

Zur Kenntniss der Richtungsspindeln in degenerirenden Säugethiereiern

Dr. Hans Rabl,

Assistent am histologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Zu den interessantesten Befunden, die man bei Durchmusterung eines Schnittes durch ein Ovarium eines Säugethieres machen kann, gehören unstreitig die zuerst von Flemming¹ beobachteten Richtungsspindeln in degenerirenden Follikeln. Als ich zum Zwecke des Studiums der Eireifung² eine Reihe von Ovarien von Kaninchen, Maus, Meer-schweinchen und Katze in Serienschnitte zerlegte, hatte ich Gelegenheit, in jedem Eierstocke eine verschieden grosse Anzahl derselben anzutreffen, in einigen allerdings nur ganz vereinzelt, in anderen aber in ausserordentlicher Menge. Da fast immer die Richtungsspindeln in Follikeln liegen, deren Granulosa-epithel die von Flemming als Chromatolyse bezeichnete Degeneration eingegangen ist, so erhebt sich sofort die Frage, in welcher Beziehung die Degeneration des Follikelepithels und die Bildung einer Richtungsspindel zu einander stehen, welches von ihnen Ursache, welches Wirkung ist. Leider vermag ich vorläufig in dieser Angelegenheit keine entschiedene Stellung einzunehmen.

¹ Über die Bildung von Richtungsfiguren in Säugethiereiern beim Untergang Graaf'scher Follikel. *Archiv f. Anatomie u. Physiologie, anatom. Abth.*, 1885.

² Die ersten Wachsthumsvorgänge in den Eiern von Säugethieren. *Diese Sitzungsberichte*, 1897.

In Kaninchenovarien finde ich häufig Follikel, deren Membrana granulosa bereits zum grössten Theil der Chromatolyse verfallen ist, während die Eizelle und die ihr anliegenden Zellen des Cumulus ovigerus noch keine Veränderungen erkennen lassen. Nach der Ansicht von Holl¹ und Schottländer² wäre das zwar nicht verwunderlich, indem diese Autoren die Chromatolyse als einen normalen Vorgang betrachten, der zur Bildung des Liquor folliculi führt. Dem gegenüber muss ich mich an Flemming³ und Sobotta⁴ anschliessen, welche die Chromatolyse als den Ausdruck eines degenerativen Processes betrachten, von dem unbedingt früher oder später auch die Eizelle ergriffen wird. Denn ich finde neben den chromatolytischen Follikeln zu jeder Zeit auch solche, welche sich in den verschiedensten Stadien des Wachstums, respective der Liquorbildung befinden und von durchaus normalen Granulosazellen ausgekleidet sind.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Kaninchen habe ich in dem Follikel eines Meerschweinchens eine Eizelle beobachtet (Fig. 9), die bereits zu einem Haufen theils kernhaltiger, theils kernloser Stücke zerfallen war, während die Epithelzellen nur wenig Fetttropfen und ihre Kerne zum grössten Theil noch ein normales Chromatingerüst enthielten. Die Membrana granulosa war nur insoferne verändert, als sie aus einer einzigen Schichte stark abgeplatteter Zellen bestand. Einen ähnlichen Fall, intactes Epithel und Ei im Stadium der Richtungsspindel, hat Henneguy⁵ bei einer Fledermaus be-

¹ Über die Reifung der Eizelle bei den Säugethieren. Diese Sitzungsberichte, 102. Bd., 4. Heft, Abth. III.

² Über den Graaf'schen Follikel, seine Entstehung beim Menschen und seine Schicksale bei Mensch und Säugethieren. Archiv für mikroskop. Anatomie, 41. Band.

³ L. c., vergl. auch Capitel »Zelle« in Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, IV. Bd., S. 450 ff.

⁴ Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. 45.

⁵ Recherches sur l'atrésie des follicules de Graaf chez les mammifères et quelques autres vertébrés. Journal de l'anatomie et de la physiologie normale et pathologique, 1894.

schrieben. Sobotta¹ glaubt, dass die Ursache der Atresie gewisser Follikel darauf beruhe, dass dieselben zu weit von der Oberfläche entfernt lägen und darum nicht bersten könnten. Solche Eier bilden einen, eventuell zwei Richtungskörper, gleichwie die Tubeneier der geplatzten Follikel, machen aber keine weiteren Veränderungen durch und gehen mit der betreffenden Richtungsspindel zu Grunde. Derartige Eier muss man als durchaus normale und das Auftreten der Richtungsspindel als eine Folge der Reife der Eizelle ansehen.

