907: Eibildung bei *Paludina vivipara* und Chromidien bei *Paludina* und *Helix*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 70.
- Derselbe, 1907: Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. Arch. f. Protistenk. I., Suppl.
- Derselbe, 1908: Über das Vorhandensein von Tetradenchromosomen in den Leberzellen von *Paludina vivipara*. Biol. Zentralbl., Bd. 28.
- Powers, J. H., 1912: A case of polymorphism in *Asplanchna simulans* a mutation. The americ. Nat., Bd. 46.
- Prandtl, 1906: Die Konjugation von *Didinium nasutum*. Arch. f. Protistenk., Bd. 7.
- Prenant, A., 1887: Etude sur la structure du tube séminifère des mammifères. Recherches sur la signification des éléments, qui le constituent. Thèse Nancy.
- Derselbe, 1889: Contribution à l'histogénèse du tube séminifère. Le tube séminifère se développe-t-il avec une ou deux sortes de cellule? Internat. Monatsschr. f. Anat., Bd. 6.

- Derselbe, 1892 a: L'origine achromatique dans les cellules séminales de la scolopendre. C. R. de la Soc. de Biol.
- Derselbe, 1892 b: Comparaison de la spermatogénèse et de l'ovogénèse. Valeur morphologique du spermatozoïde et de l'œuf.
- *Derselbe, 1893: Sur la corpuscule centrale. Bull. de la Soc. de Sc. Nancy.
- Derselbe, 1899 a: Observations cytologiques sur les éléments séminaux des gastéropodes pulmonés. Cellule, Bd. 4.
- Derselbe, 1899 b: Observations cytologiques sur les éléments séminaux des Reptiles. Cellule, Bd. 4.
- Derselbe, 1899 c: Cellules vibratiles et cellules à plateau. Bibl. anatomique. Bd. 7.
- Derselbe, 1907: Notes cytologiques sur les cellules ciliées et les cellules muqueuses dans l'épithélium oesophagique du Triton. Arch. d'anat. et microsc., Bd. 7.
- Derselbe, 1910: Théories et interprétations physiques de la mitose. Journ. de l'anat. et de la physiol., Bd. 46.
- Derselbe, 1911: La base cellulaire de l'hérédité, la substance héréditaire. Sc. Bd. 9 et Journ. de l'anat., Bd. 46.
- Punnet, R. C., 1906: Sexdetermination in Hydatina. Proc. Roy. Soc. London, Bd. 77.
- Derselbe, 1910: Mendelismus, übers. v. Proskowetz, Brünn.
- Rabl, 1896: Über die Entwicklung des Urogenitalsystems der Selachier. Morphol. Jahrb., Bd. 24.
- Randolph, H., 1908: On the spermatogenesis of the Earwig, *Anisolabis maritima*. Biol. Bull., Bd. 15.
- Rath, vom, 1892 a: Über die Bedeutung amitotischer Kernteilung im Hoden. Zool. Anz., Bd. 14.
- Derselbe, 1892 b: Zur Kenntnis der Spermatogene von *Gryllotalpa vulgaris*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 40.
- Derselbe, 1893: Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von *Salamandra maculata*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 57.
- Derselbe, 1895: Neue Beiträge zur Frage der Chromatinreduktion in der Samen- und Eireife. Arch. f. mikr. Anatom., Bd. 46.
- Rawitz, B., 1894: Centrosoma und Attraktionssphäre in der ruhenden Zelle des Salamanderhodens. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 44.
- Derselbe, 1895: Über den Einfluss der Osmiumsäure auf die Erhaltung der Kernstrukturen. Anatomischer Anzeiger, Bd. 10.
- Derselbe, 1896: Untersuchungen über Zellteilung. I. Das Verhalten der Attraktionssphäre bei der Einleitung der Teilung der Spermatocyten von *Salamandra maculosa*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 47.
- Reese, A., 1904: Sexual elements of *cryptobranchus alleghaniensis*. Biol. Bull. Marine Biol. Laborat. Woods, Bd. 6.
- Regaud, Cl., 1899 a: Sur la morphologie de la cellule de sertoli et sur son rôle dans la spermatogénèse des mammifères. C. R. ass. d. anat. Paris.
- Derselbe, 1899 b: Origine, renouvellement et structure des spermatogonies chez le rat. Verh. d. Anat. Ges. Tübingen.

