(Aus dem anatomischen Institut in Strassburg.)

Idiozom und Centralkörper im Ovarialeie der Säugethiere.

Von

Dr. **Alexander Gurwitsch**,
Assistent am anatomischen Institut.

Hierzu Tafel XVI.

Bei einer Untersuchung von Ovarien neugeborener und etwa 12tägiger Meerschweinchen, eines für das Studium der s. g. Dotterkerne ausserordentlich günstigen Objectes, ist es mir gelungen, in den Dotterkernen die bis jetzt meines Wissens noch stets vermissten Centralkörper mit aller erwünschter Deutlichkeit zur Darstellung zu bringen. Hält man sich an ein junges, 12tägiges Thier, in dessen Ovarium die Theilungsperiode schon vollständig abgelaufen ist, so kann man das Verhalten des völlig ausgebildeten Dotterkernes und in den älteren, von einer 2—3 reihigen Zona granularis umgebenen Eiern, auch das Zugrundegehen desselben studiren; ein kaum ausgetragenes Thier liefert dagegen die erwünschte Ergänzung zu den Bildern des ruhenden Dotterkernes: die meisten Eier befinden sich daselbst in verschiedenen Theilungsstadien und es gelingt mit Leichtigkeit, das Verhalten des Dotterkernes und der darin eingeschlossenen Centralkörper bei der Mitose zu verfolgen.

Ich fange mit der Beschreibung der auf der Höhe ihrer Ausbildung stehenden Dotterkerne an: sie sind am schönsten bei jungen, schnell wachsenden Eiern zu beobachten, welche schon von einer einreihigen Zona granularis umgeben sind: der sehr grosse kugelige Eikern liegt meistens etwas excentrisch, der Eiperipherie genähert: das Chromatin ist in einem sehr lockeren, weitmaschigen Netze angeordnet, häufig annähernd radiär um einen nucleolusähnlichen Chromatinklumpen gelagert (Fig. 1). Das Cytoplasma ist bei der angewandten Fixirung (Carnoy's Gemisch

18—24 Stunden) sehr locker gebaut: es zeigt einen bald mehr reticulären, bald faserigen Bau: es sind hie und da auch dickere Fäden eingelagert, welche sich mit Vorliebe um den Kern herum concentrisch anordnen: ziemlich zahlreich sind auch körnige Plasmaeinlagerungen: es sind kleine Kugeln von sehr verschiedener Grösse: sehr häufig scheinen 2 bis 3 grössere Substanzanhäufungen zu sein, welche sich ziemlich intensiv mit Eisenhaematoxylin färben und vielleicht den s. g. chromatoiden Körpern der Spermatocten entsprechen (s. v. Lenhossek, 6).

Der Dotterkern ist in jeder Eizelle voll ausgebildet vorhanden: er stellt einen runden, zuweilen auch länglichen Körper dar, welcher etwa die Grösse eines rothen Blutkörperchens erreicht. Seine Conturen sind in den älteren Eiern sehr scharf gegen das angrenzende Cytoplasma abgesetzt: nur selten sind sie von einer unregelmässigen gelappten Form, wie Meves es für die Nebenkern in den Samenzellen des Salamanders abbildet (Fig. 3). Die Substanz des Nebenkernes hat ein völlig homogenes Aussehen und es ist mir nie gelungen, eine radiäre oder concentrische Streifung derselben nachzuweisen: ein sehr häufiger, ja fast regelmässiger Befund ist dagegen ein heller Ring, welcher die dunkler gefärbte Substanz in eine scheibenförmige Innenzone und einen Aussenstreifen sondert (Fig. 1, 2, 3); auch dieses Bild erinnert lebhaft an die von Meves für den Salamanderhoden gegebenen Bilder (7, Fig. 40, 41). Der Dotterkern sticht bei jeder Färbung sehr deutlich vom umgebenden Cytoplasma ab: am schönsten sind jedoch die mit Eisenhaematoxylin und Rubin behandelten Präparate: an denselben ist der Dotterkern das einzige rosaroth gefärbte Gebilde der Eizelle: sowohl der Eikern als das Cytoplasma sammt allen Einschlüssen behalten die grauschwarze Farbe des Eisenhaematoxylin; auch die chromatoiden Nebenkörper sind schwarz gefärbt. Es hat schon Lenhóssek (6) für die Spermatocten der Ratte richtig hervorgehoben, dass an mit Eisenhaematoxylin überfärbten oder nicht genügend differenzirten Präparaten der Nebenkern dennoch nicht schwarz gefärbt ist, sondern höchstens schwarze Niederschläge auf seiner Oberfläche zeigt, durch welche die bei einer Nachfärbung hellroth gefärbte Substanz des Nebenkernes deutlich durchschimmert. Dasselbe trifft in vollem Maasse auch für die Dotterkerne unseres Objectes zu. Eine Spiegelfärbung im