Anders müssen meiner Meinung nach jene Prozesse beurtheilt werden, bei welchen der Follikel noch lange nicht seine definitive Grösse, das Ei noch nicht seine Reife erlangt hat und sich dennoch bereits zur Theilung anschickt. Auf solche Fälle kann die Erklärung von Sobotta nicht angewendet werden, wir müssen sie vielmehr als pathologisch oder wenigstens — mit Flemming — als physiologisch abnorm betrachten, weil sie einen zu frühen und darum unzweckmässigen Abschluss der Entwicklung bedeuten. Trotzdem gleichen beim Meerschweinchen, auf welches sich alle folgenden Angaben beziehen, weil es mir die zahlreichsten Richtungsspindeln geliefert hat, jene Körper in vieler Hinsicht denjenigen, welche Sobotta in den reifen Eiern der Maus gefunden hat. Nur ihre Lage ist insoferne verschieden, als sie häufig noch in Mitte der Zelle gelegen sind, indem der Kern noch nicht unter die Oberfläche emporgerückt ist. Die Spindelfasern sind ziemlich dick, manchmal leicht wellig verbogen. Ihre Zahl dürfte mit der der Chromosomen übereinstimmen. Diese letzteren sind entweder kurze Stäbchen oder Reihen von 2—4 hinter einander liegenden Kügelchen.

Diese Form scheint mir von besonderer Wichtigkeit zu sein, weil sie denjenigen Bildern ähnelt, welche Sobotta bei der Maus beobachtet hat. Bekanntlich geschieht die Vertheilung des Chromatins auf Eizelle und Richtungskörperchen — nach Beobachtungen an einer Reihe von Thierarten² — in vielen Fällen nicht auf dem Wege der Längsspaltung, sondern der

¹ L. c.

² Siehe Rückert, Die Chromatinreduction bei der Reifung der Sexualzellen. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch., 1893.

Quertheilung der Chromosomen. Ich glaube aus meinen Präparaten schliessen zu dürfen, dass auch beim Meerschweinchen der Process nach demselben Gesetze verläuft. Da demnach die Richtungsspindeln degenerirender und normaler Eier in einem so wichtigen Punkte übereinstimmen, dürften auch andere, an den ersteren beobachtete Erscheinungen für die Kenntniss der letzteren von Interesse sein. Ich will dieselben im Folgenden kurz anführen.

Vor Allem verdient ein Befund, den ich auf Fig. 1 abgebildet habe, die grösste Beachtung: eine Richtungsspindel, die von einer noch allseits geschlossenen achromatischen Kernmembran umgeben ist. Fast alle Autoren, die sich mit der Herkunft der Richtungsspindeln bei Wirbelthieren befassten, u. a. Fick,¹ Born,² Sobotta, nehmen an, dass die Fäden aus dem Linin des Kernes stammen müssten, da ein Centrosoma, aus dem bekanntlich die Centralspindel hervorgeht, an den Richtungsspindeln bisher nicht beobachtet wurde.

Man kann in der mitgetheilten Figur den Beweis für diese bisher nur vermuthete Thatsache erblicken. Doch liegt zu dieser Annahme keine unbedingte Nöthigung vor, denn es lässt sich jenes Bild auch dahin deuten, dass das Centrosoma in den Kern gewandert ist und nun innerhalb desselben eine Spindel gebildet hat. Beide Annahmen sind einer Verallgemeinerung fähig, denn es besteht meiner Meinung nach das Eigenthümliche des mitgetheilten Falles bloss darin, dass sich die Kernmembran — aus nicht näher ersichtlichen Gründen — zu einer Zeit noch erhalten hat, zu der sie für gewöhnlich bereits verschwunden ist. Für die Annahme einer intranucleären Lage des Centrosoms sprechen zwei Angaben aus der Literatur: die Beobachtungen Brauer's³ über das Verhalten der Centrosomen in den Spermatoocyten von *Ascaris megalocephala univalens* und die Entstehung der ersten Richtungsspindel innerhalb

Über die Reifung und Befruchtung des Axolotleies. Zeitschrift für wiss. Zoologie, 56. Bd., S. 540.