- Derselbe, 1899c: Contribution à l'étude de la cellule de sertoli et de la spermatogénèse chez mammifères. *Biol. Anat.*, Bd. 7.
- Derselbe, 1899d: Notes sur la spermatogénèse des mammifères. I et II. *Biol. Anat.*, Bd. 7.
- Derselbe, 1900a: Note sur certaines différenciations chromatiques observées dans le noyau des spermatocytes du rat. *C. R. soc. biol.*
- Derselbe, 1900b: Les phases et les stades de l'oule spermatogénétique dans les tubes séminifères. *C. R. s. Biol.*
- Derselbe, 1900c: Direction hélicoidale du mouvement spermatogénétique chez les mammifères. *C. R. soc. biol.*
- Derselbe, 1901: Phagocytose dans l'épithélium séminal des spermatozoïdes d'apparences normaux. *Bibl. anat.*, Bd. 9.
- Derselbe, 1901a: Pluralité des karyokinèses des spermatogonies chez les mammifères. *C. R. soc. biol.*
- Derselbe, 1901b: Division directe ou bourgeonnement du noyau des spermatogonies chez le rat. *C. R. soc. biol.*
- Derselbe, 1901c: Etudes sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogénèse chez les mammifères I et II. *Arch. d'anat. micr.*, Bd. 4.
- Derselbe, 1901d: Variations de la chromatine nucléaire au cours de la spermatogénèse. *C. R. soc. biol.*
- Derselbe, 1901e: Sur le mode de formation des chromosomes pendant les karyokinèses des spermatogonies chez le rat. *C. R. soc. biol.*
- Derselbe, 1906: Sur la fasciculation des spermies et la rétraction de leurs faisceaux vers le noyau de sertoli. *C. R. soc. Biol.*, Bd. 61.
- Derselbe, 1909, 1910: Etudes sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogénèse chez les mammifères. *Arch. d'anat. micr.*, Bd. 11.
- Regaud et Nogier, 1911: Sur les cellules oviformes de l'épithélium séminal du chat et du chien adultes et les relations génétiques de la lignée spermatique avec des cellules nourricières. *C. R. Ass. Anat.*, Bd. 13. Paris.
- Regaud et Tournade, 1911a: Différences de motilité des spermatozoïdes recueillis dans les ségments divers des voies spermatiques. *C. R. Ass. Anat. Paris.*
- Dieselben, 1911b: Sur le sort des spermatozoïdes inclus dans l'épididyme. *C. R. Ass. Anat.*
- Reinhard, L., 1913: Zum Bau der Spermien und zur Spermatogenese von *Potamobius leptodactylus* (*Astacus leptodactylus*). *Arch. f. Zellforschung*, Bd. 10.
- Retzius, 1906: Die Spermien der Amphibien. *Biol. Unters.*, p. 49.
- Derselbe, 1902a: Weitere Beiträge zur Kenntnis der Spermien des Menschen und einiger Säugetiere. *Biol. Unters.*, Bd. 10, p. 45.
- Derselbe, 1902b: Über einen Spezialfaserapparat am Kopfe der Spermien der Selachier. *Biol. Unters.*, Bd. 10, p. 61.
- Robertson, W. R. B., 1908: The chromosome complex of *Syracula admirabilis*. *Kansas Univ. Sc. Bull.*, Bd. 4.
- Derselbe, 1912: Studies in the fertilization of the eggs of a Sea-Urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*) by Sperm, Sperm Extract and other fertilising agents. *Arch. f. Ent.-Mech.*, Bd. 35.

- Romien, U., 1911: La spermiogénèse chez l'*Ascaris megalcephala*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 6.
- Romiti, 1876: Über den Bau und Entwicklung des Eierstockes und Wolf'schen Ganges. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 10.
- Rosenberg, O., 1904: Über die Tetradenteilung eines *Drosera*-Bastardes. Ber. d. dtsh. biol. Ges., Bd. 22.
- Rubaschkin, 1909: Über die Urgeschlechtszellen bei Säugetieren. Anat. Hefte, Bd. 39.
- Derselbe, 1910: Chondriosomen und Differenzierungsprozesse bei Säugetierembryonen. Anat. Hefte, Bd. 41.
- Rückert, J., 1892: Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern. Anat. Anz., Bd. 7.
- Derselbe, 1893: Zur Eireifung bei Copepoden. Anat. Hefte, Bd. 4.
- Derselbe, 1893: Über die Verdoppelung der Chromosomen im Keimbläschen des Selachiereies. Anat. Anzeiger, Bd. 8.
- Derselbe, 1894: Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen. Ergebn. Anat. Entw., Bd. 3.
- Derselbe, 1895a: Über das Selbständigbleiben väterlicher und mütterlicher Kernsubstanz usw. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 45.
- Derselbe, 1895b: Die Befruchtung von *Cyclops strenuus*. Anat. Anzeiger. Bd. 10.
- Derselbe, 1896: Nochmals zur Reduktionsfrage. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 47.
- Sabaschnikoff, U., 1897: Beiträge zur Kenntnis der Chromatinreduktion in der Ovogenese von *Ascaris*. Bull. soc. nat. Mosc.
- De Saedeleer, A., 1913: Contributions à l'étude de l'ovogénèse dans l'*Ascaris megalcephala bivalens*. Cellule, Bd. 28.
- Sanfelice, 1905: Spermatogenesi dei vertebrati. Arch. ital. de Biol., Bd. 22.
- Sargent, E., 1896, 1897: The formation of the Sexual nuclei in *Lilium Martagon*. Ann. of Bot., Bd. 10, 11.
- Derselbe, 1897: Spermatogenesis of *Lilium Martagon*. Ann. of Bot., Bd. 11.
- Schäfer, F., 1907: Spermatogenese von *Dytiscus*. Zool. Jahrb., Bd. 23.
- Schapitz, 1910: Die Urgeschlechtszellen von *Amblystoma*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 69.
- Scharfenberg, U. von, 1910: Studien und Experimente über die Eibildung und die Generationszyklen von *Daphnia magna*. Int. Rev. f. Ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., 3. Suppl.
- Schaxel, J., 1910: Die Eibildung der Meduse *Pelagia notiluca*. Festschr. z. 60. Geb. R. Hertwigs, Jena.
- Schellenberg, A., 1911: Ovogenese, Eireifung und Befruchtung von *Fasciola hepatica* L. Arch. f. Zellf., Bd. 6.
- Derselbe, 1914: Das accessorische Chromosom in den Samenzellen der Lokustide *Diastrama mareoceta* de Hahn. Arch. f. Zellforsch.
- Schiller, J., 1908: Über künstliche Hervorrufung von Vierergruppen bei *Cyclops*. Zool. Anzeiger, Bd. 32.
- Derselbe, 1909: Über künstliche Erzeugung „primitiver“ Kernteilungsformen bei *Cyclops*. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 27.