Sinne A. Fischers (4) konnte ich trotz verschiedener Abstufungen die Differenzirung nie erhalten.

Im Centrum der Dotterkerne lassen sich nun mit der grössten Schärfe Centralkörper nachweisen: dieselben sind gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden und dicht beieinander liegend, in vielen Fällen kann ein dünner Verbindungsstreifen zwischen denselben — eine Centrodosome Heidenhains — wahrgenommen werden (Fig. 3): zuweilen sieht aber umgekehrt der Zwischenraum wie eine sehr kleine helle Spindel aus, an dessen Polen die Centralkörper sitzen (Fig. 2). Ziemlich häufig ist auch das Vorkommen von zwei hantelförmigen Centralkörpern-Diplosomen (Fig. 3). Von einer bestimmten festen Orientirung der Centralkörperachse zum Zellkern oder zur Zellachse konnte ich mich nicht überzeugen: eine zum Kerne tangential Richtung der Centralkörperachse scheint ebenso häufig wie eine normale oder schiefe zu sein.

Es ist schwer, mit Bestimmtheit den Zeitpunkt des Schwindens des Dotterkernes in den Eiern zu bestimmen. Bei den von einer 2—3 reihigen Zona granularis umgebenen Eiern, die zu den ältesten des Ovaris eines 12tägigen Thieres gehören, habe ich in der Mehrzahl keinen deutlichen Dotterkern finden können, wohl aber einzelne roth gefärbte Substanzbrocken, welche vielleicht als Zerfallprodukte desselben angesehen werden dürften. In den wenigen Fällen, wo ein noch einheitlicher Dotterkern zu beobachten war, hatte er stets eine sehr excentrische Lage; die Conturen waren unregelmässig, wie geschrumpft; Centralkörper liessen sich in solchen degenerirenden Dotterkernen nie mit Sicherheit nachweisen. Ich muss daher auch vorläufig die Frage offen lassen, ob in einem reifen Ei, nachdem es des Dotterkernes verlustig wurde, noch die Centralkörper persistiren und eventuell bei der Richtungsspindel eine Rolle spielen: dass man bei pathologischen Mitosen, welche so häufig in den atretischen Follikeln beim Meerschweinchen auftreten und zum Theil wohl als echte Furchungen angesehen werden dürften, zuweilen an den Spindelpolen schwarze Körnchen auftreten sieht, die sich in keiner Hinsicht von den Centralkörpern unterscheiden, wurde u. A. durch Rabl's (15) Untersuchungen bekannt und kann auch an dieser Stelle von mir bestätigt werden. Von der Mehrzahl der Autoren wurden jedoch Centralkörper in den echten normalen Richtungsspindeln der Säugethiereier vermisst (Sobotta 16, 17).

Ein einwandsfreier Nachweis von nackten, von keiner typischen Sphäre umgebenen Centralkörpern innerhalb des Eicytoplasmas, nachdem der so leicht zu erkennende Dotterkern verschwunden ist, dürfte wohl schwer gelingen: das Eiplasma ist nämlich so reich an verschiedenen mikrosomalen Einschlüssen, dass ein schwarzes Doppelkörnchen, welches ja ab und zu in demselben auftritt, nie eine sichere Deutung seiner Natur erfahren kann.

Es ist nun von grossem Interesse, das Verhalten der Dotterkerne sammt den in ihnen eingeschlossenen Centralkörpern bei der Mitose zu verfolgen. Es dürften meines Erachtens nur diejenigen centralkörperähnlichen Gebilde für wirkliche Centralkörper erklärt werden, welche nachgewiesenermaassen bei der Mitose eine entsprechende Function übernehmen. Dieser Beweis ist für viele Fälle noch nicht erbracht, so. z. B. für die s. g. Centralkörper der Cylinderepithelien, den Ganglienzellen etc.