² Die Structur des Keimbläschens im Ovarialei von *Triton taeniatus*. Archiv für mikroskop. Anatomie, 43. Bd., S. 44.

³ Zur Kenntniss der Spermato-genese von *Ascaris megalocephala*. Archiv für mikroskop. Anatomie, 42. Bd.

des Kernes bei *Cyclops strenuus* (Rückert¹). Letzterer findet gleichfalls Centrosomen innerhalb des Kernes und bildet sie an den Enden der Spindel als ziemlich grosse Kugeln ab. Vergleicht man meine Fig. 1 mit Rückert's Fig. 18 und 19 b, so ist die Übereinstimmung in die Augen springend, denn auch ich finde dort, wo Centrosomen zu erwarten wären, kugelige Körper, allerdings bedeutend grösser und weniger färbbar als bei *Cyclops*. Ob dieselben jedoch als Centrosomen oder in Anbetracht ihrer Grösse als Centrosomen plus Sphären betrachtet werden dürfen oder irgend welche andere Deutung beanspruchen, ist eine Frage, die ich im vorliegenden Falle noch nicht beantworten möchte. Ich werde vielmehr zunächst an anderen Richtungsspindeln das Vorkommen von Centrosomen erörtern.

Ich muss da vor Allem wiederholen, dass die Spindelfiguren in degenerirenden Follikeln das gleiche Aussehen darbieten, das Sobotta von normalen Eiern geschildert hat. Auch dort convergiren die Spindelfasern nicht in einem Punkt, sondern verlaufen nur schwach gekrümmt und endigen gewöhnlich mit einer leichten Anschwellung. An den Polen der Spindel erscheint das Zellprotoplasma heller als in ihrer seitlichen Umgebung und lässt dort ein Netzwerk äusserst feiner Fäserchen erkennen. Würde ein Centrosoma vorhanden sein, so müsste es in der Mitte jenes hellen Hofes liegen und durch Fasern von unendlicher Feinheit mit den deutlich erkennbaren Enden der Spindelfasern verbunden sein. Nun finde ich allerdings an der fraglichen Stelle ab und zu äusserst kleine, bei Anwendung der Heidenhain'schen Methode schwarz gefärbte Körnchen, auch 2—3 feine Fäden, welche von demselben gegen die Enden der Spindelfasern hin laufen. Trotzdem wage ich nicht, derartige Bilder mit Bestimmtheit in obigem Sinn zu deuten. Denn die schwarzen Punkte könnten auch ganz kleine Dentoplasmakörner sein und die Fäden eben nur zufällig jene Verlaufsrichtung besitzen (siehe S. 104 und Fig. 7).

Von grösserer Wichtigkeit für die Frage nach der Existenz eines Centrosoma ist dagegen eine andere Beobachtung. Man kann nämlich unter Umständen von dem erwähnten hellen Hof

¹ Zur Eireifung bei Copepoden. Anat. Hefte, IV. Bd.

eine deutliche Strahlung ausgehen sehen, wie sie auf Fig. 2, 3 und 4 dargestellt ist. Die Fasern sind manchmal (Fig. 2) sehr breit, verlaufen nach allen Richtungen und können dennoch nicht in jenem Sinne gedeutet werden, wie dies Sobotta¹ gegenüber ähnlichen Beobachtungen Born's thut. Es sind echte Polstrahlungen, welche, um mit Sobotta zu reden, »die Existenz eines Centrosoma wahrscheinlich machen, selbst wenn man ein solches nicht nachweisen könnte«. Solche Polstrahlungen sind zwar nicht die Regel, bilden aber eine gar nicht seltene Ausnahme. Übrigens ist es möglich, dass die reichliche Durchsetzung des Protoplasmas der Eizelle mit Körnchen verschiedener Grösse die Strahlen unter gewöhnlichen Verhältnissen unsichtbar macht, und dass sie nur dann erkannt werden können, wenn sie eine grössere Dicke erlangt haben.