- Schleip, W., 1906: Die Entwicklung der Chromosomen im Ei von *Planaria gonocephala*. Zool. Jahrb., Bd. 23.
- Derselbe, 1907: Die Samenreifung bei den Planarien. Zool. Jahrb. Anat., Bd. 24.
- Derselbe 1909 a: Vergleichende Untersuchung der Eireifung bei parthenogenetisch und bei geschlechtlich sich fortpflanzenden Ostracoden. Arch. f. Zellforschung, Bd. 2.
- Derselbe, 1909 b: Die Reifung des Eies von *Rhodites rosae* L. und einige allgemeine Bemerkungen über die Chromosomen bei parthenogenetischer Fortpflanzung. Zool. Anz., Bd. 35.
- Derselbe, 1912: Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreich. Ergebn. u. Fortschr. d. Zool., Bd. 3.
- Derselbe, 1912: Das Verhalten des Chromatins bei *Angiostomum* (*Rhabdonema*) *nigrovenosum*. Ein Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Chromatin und Geschlechtsbestimmung. Arch. f. Zool., Bd. 7.
- Schmaltz, 1911: Die Struktur der Geschlechtsorgane der Haussäugetiere mit anatomischen Bemerkungen. Berlin.
- Derselbe, 1912: Zur Kenntnis der Spermatogenese der Ostracoden. Arch. f. Zellforschung, Bd. 8.
- Schneider, K. C., 1910: Histologische Mitteilungen III. Chromosomen-genese. Festschr. R. Hertwig I.
- Schockaert, R., 1911: L'ovogénèse chez le *Thysanozoon brochii* I. Cellule, Bd. 18.
- Derselbe, 1902: L'ovogénèse chez le *Thysanozoon brochii* II. Cellule, Bd. 20.
- Derselbe, 1905: La fécondation et la ségmentation chez le *Thysanozoon brochii*. Cellule, Bd. 22.
- Schöneberg, K., 1913: Die Samenbildung bei den Enten. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 83.
- Schoenfeld, H., 1900: La spermatogénèse chez le Taureau. Bibl. anat., Bd. 17.
- Derselbe, 1901: La spermatogénèse chez le Taureau et chez les mammifères en général. Arch. de Biol., Bd. 18.
- Derselbe, 1902: La spermatogénèse chez le Taureau communication préliminaire. Arch. de Biol., Bd. 18.
- Schoonjans, H., 1909: Etude sur la phase de l'accroissement des ovocytes chez *Ascaris megalocephala bivalens*. Bull. Soc. Roy. de sc. méd. et nat. Bruxelles I.
- Schreiner, A. und K. E., 1904: Die Reifungsteilungen bei den Wirbeltieren. Anat. Anzeiger, Bd. 24.
- Dieselben, 1905 a: Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa*, *Spinax niger* und *Myxine glutinosa*. Arch. de Biol., Bd. 22.
- Dieselben, 1905 b: Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa*. Arch. f. Biol., Bd. 21.
- Dieselben, 1905 c: Die Zentriolen und ihre Vermehrungsweise. Arch. Biol., Bd. 21, p. 183.

- Dieselben, 1906: Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen I. Arch. de Biol., Bd. 22.
- Dieselben, 1906 a: Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa*. Arch. f. Zellforschung, Bd. 1, p. 152.
- Dieselben, 1906 b: Die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. Die Reifung der Geschlechtszellen von *Ophyotrocha puerilis*. Arch. de Biol., Bd. 22.
- Dieselben, 1906 c: Neue Studien usw. III. Die Reifung der Geschlechtszellen von *Ophyotrocha puerilis*. Anat. Anz., Bd. 29.
- Dieselben, 1907 a: Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen II c. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa* (Lour). *Spinax niger* und *Myxine glutinosa*. Arch. de Biol., Bd. 22.
- Dieselben, 1907 b: Neue Studien usw. IV. Die Reifung der Geschlechtszellen von *Enteroxenos Oestergreni*, Bonn. Vid. Selsk. Skr.
- Dieselben, 1908 a: Gibt es eine parallele Konjugation der Chromosomen? Vid. Selsk. Skr.
- Dieselben, 1908 b: Zur Spermienbildung der Myxinoiden. (Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa*, Bd. III.) Arch. f. Zellforschung, Bd. 1.
- Schubmann, W.: Über die Eibildung und Embryonalentwicklung von *Fasciola hepatica* L. (*Distomum hepaticum* Ress.) Zool. Jahrb. f. Anat., Bd. 21.
- Schultze, O., 1903: Zur Frage von den geschlechtsbildenden Ursachen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 63.
- Schustow, L. O., 1913: Über Kernteilung in der Wurzelspitze von *Allium cepa*. Anat. Anzeiger, Bd. 43.
- Semon, 1901: Zur Entwicklungsgeschichte des Urogenitalsystems der Dipnoer. Zool. Anzeiger.
- Shearer, C. R., 1912: The problem of sex determination in *Dinophilus gyrociliatus* I. The sexual Cycle. Quart. Journ. f. micr. sc., Bd. 57.
- Shull, A. F., 1910: Studies in the life cycle of *Hydatina senta* I. Artificial control of the transition from the parthenogenetic to the sexual method of reproduction. Journ. of exp. Zool., Bd. 8.
- Derselbe, 1911 a: Studies in life cycle of *Hydatina senta* II. The role of temperature of the chemical composition of the medium and of internal factors upon the ratio of parthenogenetic to sexual forms. Journ. exp. zool.
- Derselbe, 1911 b: Artificial production of the parthenogenetic and sexual phases of the life cycle of *Hydatina senta*. Amer. Natur., Bd. 44.
- Derselbe, 1912: Studies in the life cycle of *Hydatina senta* III. Internal factors influencing the proportion of male producers. Journ. exp. Zool., Bd. 12.
- Silvestri, 1908: Ricerche sulla fecondazione di un animale a spermatozoidi immobili. Ric. Lab. anat. Norm. di Roma, Bd. 6.
- Sinét y, de, R., 1901: Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes. Cellule, Bd. 19.