Bei dem uns an dieser Stelle interessirenden Objekt sind wir in einer günstigeren Lage, wie aus den Bildern Fig. 4—8 zu ersehen ist.

Die betreffenden Abbildungen sind einem Ovar eines fast völlig ausgetragenen Meerschweinchens entnommen. Die meisten Ovocyten befinden sich in reger Theilung, wobei ganz auffallend das Knäuelstadium vorherrscht. Der Dotterkern ist bald mehr bald weniger scharf von dem umgebenden Cytoplasma abgegrenzt, in sehr vielen Fällen ist die Conturirung desselben eine ebenso präcise, wie bei den älteren in Figur 1—3 abgebildeten Eiern (Fig. 4), der Centralkörper innerhalb des Dotterkernes besteht aus einem typischen Doppelkorn, häufig mit einer deutlichen Centrodese.

Bei dem weiteren Fortschreiten der Mitose lagert sich der Dotterkern dem Kerne dichter an, verliert seine scharfe Contur, die Substanz des Dotterkernes zerfliesst gewissermaassen an der Oberfläche des Kernes, sticht aber noch immerhin sehr deutlich von dem anliegenden Cytoplasma ab. Ganz analoge Bilder sind uns schon bei den Mitosen der Spermatocyten beim Salamander durch Meves bekannt geworden (Fig. 5, 6). Gleichzeitig mit dem Zerfliessen des Dotterkernes tritt zwischen den beiden, etwas auseinanderweichenden Centralkörpern eine helle spindelförmige Stelle auf, anscheinend die erste Anlage der Centralspindel; bei

der relativen Kleinheit der Verhältnisse ist dieselbe nicht immer ohne weiteres als solche zu erkennen, namentlich wo keine Spur einer Strahlung wahrzunehmen ist. Das sehr häufige Vorkommen des Bildes und namentlich die weiter zu beschreibenden Stadien schliessen jedoch jeden Zweifel aus, dass wir es wirklich mit einer Centralspindel zu thun haben, wir brauchen nur die Fig. 7 einer Betrachtung zu unterziehen. Die Kernmembran ist nun geschwunden, der Knäuel in einzelne Segmente zerfallen, welche sich in einen Mutterstern ordnen. Im Centrum desselben ist eine sehr deutliche Centralspindel zu sehen, an dessen Polen Centralkörper sitzen und eine deutliche Strahlung ausgeht.

Das Bild ist aus den zahlreichen Darstellungen der Mitose so bekannt, dass es kaum einer näheren Erläuterung bedarf.

Es ist aber insofern von grosser Bedeutung, als es die Deutung der innerhalb des Dotterkernes bei der Eisenhaematoxylinfärbung auftretenden schwarzen Körnchen als wahre Centralkörper ganz sicher stellt.

Wir können somit mit gutem Rechte den Dotterkern der unreifen Säugethiereier dem Idiozom der Samenzellen vollständig homologisiren. Sowohl die männlichen als die weiblichen Genitalzellen haben somit die Eigenthümlichkeit, dass die Centralkörper derselben von einer deutlich differenzirten, anscheinend in ihrer Zusammensetzung sehr constanten und von dem umgebenden Cytoplasma scharf abgegrenzten Hülle umgeben sind.

Es ist schon vielfach der Versuch gemacht worden, die Dotterkerne des Eies dem Nebenkerne der Samenzellen zu homologisiren. Die Aehnlichkeit beider Gebilde ist in der That in manchen Fällen eine ganz auffällige, da jedoch einige wichtige Punkte im Aufbau (namentlich der bis jetzt noch nicht dargebrachte Nachweis von Centralkörpern in den Dotterkernen) und das Endsicksal beider in Frage kommenden Bildungen stark differiren, ist auch diese Deutung vorläufig über das Stadium der Wahrscheinlichkeit nicht hinausgekommen und hat neben zahlreichen Verfechtern auch entschiedene Gegner aufzuweisen.