In denjenigen Fällen, in welchen sie besonders ausgeprägt sind, findet man im Centrum der Strahlung, in der Mitte des hellen Hofes und zwischen die Enden der schwach convergirenden Spindelfasern etwas hineingerückt einen grossen, blassgrauen, kugeligen Körper. Die Strahlen reichen nur zum Theil bis unmittelbar an ihn heran, zum Theil verlieren sie sich im hellen Hof um jene Kugel. Eine radiäre Streifung derselben, ein centrales Korn in ihrem Inneren, liess sich nicht nachweisen. Ob auch bei anderen Wirbelthieren Polstrahlungen vorkommen, kann ich aus Mangel an eigener Erfahrung nicht bestimmt angeben, halte es aber für sehr wahrscheinlich. So beschreibt und zeichnet Hoffmann² Richtungsspindeln von *Scorpaena* und *Julis*, die an beiden Polen, vor Allem aber am unteren eine prächtige Strahlung zeigen. Auch Agassiz und Whitmann³ beschreiben blasse Flecken an den Polen der Richtungsspindeln von *Ctenolabrus*, die vielleicht die gleiche Deutung wie meine Befunde verdienen.

¹ Die Reifung und Befruchtung des Wirbelthiereies. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgeschichte, V. Bd.

² Zur Ontogenie der Knochenfische. Verhandl. d. kkl. Acad. van Wet. z. Amsterdam, 21. Bd., 1881.

³ The Development of Osseous Fishes. Memoirs of the Museum of Comparative Zool. at Harvard College, Vol. 14, 1889 (citirt nach Sobotta [1]).

Welcher Art soll nun jener grosse kugelige Körper sein?

Bei Durchsicht der Literatur fällt sofort die überraschende Ähnlichkeit auf, welche derselbe mit dem von R. Hertwig¹ in unbefruchteten und sich theilenden Seeigeleiern beobachteten »Ovocentrum« besitzt. Hier wie dort baut sich die Spindel aus einem innerhalb des Kernes gelegenen Material auf und tritt die Plasmastrahlung erst secundär hinzu. Allerdings hat Hertwig das Ovocentrum nur an einem Ende der Strahlung beobachtet, indem sich die Spindelfasern in seinem Object zunächst in Form einer Halbspindel gruppieren und nur in seltenen Fällen später zu einer Vollspindel umlagern. Aber auch hierin stimmen unsere Objecte überein, indem so ausgesprochene Strahlen, wie die auf Fig. 2 dargestellten, immer nur an einem Punkte in der Zelle zu sehen sind. Da ausserdem die Chromosomen so weit auseinandergestreut sind, wie dies bei einer gewöhnlichen Richtungsspindel niemals der Fall ist, so ist es nicht unmöglich, dass in dem abgebildeten Falle, der übrigens nicht der einzige dieser Art ist, den ich beobachtet habe, auch eine »Halbspindel« vorliegt.

Bezüglich der Deutung, welche Hertwig dem Centrum jener Strahlung gibt, kann ich mich jedoch diesem Forscher nicht anschliessen; denn wir wissen aus den sorgfältigen Untersuchungen von Kostanecki und seiner Mitarbeiter Wierzejski und Siedlecki² an den Eiern von *Physa fontinalis*, *Ascaris megalcephala* und *Echinus microtuberculatus*, dass die Centrosomen — soferne Fixirung und Färbung gelungen sind — immer nur als winzig kleine, bei Anwendung der Heidenhain'schen Färbung scharf hervortretende Kügelchen erscheinen. Wenn andere Forscher in den gleichen Fällen

¹ Über die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleies. Ein Beitrag zur Lehre von der Kerntheilung und der geschlechtlichen Differenzirung. Festschrift für Gegenbaur, 1896.