- Derselbe, 1901: Cinèses spermatocytiques et chromosome special chez les Orthoptères. C. R. Acad. des Sc. Paris, Bd. 133.
- Skrobansky, 1913: Beiträge zur Kenntnis der Ovogenese bei Säugtieren. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 62.
- Smallwood, W. M., 1904: The maturation, fertilization and early cleavage of *Haminea solitaria*. Bull. of the Mus. of compl. Anat. Harv. Coll., Bd. 14.
- Smith, G., 1910: On mendellian theorie of sex. Quart. Journ. micr. sc. Bd. 54, N. S.
- Derselbe, 1910b: On the correlation between Primary and secondary Sexual Characters. Ebenda.
- Derselbe, 1912: On the cause of the Fructuations in growth of the fowels comb. Quart. Journ. microsp. sc., Bd. 57.
- Derselbe, 1912b: Sexual changes in the blood and Liver of *Carcinus maenas*. Ebenda.
- Smith, G. and Schuster, E., 1912: On the effects of the removed and transplantation of the gonad in the frog (*Rana fusca*). Quart. Journ. microsc. sc., Bd. 57.
- Sobotta, J., 1895: Die Reifung und Befruchtung des Eies der Maus. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 45.
- Sokolow, J., 1912: Untersuchungen über die Spermatogenese bei den Arachniden. Arch. f. Zellf., Bd. 9.
- Sonnenbrodt, 1908: Die Wachstumsperiode der Oocyte des Huhnes. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 62.
- Spehl et Polus, 1910: Les premiers stades du développement des glandes génitales chez l'axolotl. Arch. de Biol., Bd. 27.
- Spitschakoff, Th., 1909: Spermien und Spermiohistogenese bei Cariden. Arch. f. Zellforschung, Bd. 3.
- Steche, O., 1912: Die „sekundären“ Geschlechtscharaktere der Insekten und das Problem der Vererbung des Geschlechtes. Zentralbl. f. indukt. Abstamm. u. Vererb., Bd. 8.
- Derselbe, 1912: Beobachtungen über Geschlechtsunterschiede der Hämolymphe von Insektenlarven. Verh. dtsch. Zool. Ges., Halle a. S.
- Stephan, 1902a: Remarques sur les formes tératologiques des cellules seminales. C. R. Soc. Biol. Paris, Bd. 54.
- Derselbe, 1902b: Sur les homologues de la cellule interstitielle. C. R. Soc. Biol.
- Derselbe, 1903: Processus paraévolutifs de la spermatogénèse. C. R. Ass. d'Anat.
- Derselbe, 1904a: Les cellules de Sertoli chez les Sélaciens. C. R. Soc. Biol., Paris.
- Derselbe, 1904b: Sur la signification des cellules séminales contenues dans les espaces interstitielles. C. R. Soc. Biol., Bd. 54.
- Derselbe, 1905a: Recherches sur quelques points de la spermatogénèse der Selachier. Arch. d. Anat. micr., Bd. 6.
- Derselbe, 1905: Sur le développement des spermies du coq. Bibl. Anat., Bd. 12.
- Stephens, 1908: On the phenomena of synapsis. Journ. exp. zool., Bd. 5.
- Stevens, N. M., 1903: On the ovogenesis and spermatogenesis of *Sagitta bipunctata*. Zool. Jahrb., Bd. 18.
- Dieselbe, 1904: Further studies on the ovogenesis of *Sagitta*. Zool. Jahrb. Bd. 21.

- Dieselbe, 1905: Studies in spermatogenesis I. with especial reference to the „accessory chromosome“. Carnegie Inst. Publ.
- Dieselbe, 1906: A study in spermatogenesis, Bd. 2, Carnegie Inst. Publ.
- Dieselbe, 1905: Further studies on the ovogenesis of *Sagitta*. Zool. Jahrb. f. Anat. u. Ontog., Bd. 21.
- Dieselbe, 1906a: A study of the germ-cells of certain Diptera with reference to the heterochromosomes in certain species of Coleoptera, Hemiptera, and Lepidoptera, with especial reference to sex determination. Carnegie Inst. Publ., Bd. 36.
- Dieselbe, 1906b: Studies in spermatogenesis; a comparative study of the heterochromosomes in certain species of Coleoptera, Hemiptera and Lepidoptera with especial reference to sex-determination. Carnegie Inst. Publ., Bd. 36.
- Dieselbe, 1906c: Studies on the germ-cells of Aphids. Publ. Carnegie Inst.
- Dieselbe, 1907: Various types of heterochromosome in Coleoptera. Proc. 7e. Intern. Zool. Congr. Boston.
- Dieselbe, 1908a: The chromosome of *Diabrotica* usw. Journ. exp. zool., Bd. 4.
- Dieselbe, 1908b: A study of the germ-cells of certain Diptera with reference to heterochromosome and the phenomena of synapsis. Journ. exp. zool., Bd. 5.
- Dieselbe, 1908c: Further studies in the chromosomes of the Coleoptera. Journ. exp. zool., Bd. 6.
- Dieselbe, 1909a: An unpaired Heterochromosome in the Aphids. Journ. exp. zool., Bd. 6.
- Dieselbe, 1909b: Further studies in the chromosomes of the Coleoptera. Journ. exp. zool., Bd. 6.
- Dieselbe, 1910a: Further studies on reproduction in *Sagitta*. Journ. of morph., Bd. 21.
- Dieselbe, 1910b: The chromosomes and conjugation in *Boveria subcylindrica* variante *concharium*. Arch. Protistenk., Bd. 20.
- Dieselbe, 1911a: Preliminary note and heterochromosome in the Guinea pig. Biol. Bull., Bd. 20.
- Dieselbe, 1911b: Heterochromosomes in the Guinea Pig. Biol. Bull., Bd. 21.
- Stomps, T. I., 1911: Kernteilung und Synapsis bei *Spinacia oleracea*. Biol. Zentralbl., Bd. 21.
- Stout, A. B., 1913: The individuality of the chromosomes and their serial arrangement in *Carex aquatilis*. Arch. f. Zool., Bd. 9.
- Strasburger, E., 1894: Über periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang des Organismus. Biol. Zentralbl., Bd. 14.
- Dieselbe, 1895: Karyokinetische Probleme. Jahrb. wiss. Bot., Bd. 28.
- Strasburger, B. und Mottier, 1897: Über den zweiten Teilungsschritt in Pollenmutterzellen. Ber. der dtsh. Bot. Ges., Bd. 15.
- Dieselbe, 1900: Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biol. Centralbl., Bd. 20.
- Dieselbe, 1900a: Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildung im Pflanzenreich. Jena 1900.