Henneguy, welcher Ovarialeier zahlreicher Repräsentanten von Wirbelthieren und namentlich von Säugern untersuchte, sieht im Dotterkern „un organe ancestral qui avec les éléments nucléo-

laire de la vesicule germinative correspond au makronucleus des Infusories, le mikronucleus étant représenté par le réseau chromatique, prenant seul part aux phénomènes de fécondation“ (5, S. 35).

Wenn auch diese Definition etwas unbestimmt lautet, so ist um desto entschiedener die Stellungnahme Balbiani's (2): er sieht im Dotterkern der Araneiden ein Homologon des „Centrosoma“ im Sinne Boveri's, d. h. eine Attractionssphäre sammt dem darin eingeschlossenen Centralkörper, ohne allerdings wirkliche Centralkörper oder das Verhalten des Dotterkernes in der Mitose gesehen zu haben. In einer fast gleichzeitig mit der obengenannten erschienenen Arbeit tritt Mertens (10) der Deutung Balbiani's entschieden entgegen; nach diesem Autor sollen unter dem Namen „Dotterkern“ zwei grundverschiedene Bildungen beschrieben worden sein, bald sind es Attractionssphären, welche schon den Primordialeiern zukommen, bei denen Mitosen thätig sind und noch eine Zeitlang bei den sich nicht mehr theilenden individualisirten Eiern in der Wachstumsperiode persistiren (wobei jedoch Centralkörper in den ruhenden Eiern nur ausnahmsweise nachzuweisen wären), es sind somit Bildungen, welche mit den von den Autoren, z. B. Henneguy, beschriebenen Dotterkernen nichts gemeinsam haben, da ja letztere, nach Henneguy's Angaben, in den Primordialeiern noch fehlen und erst in der Wachstumsperiode auftreten sollen.

Die von Henneguy beschriebenen, mit Safranin sich roth färbenden Kugeln sind dagegen nach Mertens nucleoläre Produkte, die aus dem Kern in das Eiplasma ausgestossen werden; dass dieselben jedoch nicht centrosomaler Natur sind, erhellt nach Mertens aus ihrem Vorkommen in den Eizellen gleichzeitig mit echten Attractionssphären, ja sogar in mitotisch sich theilenden Primordialeiern: in letzteren Fällen sind an den Spindelpolen deutliche Centralkörper sichtbar, im Eiplasma liegen dagegen die Körner, welche nach Mertens' Meinung von Henneguy für Dotterkerne angesprochen wurden.

Die Angaben Balbiani's bleiben durch Mertens Behauptungen zunächst unberührt, es ist auch sehr fraglich, ob die safranophilen Körner, die von ihm in den Eizellen neben den „Sphères attractives“ beobachtet wurden, wirklich mit den Henneguy-

schen Dotterkernen identisch sind — ich glaube vielmehr, dass es sich um die oben erwähnten chromatoiden Körper handelt.

Ist aber Mertens letzte Behauptung nicht stichhaltig, so wendet sich Mertens Waffe gegen ihn selbst.

Die zwei neuesten Publicationen über den Dotterkern rühren von O. van der Stricht (18) und van Bambecke (3).

Nachdem Ersterer die Genese des Dotterkernes in den Ovocyten des Weibes und der Spinne aus der s. g. „Couche vitellogène“ besprochen hat, wendet er sich zur Frage über die Bedeutung des Dotterkernes: er neigt zu der oben citirten Ansicht von Balbiani, hält aber die Frage trotzdem nicht für spruchreif:

„Pour établir avec toute la certitude voulue cette homologie (sc. mit dem Nebenkern der Samenzellen) . . . il faudrait ou bien pouvoir établir que le noyau vitellin provient de la sphère attractive persistant après la dernière division des oogonies . . . ou bien qu'elle engendrera la sphère attractive du premier fuseau de maturation“ (S. 138). Letzterer Nachweis wird meines Erachtens nach dem oben Auseinandergesetzten kaum gelingen, ersteren glaube ich an dieser Stelle dargebracht zu haben.