² Kostanecki und Wierzejski, Über das Verhalten der sogenannten achromat. Substanzen im befruchteten Ei, nach Beobachtungen an *Physa fontinalis*. Archiv für mikroskop. Anatomie, 47. Bd., 2. — Kostanecki und Siedlecki, Über das Verhältniss der Centrosomen zum Protoplasma. Archiv für mikroskop. Anatomie, 48. Bd., 3. — Kostanecki, Über die Gestalt der Centrosomen im befruchteten Seeigelei. Anat. Hefte, VII. Bd.

grosse Kugeln beobachtet haben, wie dies von Boveri¹ und Reinke² an den Eiern des Seeigels geschah, so erklärt dies Kostanecki als Folge der Einwirkung einer ungünstigen Fixierungsflüssigkeit, durch welche die äusserst dünnen centralen Enden der Polfasern undeutlich gemacht werden. In derselben Weise deutet Kostanecki auch die abweichenden Resultate von Wilson und Mathews³ bezüglich des gleichen Objectes. Beim Anblick der äusserst klaren Zeichnungen Kostanecki's scheint mir seine Angabe sehr plausibel, und ich möchte darum durchaus nicht die Möglichkeit ausschliessen, dass auch meinerseits ein gleiches Versehen vorliegt. Die Ovarien, an welchen ich meine Untersuchungen anstellte, wurden in Flemming'scher Lösung fixirt, in Celloidin eingebettet und in Serienschnitte von 10 μ Dicke zerlegt; darauf durch circa 6 Stunden in dem von Benda empfohlenen Liquor ferr. sulf. oxyd., der mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt war, gebeizt, in Wasser flüchtig abgespült und durch 14 bis 16 Stunden in gesättigt wässriger Hämatoxylinlösung gefärbt. Die Differenzirung geschah gleichfalls durch das schwefelsaure Eisensalz. In seiner letzten Publication über die Technik seiner Färbung gibt Heidenhain⁴ an, dass die Schnittdicke bei Amnioten nicht über 3 μ betragen dürfe, eine Angabe, der ich aus eigener Erfahrung durchaus beipflichten muss. Es ist darum sehr wohl möglich, dass in vielen meiner Präparate die Centrosomen zwar vorhanden, aber innerhalb der dicken Schnitte nicht erkennbar waren. Übrigens ist das Vorkommen jener Kugeln an den Polen der Richtungsspindeln von Meer-schweinchen nicht so selten, so dass ich hoffen darf, die Frage in nächster Zeit an passend vorbereitetem Material mit Sicherheit lösen zu können.

¹ Über das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigels etc. Verhandl. der med.-phys. Gesellschaft zu Würzburg, 29. Bd., 1895.

² Untersuchungen über Befruchtung und Furchung des Eies der Echinodermen. Sitzungsber. der königl. preuss. Akad. der Wissensch., 1895.

³ Maturation, fertilization and polarity in the echinodermegg. Journal of morph., Vol. X, 1895.

⁴ Noch einmal die Darstellung der Centrankörper durch Eisenhämatoxylin, nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über die Hämatoxylinfarben. Zeitschrift für wissensch. Mikroskopie, Bd. 13, Heft 2.

Als weiteres Argument zu Gunsten der Existenz eines Centrosoma möchte ich das Vorkommen eigenthümlicher Theilungsfiguren anführen, wie zwei davon auf den Figuren 5 und 6 dargestellt sind. Wie aus der Betrachtung derselben hervorgeht, bestehen sie aus je einer grösseren Spindel mit zahlreichen Fasern und Chromosomen und einem Bündel davon abgezewigter Fasern mit nur wenigen Chromatinkörnern. Die gleiche Erscheinung hat van der Stricht¹ in einem Ei von *Amphioxus* aufgefunden und Carnoy² mehrmals bei *Ascaris megaloccephala* beobachtet. Die in meinen Fällen verschiedenen grossen Spindeln besitzen ein gemeinsames Centrum und bilden mit einander einen theils spitzen, theils rechten Winkel. Wollte man annehmen, dass die Fasern in der normalen Richtungsspindel ihre Zusammengehörigkeit bewahren, ohne durch zwei Centralkörperchen zusammengehalten zu werden, so fällt es schwer, zu erklären, warum bei Störung dieser Gruppierung so regelmässige Figuren entstehen. Viel leichter ist dies, wenn man annimmt, dass die sämmtlichen Fasern an einem Ende mit einem Centrosoma verbunden sind, während sie sich mit dem anderen Ende entweder theilweise vom zweiten Centrosoma abgelöst haben, oder sich das letztere getheilt hat und die beiden ungleich grossen Theilstücke sammt den angehefteten Fasern auseinandergerückt sind.