- Derselbe, 1900b: Einige Bemerkungen zur Frage nach der „doppelten Befruchtung“ bei den Angiospermien. Bot. Ztschr., Bd. 58.
- Derselbe, 1904: Über Reduktionsteilung. Sitz.-Ber. der Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin.
- Derselbe, 1904: Die Apogamie der Eualchimillen und allgemeine Gesichtspunkte, die sich aus ihr ergeben. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 41.
- Derselbe, 1905: Typische und allotypische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 41.
- Derselbe, 1907: Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybriden-Frage.
- Derselbe, 1908: Chromosomenzahl, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 45.
- Derselbe, 1909: Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionsteilung. Jena.
- Derselbe, 1911: Chromosomenzahl, Jena 1911.
- Stricht, van der, 1895: Contribution à l'étude de la forme de la structure et de la division du noyau. Bull. de l'Acad. Roy. de Belg., Bd. 29.
- Derselbe, 1897, 1898: La formation des deux globules polaires et l'apparition des spermocentres dans l'oeuf de Thysanozoon. Arch. Biol., Bd. 15.
- Derselbe, 1899: Etude de plusieurs anomalies intéressantes lors de la formation des globules polaires. L. jubil. Ch. Bambeke, Bruxelles.
- Derselbe, 1898: Contributions à l'étude de la forme, de la structure et de la division du noyau. Bull. d. l'acad. Belgique. Sér. 3, Bd. 29.
- Struckmann, Chr., 1905: Eibildung, Samenbildung und Befruchtung von Strongylus filaria. Zool. Jahrb., Bd. 22.
- Stüve, R., 1889: Beitrag zur Kenntnis des Baues der Eileiterdrüsen bei den Amphibien. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 34.
- Sutton, B. L.: 1900: The spermatogonial divisions in Brachystola magna. Kansas Univ. Quart., Bd. 9.
- Derselbe, 1902: On the morphology of the chromosome group in Brachystola magna. Biol. Bull., Bd. 4.
- Derselbe, 1904: The chromosomes in heredity. Biol. Bull., Bd. 4.
- Swæen et Masquelin, 1883: Etude sur la spermatogénèse. Arch. de Biol., Bd. 4.
- Sykes, M. G., 1909: On the nuclei of some unisexual plants. Arch. Bot., Bd. 23.
- Tandler, J. und Gross, S., 1913: Über den Saisondimorphismus des Maulwurfhodens. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 33.
- Tchasschin, S., 1910: Über die Chondriosomen der Urgeschlechtszellen bei Vogelembryonen. Anat. Anzeiger, Bd. 37.
- Tchassownikoff, 1910: Über indirekte Zellteilung bei der Spermatogenese von Helix. Anat. Hefte, Bd. 29.
- Derselbe, 1911: Zur Frage über die Zentrosomen, Sphären und achromatische Figuren der Zellen. Anat. Hefte, T. 1, Bd. 55.
- Tellyesnicki, K. von, 1902: Zur Kritik der Kernstrukturen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 60.

- Derselbe, 1905: Ruhekern und Mitose. Arch. f. mikr. Anat.
- Derselbe, 1906: Die Erklärung einer histologischen Täuschung der sogenannten Kopulation der Spermien und der Sertolischen Elemente. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 68.
- Derselbe, 1907: Ist die Entstehung der Chromosomen bei der Mitose eine Evolution oder eine Epigenese? Verh. d. Anat. Ges., Bd. 21.
- Tennent, D. H., 1911: A heterochromosome of male origin in Echinids.
- Derselbe, 1912: The behaviour of the chromosomes in cross fertilized Echinoids and Eggs. Journ. Morph., Bd. 23.
- Terni, 1912 a: Dimostrazione di condrioconte nei viventi. Anat. Anz., Bd. 41.
- Derselbe, 1912 b: La spermatogènesi di *Geotriton fuscus*. Arch. Ital. di Anat. Embr., Bd. 10.
- Tichomirov, 1886: Die künstliche Parthenogenese bei Insekten. Arch. f. Anat. u. Phys., Suppl.-Bd.
- Tourneux, 1879: Les cellules interstitielles du testicule. Journ. de l'Anat. et de la Phys.
- Toyama, 1894: On the spermatogenesis of the Silkworm. Bull. agr. coll. imp. Univ. of Tokyo.
- Tretjakoff, D., 1904: Die Spermatogenese bei *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 55.
- Derselbe, 1904: Die Bildung der Richtungskörperchen in den Eiern von *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 65.
- Trinci, G., 1906: Studi sull'ovocite dei celenterati durante il periodo di crescita. Arch. Ital. Anat. et Embr., Bd. 5.
- Derselbe, 1908a: L'evoluzione storica del problema della riduzione cromatica in rapporto all'attuale ipotesi dell'esistenza d'un tipo unico e fondamentale di maturazione nei due regni. Arch. Anat. et Embr., Bd. 7.
- Derselbe, 1908b: L'evoluzione dell'elemento cromatico nell'ovogenesi dei Sauri durante il primo periodo post goniale. Mem. R. Acad. Sc. Bologna.
- Derselbe, 1908: Sulle questioni concernenti le differenze morfologiche dei cromosomi d'uno stesso nucleo osservazioni nei vertebrati. Mem. zool. Ital., Bd. 19.
- Van Mollé, J., 1907: Les spermatocytes dans l'écureuil. Cellule, Bd. 24.
- Vejdowsky, F. und Mrazek, 1903: Umbildung des Cytoplasma während der Befruchtung und Zellteilung nach den Untersuchungen am Rhyndelmisei. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 62.
- Vejdowsky, 1907: Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Prag.
- Derselbe, 1911, 1912: Zum Problem der Vererbungsträger. Prag (Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss.).
- Vesely, J., 1913: Zur Struktur des Monosoms in der Spermatogenese der Orthopteren. Anat. Anzeiger, Bd. 43.
- Vries, de, H., 1903: Befruchtung und Bastardierung. Leipzig.
- Waldeyer, W.: Die Geschlechtszellen. In O. Hertwigs Handbuch der vergl. und experim. Entwicklungsgesch. d. Wirbelt.