v. Bambecke (3) hält den Dotterkern für einen „Centre des formations plastiques de vitellus“, eine Deutung, die von der unserigen anscheinend abweichend ist. Indem Meves (8) statt der wenig präcisen und von verschiedenen Autoren sehr widersprechend gebrauchten Bezeichnung „Sphäre“ für die Nebkerne der Samenzellen den Namen „Idiozom“ vorschlug und zugleich eine Charakteristik derselben gab, versuchte er dem neugeschaffenen Begriffe auch die Dotterkerne der Eier zu subsummiren: „die gleiche Bezeichnung (Idiozom) würde auch auf die s. g. Dotterkerne der Ovarialeier, welche nach Flemming und Balbiani als Homologa der in den Hodenzellen auftretenden Gebilde aufzufassen sind, Anwendung finden müssen, obgleich der sichere Nachweis von Centrankörpern in ihnen meines Wissens noch nicht erbracht ist“ (S. 318). Ich glaube aber, dass in diesem Nachweis der Kernpunkt der Frage liegt: dass das Endschicksal der beiden in Betracht kommenden Gebilde ein ganz verschiedenes ist, wurde durch die spermatologischen Untersuchungen der letzten Jahre mit aller Deutlichkeit dargethan.

Eine Gleichstellung des Dotterkernes mit dem Nebenkern

kann daher nur auf Grund einer Uebereinstimmung in der Entstehung und event. auch im Bau der fertigen Gebilde versucht werden.

Ich glaube daher, dass erst durch den sicheren Nachweis von Centralkörpern innerhalb der Dotterkerne die Homologisirung beider Gebilde vollständig berechtigt wird, namentlich, wenn man, wie ich es zu thun geneigt wäre, das Hauptgewicht bei der Definition des Idiozoms auf die Anwesenheit von Centralkörpern innerhalb einer „spezifisch beschaffenen Hülle“ (Meves) legt.

Es wäre nun noch genauer zu untersuchen, wie die Dotterkernsubstanz, also das Idiozom des Eies, sich bei der Mitose verhält (s. o. S. 381). Es sind darüber bis jetzt keine genaueren Angaben vorhanden, da die Mehrzahl der Autoren den Dotterkern in den Eiern der Wachstumsperiode untersucht haben, bei welchen vielleicht ab und zu eine Mitose eintreten dürfte, im ganzen aber zur Seltenheit gehört.

Mertens (10) bildet eine Mitose eines Primordialeies ab, in welchem jedoch die Substanz seiner „Sphère attractive“ noch nicht scharf individualisirt ist: es kam das Stadium des Muttersternes zur Abbildung, an dessen beiden Polen, um die Centralkörper herum, eine Anhäufung von dichterem Protoplasma zu sehen ist.

Desto zahlreicher sind die Angaben über die Rolle des Idiozoms in den Mitosen der Spermatocyten: Der Vorgang scheint nach mehreren verschiedenen Typen zu verlaufen, wie es auch u. A. Meves in seinem letzten Bericht (9) bethont.

Bei den Spermatocythen des Salamanders wird nach den Angaben von Meves durch die heranwachsende, im Idiozom entstehende Centralspindel ersteres gesprengt; die einzelnen Brocken der Idiozomsubstanz lagern sich dem Kern dicht an, flachen sich ab und werden allmählich der Beobachtung entzogen. Durch den beschriebenen Vorgang frei gewordene Centralspindel kann nunmehr zur Bildung der achromatischen Theilungsfigur in directe Verbindung mit den Fäden der Zellsubstanz treten.

Die in manchen anderen Punkten abweichende Angaben von Rawitz (14) stimmen in der uns beschäftigenden Frage mit denen von Meves überein, indem er ebenfalls von einer Zerbröckelung der Idiozomsubstanz spricht. Aehnlich lauten die

Angaben von Murray über die Fragmentirung des Nebenkernes bei der Mitose der Spermatocyten der *Helix* (12).

Ganz anders scheint der Vorgang bei den Spermatocyten der Ratte nach den Angaben von Lenhóssék zu verlaufen (6): Die Centrankörper wandern sehr frühzeitig aus dem Nebenkern heraus, wobei letzterer zunächst intact bleibt und nur eine Schrumpfung erleidet. Ob und wann zwischen den Centrankörpern eine Centralspindel auftritt ist aus v. Lenhóssék's Angaben nicht zu ersehen. Im Stadium des Muttersternes soll jedoch die Sphäre noch deutlich als ein geschrumpfter, in der Peripherie der Zelle gelegener Klumpen zu sehen sein.