Aus allen diesen Momenten lässt sich der Schluss ableiten, dass, wenigstens bei den Richtungsspindeln degenerirender Eier, Centrosomen in einem Theil der Fälle bestimmt, in einem anderen höchst wahrscheinlicherweise vorhanden sind. Auch die Eingangs beschriebene Figur einer intranuclären Spindel spricht — wie ich jetzt sagen kann — nicht dagegen, sondern lässt sich recht gut in Analogie zu den Verhältnissen, wie sie bei Wirbellosen beobachtet wurden, erklären. Wenn ich demnach der Ansicht Sobotta's, dass die Richtungsspindeln sämmtlicher Wirbelthiereier der Centrosomen entbehren, auch keine strikte Widerlegung entgegensetzen kann,

¹ Anomalies lors de la formation de l'amphiasier de rebut. Bibliographie anatomique, 1896, Nr. 1.

² La Cytodiérèse de l'oeuf. La vésicule germinative et les globules polaires de l'*Ascaris megaloccephala*. Le Cellule, Tome II.

so denke ich doch, dass die mitgetheilten Befunde zu Zweifeln an der allgemeinen Giltigkeit dieses Satzes berechtigen und eine Anregung bieten werden, die Verhältnisse nochmals einem eingehenden Studium zu unterwerfen.

Auf Fig. 7 habe ich eine Spindel abgebildet, an deren linkem Ende — das rechte fällt nicht ganz in den Schnitt — in einiger Entfernung von den Spitzen der Fasern ein winzig kleines Kügelchen zu sehen ist. Zwischen diesem und der Spindel kann man einen aus ganz blassen, dünnen Fasern bestehenden Kegel wahrnehmen. In der den hellen Hof umgrenzenden dunkleren Plasmamasse verlaufen einige deutliche Polstrahlen. Das Ding entspricht demnach meiner früher gegebenen Beschreibung und kann als das Ende einer Centralspindel angesehen werden, wie sie mit dem gleichen Aussehen bei somatischen Zellen vorkommt. Unter dieser Eizelle findet man zwei kleine, sehr scharf umgrenzte Protoplasmaklümpchen, welche Kernreste enthalten und zweifellos als abgestossene Richtungskörperchen gedeutet werden müssen. Die abgebildete Mitose ist somit nicht eine Richtungsspindel, sondern die erste Furchungsspindel eines parthenogenetisch sich theilenden Eies. Da trotz der Arbeiten von Henneguy¹ und Janošík² an dem Vorkommen einer, wenn auch nur höchst unvollkommenen Parthenogenese bei Säugethieren gezweifelt wird, so theile ich ausser dieser Figur noch zwei weitere Furchungsstadien mit. Auf Fig. 8 ist das Ei durch eine vollständig durchschneidende Furche in zwei Zellen getheilt. Verfolgt man aber die Serie weiter, so sieht man auch an der Peripherie einige kleine abgeschnürte Zellterritorien. In allen diesen Furchungskugeln sind Kerne vorhanden, gewöhnlich in einer grossen Anzahl; sie sind sehr blass, weil offenbar die Chromatinmenge nicht mehr zunimmt, durch jede neuerliche Theilung jedoch auf ein grösseres Areal ausgebreitet wird. Dass auch eine Zelltheilung eintritt, ist in Anbetracht der Karyokinese der Kerne nicht verwunderlich. Später aber verlieren die Kerne diese Fähigkeit, sie vermehren sich nur mehr durch directe Theilung und dem

L. c.

² Die Atrophie der Follikel und ein seltsames Verhalten der Eizelle. Archiv für mikroskop. Anatomie, 48. Bd.

entsprechend bleibt auch die Zelltheilung aus. Die Zellen füllen sich allmählig mit einer grossen Zahl von Kernen an, das Plasma schrumpft, die darin enthaltenen Fetttropfen rücken immer näher aneinander und schliesslich findet man im Inneren der Zona pellucida nur mehr ein von Fetttropfen durchsetztes graubraunes Klümpchen, in dem weder Kerne noch Zellgrenzen zu erkennen sind.