- Derselbe, 1870: Eierstock und Ei. Ein Beitrag zur Anat. u. Entwicklungsgesch. der Sexualorgane. Leipzig.
- Walker and Embleton, 1906: On the origin of Sertoli or foot cells of the testis. Proc. Roy. Soc. London, Bd. 78.
- Walker, Ch. E., 1911: On variations in chromosomes. Arch. f. Zellforschung, Bd. 6.
- Wallace, L. B., 1900: The accessory chromosom in the spider. Anat. Anzeiger, Bd. 18.
- Derselbe, 1905: The spermatogenesis of the spider. Biol. Bull., Bd. 8, 3.
- Wasilieff, W., 1907: Die Spermatogenese von *Blatta germanica*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 70.
- Wassermann, F., 1911: Über die Eireifung bei *Zoogonus mirus* Lss. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München.
- Derselbe, 1912: Zur Eireifung von *Zoogonus mirus*, ein Beitrag zur Synapsisfrage. Verh. d. Anat. Ges., 26. Vers. in München.
- Derselbe, 1913: Die Oogenese des *Zoogonus mirus*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 83.
- Wataſe, S., 1892: The origin of the Sertoli cells. Amer. Nat., Bd. 26.
- Derselbe, 1902: On the Phenomena of Sex-differentiation. Journ. of Morph., Bd. 6, 3.
- Weismann, A., 1883: Über Vererbung. Jena.
- Derselbe, 1885: Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena.
- Derselbe, 1886: Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie. Jena.
- Derselbe, 1887: Über die Zahl der Richtungskörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung. Jena.
- Derselbe, 1891: Amphimixis oder die Vermischung der Individuen. Jena.
- Wheler, 1899: The development of urogenitalorgans of the Lamprey. Zool. Jahrb., Bd. 12.
- Whitehead, R. H., 1907a: The presence of granules in the interstitial cells of the testis. Amer. Journ. Anat., Bd. 6, p. 60.
- Derselbe, 1907b: A microchemical study of the fatty bodies in the interstitial cells of the testis. Anat. Record, Bd. 6, Nr. 2, p. 65.
- Whitney, D. D., 1907: Determination of sex in *Hydatina senta*. Journ. Exp. Zool., Bd. 5.
- Derselbe, 1910: Influence of external conditions upon the life cycle of *Hydatina senta*. Science N. S., Bd. 32.
- Derselbe, 1912a: Reinvigoration produced by crossfertilization in *Hydatina senta*. Journ. exp. Zool., Bd. 12.
- Derselbe, 1912b: „Strains“ in *Hydatina senta*. Biol. Bull., Bd. 22.
- Wilcox, E. V., 1895: Spermatogenesis of *Caloptenus femur rubrum* and *Cicada tibicen*. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., Bd. 27.
- Derselbe, 1896: Further Studies on the spermatogenesis of *Caloptenus femur rubrum*. Bull. Mus. Zool., Bd. 28.
- Derselbe, 1898: Chromatic Tetrads. Anat. Anzeiger, Bd. 14.
- Derselbe, 1901: Longitudinal and transversal division of chromosomes. Anat. Anzeiger, Bd. 19.

- Wilke, G., 1907: Die Spermatogenese von *Hydrometra lacustris*. Jena. Zeitschr., Bd. 35.
- Derselbe, 1912: Zur Frage nach der Herkunft der Mitochondrien in den Geschlechtszellen. Anat. Anzeiger.
- Derselbe, 1913: Chromatinreifung und Mitochondrienkörper in der Spermatogenese von *Hydrometra paludum* Fabr. Arch. f. Zellforschung, Bd. 10.
- Wilson, E. B., 1809: On Protoplasmic Structure in the eggs of Echinoderms and some other animals. Journ. of Morph., Bd. 15.
- Derselbe, 1905 a: The chromosomes in relation to the determination of sex in insects. Science, Bd. 22.
- Derselbe, 1905 b: Studies on Chromosomes. I. The behaviour of the idiochromosomes in Hemiptera. Journ. Exp. Zool., Bd. 2.
- Derselbe, 1905 c: II. The paired microchromosomes, idiochromosomes and heterotropic chromosomes in Hemiptera. Journ. Exp. Zool., Bd. 2.
- Derselbe, 1906: The cell in development and inheritance. New York.
- Derselbe, 1906: Studies on chromosomes III. Journ. Exp. Zool. III.
- Derselbe, 1907: Note on the chromosome groups of *Metapodius* and *Banasa*, Biol. Bull., Bd. 12.
- Derselbe, 1907: The Supernumerary Chromosomes of *Metapodius*. Read before the May Meeting of the N. V. Acad. of sc. Science, Bd. 26.
- Derselbe, 1907: The case of *Anasa tristis*. Sc. Bd. 25.
- Derselbe, 1908: The accessory Chromosome of *Anasa tristis*. Sc. Bd. 27.
- Derselbe, 1909 a: Studies on chromosomes IV. Journ. Exp. Zool., Bd. 6.
- Derselbe, 1909 b: The female chromosome groups in *Syromastes* and *Pyrrhochoris*. Biol. Bull., Bd. 16.
- Derselbe, 1909 c: Photographic illustrations of the morphological and physiological individuality of the chromosomes in Hemiptera (Abstract). Proc. Seventh Intern. Zool. Congr. Boston, Aug.
- Derselbe, 1909: The chromosomes of *Metapodius*, a contribution to the hypothesis of the genetic continuity of chromosomes. Journ. Exp. Zool., Bd. 6.
- Derselbe, 1910: Selective fertilization and the relation of the chromosomes to sex-determination. Sc. Bd. 32.
- Derselbe, 1910: Note on the chromosomes of *Nezara*. A correction and addition. Sc. N. S., Bd. 31.
- Derselbe, 1911 a: Studies VII, A review of the chromosomes of *Nezara*, with some more general considerations. Journ. Morph., Bd. 22.
- Derselbe, 1911 b: The sex chromosomes. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 77.
- Derselbe, 1912: Studies on chromosomes VIII. Observations on the maturation Phenomena in certain Hemiptera and other forms with considerations on Synapsis and Reduction. Journ. of Exp. Zool., Bd. 13.
- Derselbe, 1912: Some aspects of cytology in Relation to the study of genetics. Amer. Nat.
- Winiwarter, H. von, 1899: Le corpuscule intermédiaire et le nombre des chromosomes du Lapin. Arch. de Biol., Bd. 16.
- Derselbe 1900: Recherches sur l'ovogénèse et organogénèse de l'ovaire des mammifères (Lapin et Homme). Arch. Biol., Bd. 17.