Es wäre noch der Angaben von Moore (11) zu gedenken, welcher die Centralspindel in den Spermatocyten der Elasmobranchier aus der Substanz des Nebenkerns hervorgehen lässt.

Meine Befunde an dem Idiozom des Meerschweincheneies knüpfen sich am engsten den letzterwähnten Angaben an. Im Stadium eines lockeren Knäuels ist bei den jungen Ovogonien das Idiozom in seiner vollen Integrität noch zuweilen vorhanden (Fig. 6). Die beiden Centrankörper sind bald durch eine Centrosomose, bald durch eine helle Stelle, welche als die erste Anlage der Centralspindel angesprochen werden dürfte, verbunden.

Im weiteren Fortschreiten der vorbereitenden Mitosenstadien kann ich eher von einem allmählichen Zerfließen der Idiozomsubstanz, als von einer Zerbröckelung derselben sprechen (Fig. 5): Man sieht dem Kerne an einer Stelle eine ziemlich deutlich abgegrenzte, im Gegensatz zu dem übrigen Cytoplasma leuchtend roth (bei Rubin-Nachfärbung) gefärbte Sichel angelagert, in deren Innerem eine kleine Centralspindel sehr deutlich hervortritt.

Von einer Strahlung innerhalb der Idiozomsubstanz oder des Cytoplasma ist noch nichts wahrzunehmen.

Bestimmend für die Deutung der weiteren Rolle des Idiozoms scheint mir aber das oben erwähnte in Fig. 7 abgebildete Stadium der Mitose zu sein: Im Centrum der in einem Kreise gelagerten Chromatinschleifen ist in einer compacten roth gefärbten Substanz die Centralspindel eingebettet; von beiden Polen derselben geht eine deutliche Strahlung aus, die sich zu den Chromosomen zieht: Es kann somit gar keinem Zweifel unterliegen, dass bis in die späteren Stadien hinein, die achromatische

Figur in der Substanz des Idiozoms liegen bleibt und von derselben nicht scharf zu trennen ist. Ob man berechtigt ist, daraus einen Schluss auf die Herkunft der ganzen Strahlung einer völlig ausgebildeten Mitose aus der Idiozomsubstanz zu ziehen, ist eine andere Frage, die ich hier nicht entscheiden kann. So viel kann ich aber behaupten, dass während der weiteren Ausbildung der achromatischen Figur, die Idiozomsubstanz nur ganz allmählich schwindet, so dass z. B. an den Polen einer Muttersternfigur die grauschwarz gefärbten, gegen den Centralkörper zu convergirenden Spindelfasern noch von Spuren derselben umgeben sind. Andererseits konnte ich ausser der Anhäufung der Idiozomsubstanz um die Centralspindel nie andere Substanzbrocken oder sonstige Residuen des Idiozoms bei den verschiedenen Mitosestadien finden.

Es wäre gewagt, in anbetracht der scharf umgrenzten Rubin-färbung des Idiozoms, von einer specifischen färberischen Reaction der Substanz derselben zu sprechen und jede, entsprechend gefärbte Substanzanhäufung im Eicytoplasma für einen Bestandtheil oder Product des Idiozoms zu erklären.

Etwas anderes ist es aber, wenn man den ständigen, in allen Mitosestadien bewahrten Zusammenhang der distinct roth-gefärbten Substanz mit den Centralkörpern resp. der Spindel beobachten kann, wie es in unserem Falle bei der Mitose der Eizellen der Fall ist. Die Unterschiede der beiden benachbarten Stadien Fig. 6 und 7 sind so graduell, dass man mit Sicherheit behaupten kann, dass die zunächst noch sehr begrenzte in Fig. 7 dargestellte Strahlung durch entsprechende Umformung der Idiozomsubstanz der Fig. 6 entsteht. Diese Gestaltänderung könnte vielleicht auf einer einfachen Modification des Aggregatzustandes der Idiozomsubstanz beruhen: Würde dieselbe z. B. flüssiger werden, so könnte bei ihrem Zerfliessen im umgebenden Cytoplasma die Strahlung auf einem von A. Fischer (4) angegebenen Wege zu Stande kommen.