Neben der hier geschilderten Zerlegung einer Eizelle, die in einer Weise verläuft, welche sich direct mit der Furchung eines befruchteten Eies vergleichen lässt, findet auch manchmal eine unregelmässige Zerklüftung statt, die zur Abspaltung kernloser Fragmente führt (Fig. 9). Es ist anzunehmen, dass die letzteren noch früher dem Untergang verfallen als die kernhaltigen Furchungszellen. Ob sich diese letzteren unter Umständen weiter entwickeln, als hier geschildert wurde und dadurch Bildungen entstehen, welche für die Pathologie von Bedeutung sind und zur Erklärung gewisser dermoidartiger Geschwülste des Ovariums herangezogen werden können, will ich nicht weiter erörtern.

Erklärung der Figuren.

Sämmtliche Abbildungen wurden nach Zeiss, apochromatisches Objectiv 2 mm, Compensationsocular 8, ausgeführt.

Sie stammen aus den Ovarien zweier Meerschweinchen, die Fig. 1 und 9 gehören dem einen, Fig. 2—8 dem anderen an.

Das erstere Ovarium war in Hermann'scher Lösung, das zweite Flemming'scher Flüssigkeit fixirt. Bezüglich der Technik der Färbung vergleiche den Text.

Fig. 1. Richtungsspindel innerhalb der Kernmembran.

Fig. 2. Sonnenfigur mit »Ovocentrum«.

Fig. 3 und 4. Richtungsspindeln mit Polstrahlen, die von je einem hellen Hof ausgehen.

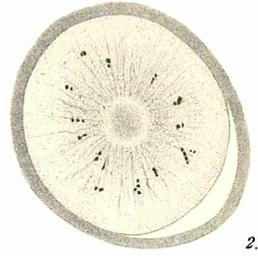
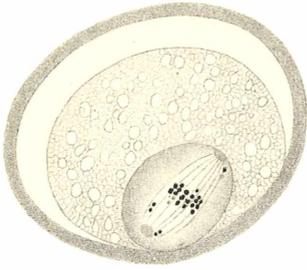
Fig. 5 und 6. Richtungsspindeln mit davon abgezweigten Faserbündeln.

Fig. 7. Eizelle mit den beiden Richtungskörperchen. In der Mitte eine (parthenogenetische) Furchungsspindel mit Centrosom(?) und deutlicher Polstrahlung an einem Ende.

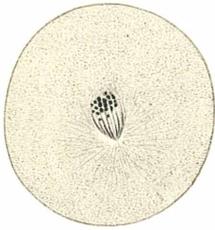
Fig. 8. Gefurchte Eizelle. In der einen Furchungskugel liegen zahlreiche kleine Kerne.

Fig. 9. Fragmentirte Eizelle. Eine Zelle mit zwei grossen Kernen, in den übrigen Protoplastastücken sind keine Kerne zu sehen.

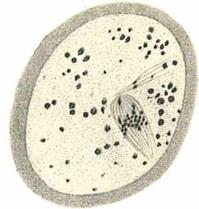
(Mit Ausnahme der Fig. 6 und 8 sind in sämmtlichen Eizellen die Fetttropfen im Protoplasma weggelassen.)



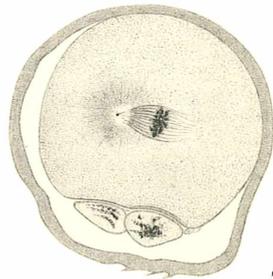
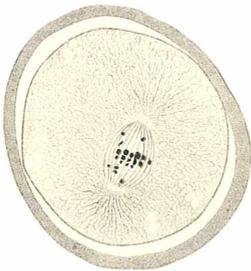
2.



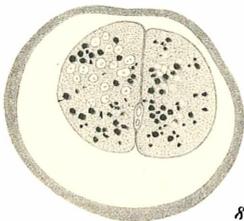
3.



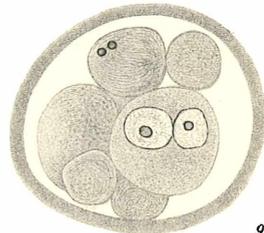
6.



7.



8.



9.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [106_3](#)

Autor(en)/Author(s): Rabl Hans

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Richtungsspindeln in degenerirenden Säugethiereiern. 95-106](#)