- Derselbe und Sainmont, 1909: Nouvelles recherches sur l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire des Mammifères (chat). Chap. IV. Arch. de Biol., Bd. 24.
- Winkler, H., 1908: Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1908.
- Woltereck, R., 1898: Zur Bildung und Entwicklung des Ostracodeneies. Kerngeschichtliche und biologische Studien an parthenogenetischen Cypriden. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 64.
- Derselbe, 1909: Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderung, speziell über das Wesen quantitativer Artunterschiede bei Daphniden. Verh. d. deutsch. Zool. Ges.
- Derselbe, 1911: Über Veränderungen der Sexualität bei Daphniden. Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Geschlechtsbestimmung. Intern. Rev. d. Ges. Hydriobiol. u. Hydriograph., Bd. 4.
- Woods, Fr. A., 1900: The origin and migration of the germ cells in Acanthias. Amer. Journ. of Anat., Bd. 1, p. 307.
- Yatsu, N., 1913: Notes on the spermatogenesis of the Wild and the Domesticated Silkworms. Annotationes Zoolog. Japonenses.
- Zacharias, O., 1887: Neue Untersuchungen über die Kopulation der Geschlechtsprodukte etc. bei *Ascaris megaloccephala*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 30.
- Derselbe, 1912: Zur Cytologie des Eies von *Ascaris megaloccephala* (Pro-nuclei, gelegentliche Fusion derselben, theloide Blastomerenkerne, Chromosomenindividualität). Anat. Anzeiger, Bd. 42.
- Derselbe, 1912: Über chromatophile Körperchen (Parachromosomen) in den Kernen der Eimutterzellen von *Ascaris megaloccephala*. Zool. Anz., Bd. 40.
- Derselbe, 1913: Die Chromatindiminution in den Furchungszellen von *Ascaris megaloccephala*. Anat. Anz., Bd. 43.
- Zarnik, B., 1904: Über die Geschlechtsorgane von *Amphioxus*. Zool. Jahrb., Bd. 21.
- Zeller, E., 1890: Über die Befruchtung bei den Urodelen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 49.
- Zimmermann, 1891: Über den Kernteilungsmodus bei der Spermatogenese von *Helix pomatia*. Verh. d. Anat. Ges., Bd. 5.
- Zweiger, H., 1907: Die Spermatogenese von *Forficula auricularia*. Jena. Zeitschr., Bd. 35.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III—V.

- Fig. 1. Archispermatozyte mit 2 Follikelzellen, 2 Nukleolen im unregelmässig gestalteten Kern. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 2. Archispermatozyte mit 5 Follikelzellen, 1 Nukleolus im Kern. Präparat 4052, Carnoy, Biondi.
- Fig. 3. Spermatozyste nach der letzten Spermatogonienmitose (junge Spermatozyten) Präparat 3137. Zenker, Biondi.

- Fig. 4. Spermatozyste mit in Teilung stehenden Spermatogonien. Links eine Archispermatozyte. Präparat 3139. Zenker, Cajal.
- Fig. 5. Spermatozyste, 3 Spermatogonien in Prophase. Präparat 3165. Flemming, Saffranin gentiana violett.
- Fig. 6. Degenerierte Archispermatozyte mit Riesenkern „Urei“. Präparat 3124. Carnoy, Eisenhämatoxylin, Bleu de Lyon.
- Fig. 7. Degenerierte Archispermatozyte mit 2 Kernen. Präparat 3124. Carnoy, Eisenhämatoxylin, Bleu de Lyon.
- Fig. 8. Archispermatozyte mit 6-poliger Mitose und Pseudotetraden. Präparat 3161. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 9. Archispermatozytenmitose. Präparat 3124. Carnoy, Eisenhämatoxylin, Bleu de Lyon.
- Fig. 10. Archispermatozytenmitose, Äquatorialplatte. Präparat 3121, Carnoy, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 11. Spermatogonienmitose. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 12. Dieselbe von *Rana esculenta* var. *Lessonae*. Präparat 3251. Hermann, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 13. Spermatogonie. Präparat 3121. Carnoy, Saffranin Lichtgrün.
- Fig. 14. Spermatozyten im Wachstumsstadium. Präparat 3137. Zenker, Biondi.
- Fig. 15. Leptotän. Präparat 3137. Zenker, Biondi.
- Fig. 16. Dasselbe, von var. *Lessonae* Übergang zum Diplotän. Präparat 3251. Hermann, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 17. Diplotän. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 18. Bukettstadium, z. T. verklumpt „Synapsis“. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 19. „Synapsis“. Starke Verklumpung, als Zentrum ein Nukleolus sichtbar. Var. *Lessonae*. Präparat 4706. Carnoy, Biondi.
- Fig. 20. Bukettstadium. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 21—23. Amphitän. Die 3 Figuren stellen dieselbe Zelle dar bei 3 verschiedenen, immer um 1 „ gegen die vorhergehende gehobenen Einstellung der Mikrometerschraube. Deutliche Amphimetasyndese. Präparat 4104. Bouin, Böhmers Hämatoxylin, Orange G. Vergl. auch Textfig. 4.
- Fig. 24—25. Dasselbe, Einstellungen um 2,5 „ verschieden. Var. *Lessonae*, Präparat 3251. Hermann, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 26. Späteres Kontraktionsstadium. Var. *Lessonae*. Präparat 3257. Hermann, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 27. Tetraden in Diakinese. Präparat 3121. Carnoy, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 28. Die Tetraden ordnen sich zur Metaphase. Präparat 3169. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 29. Metaphase der ersten Reifungsteilung. Präparat 3127. Carnoy, Eisenhämatoxylin, Fuchsin S.
- Fig. 30. Dasselbe, etwas späteres Stadium. Präparat 3126. Carnoy, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 31. Anaphase, Präparat 3137, Zenker, Cajal.
- Fig. 32. Beendete Anaphase. Präparat 3126. Carnoy, Saffranin, Lichtgrün.

- Fig. 33. Beginnende Telophase, in der oberen Zelle ist die Teilung des Centrosoms sichtbar. Präparat 3165. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 34. Metaphasen der ersten und zweiten Reifeteilung. Die Zellen lagen im Präparate so nebeneinander wie in der Zeichnung. Die links liegende Zelle zeigt ein Heterochromosom auf der Wanderung zum unteren Pol und an beiden Polen die Teilung der Centrosomen. Es ist deutlich sichtbar, dass die erste Teilung reduktionell ist. Var. Lessonae. Präparat 4706. Carnoy, Biondi.
- Fig. 35. Späte Metaphase der zweiten Reifeteilung. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 36. Metaphase der zweiten Reifeteilung. Präparat 3194. Carnoy, Haemalaun, Lichtgrün.
- Fig. 37. Dasselbe, Blick auf die Äquatorialplatte. Präparat 3164. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 38. Telophase der zweiten Reifeteilung. Präparat 3169. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 39. Dasselbe. Präparat 3132. Zenker, Cajal.
- Fig. 40. Telophasische Chromosomengruppe nach der zweiten Reifeteilung. Präparat 3169. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 41. Dasselbe. Präparat 3122. Carnoy, Saffranin, Lichtgrün.
- Fig. 42. Dasselbe. Präparat 3137. Zenker, Biondi.
- Fig. 43. Spermiide. Präparat 4706. Carnoy, Biondi.
- Fig. 44. Spermatozoon. Präparat 4706. Carnoy, Biondi.

Mikrophotographien.

- Fig. 1. Archispermatozyte mit nierenförmigem Kern. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 2. Archispermatozyte mit rundem Kern. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
- Fig. 3. Archispermatozyte mit 6-poliger Mitose und Pseudotetraden. Dieselbe Zelle wie Zeichnung 8. Präparat 3161. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 4. Archispermatozyte mit multipolarer Mitose, Doppelstäbchen. Präparat 3161. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 5. Archispermatozytenmitose. Präparat 3744. Flemming, Eisenhämatoxylin, Bleue de Lyon.
- Fig. 6. Spermatozyte mit in Teilung stehenden Spermatogonien. Präparat 3137. Zenker, Cajal.
- Fig. 7. Äquatorialplatte einer Spermatogonienmitose. Präparat 3139. Zenker, Cajal.
- Fig. 8. Diplotän mit deutlich sichtlichem Nukleolus. Präparat 4706. Carnoy, Biondi.
- Fig. 9. Leptotän. Präparat 3169. Flemming, Kupferhämatoxylin.
- Fig. 10. Bukettstadium. Var. Lessonae. Dieselbe Zelle wie Fig. 24—25 Präparat 3251. Hermann, Saffranin, Lichtgrün.

- Fig. 11. Tetraden. Präparat 4041. Flemming, Kupferhämatoxylin.
Fig. 12. Metaphase der ersten Reifeteilung. Präparat 3125. Carnoy, Delafield, Eosin.
Fig. 13. Dasselbe. Präparat 3162. Flemming, Kupferhämatoxylin.
Fig. 14. Metaphase der zweiten Reifeteilung. Präparat 3194. Carnoy, Haemalaun, Lichtgrün.
Fig. 15. Telophase der zweiten Reifeteilung. Präparat 3169. Flemming, Kupferhämatoxylin.
-

Alle Figuren sind von Fräulein Anna Keibel (Berlin) mit Zeiss Apochromatimmersion 2 mm N. A. 1,30 und Kompensationsokular 8 bei einem Tubusauszug $T = 160$ mm mit Hilfe des Abbéschen Zeichenapparates in Höhe des Objektisches entworfen. Die Vergrößerung ist etwa 1350fach.

Die Photographien habe ich mit derselben Optik mit Quecksilberbogenlicht photographiert. Nur Fig. 6 ist mit Okular 4 aufgenommen worden. Die Vergrößerung ist bei Fig. 6 500fach, bei allen anderen 1000fach.

Vergr. 1500:1

3

1

6

8

11

4

9

10

13

5

12

14

15

7

Vergr. 1000 f. y. 2001

Fritz Lepp photo.

Museum u. Natur. Histor. Mus.