Damit will ich natürlich nicht gesagt haben, dass man sich die Ursache des Auftretens der Strahlung auf diesem Stadium nicht auch anders vorstellen könnte. Je weiter die achromatische Figur ausgebildet wird, desto mehr schwindet die Anhäufung der Idiozomsubstanz um die Fasern der ersteren. Die achromatische Figur beschränkt sich fast ausschliesslich auf eine

Centralspindel und halb durchgehende Fasern. Von einer Polstrahlung sind nur in vereinzelten Fällen schwache Andeutungen wahrnehmbar (Fig. 8). Wie ich schon oben hervorgehoben habe, lassen sich über das Material für die ganze definitive achromatische Figur nur mehr oder weniger begründete Vermuthungen aussprechen: Es läge am Nächsten, dieselbe in ihrem ganzen Umfange aus der Idiozomsubstanz abzuleiten. Es spricht dafür ausser den oben angeführten Gründen noch der folgende Umstand: Die Idiozomsubstanz ist trotz ihrer sehr scharfen Abgrenzung von dem umgebenden Cytoplasma wachsthum- und folglich auch assimilationsfähig: Man kann es aus der regelmässigen, sehr bedeutenden Grössenzunahme des Idiozoms der älteren Eier (Fig. 1—3) im Vergleich zu demjenigen der jungen (4, 5, 6) ersehen: Es lässt sich somit leicht denken, dass, indem die ursprüngliche Idiozomsubstanz zur Bildung der auftretenden Strahlung verbraucht wird, immer neues Cytoplasma in den Bereich derselben aufgenommen wird und auf diesem Wege das Material für die ganze achromatische Figur liefert.

Es wäre auch an eine nucleäre Herkunft eines Theiles der achromatischen Figur, namentlich der Insertionsfasern derselben zu denken: Eine solche wurde u. A. in der letzten Zeit von Niessing (13) bei Spermatocyten des Salamanders beschrieben, ich konnte jedoch in meinen Präparaten keinen Anhaltspunkt für eine derartige Annahme finden.

Eine Verwendung der Idiozomsubstanz für die Bildung der Strahlenfigur wurde u. A. von Auerbach für die Spermatogonien der *Paludina vivipara* beschrieben (1): Der in einen Meniscus abgeflachte Nebenkern theilt sich auf einem bestimmten Mitosestadium in zwei Portionen, die sich an die entgegengesetzten Pole der Zelle begeben und aus sich die Strahlung der Spindel hervorgehen lassen. Auch für die grossen Spermatogonien des Salamanders wird ein ähnliches Verhalten der Idiozomsubstanz von Meves (8) angenommen: „Man könnte . . . solange entgegengesetzte Beobachtungen nicht vorliegen, muthmassen, dass auch in diesen Zellen, anders wie in den Spermatocyten desselben Thieres, die Masse des Idiozoms zum Aufbau der Spindelfasern im Beginn der Mitose herangezogen wird.“

Meves kommt auf diese Möglichkeit auf Grund der Thatsache, dass das Idiozom nach Ablauf der Mitose sich aus

den Spindelfasern, oder einer in ihnen enthaltenen Substanz reconstruirt. Er glaubt wenigstens, seine Bilder nur in diesem Sinne deuten zu können.

Es wäre sehr interessant, wenn es sich bestätigen liesse, dass die ältere, d. h. in den älteren Samenzellen (Spermatocyten) vorhandene Idiozomsubstanz ein anderes Verhalten, vielleicht in Folge einer veränderten Consistenz, als in den jüngeren Samenzellen, den Spermatogonien, aufweist.

Nach den von mir in den jungen und älteren Ovarialeiern beobachteten Bildern ist es nämlich für mich im hohen Grade wahrscheinlich, dass die Consistenz der Idiozomsubstanz in den älteren, in der Wachstumsperiode stehenden Eiern eine ganz andere, und zwar eine viel compactere, als bei den jungen sich theilenden Eiern ist.

Ich habe in den Fig. 5 u. 7 ein allmähliches Zerfliessen der Idiozomsubstanz ohne scharfe Grenzen gegen das Eioplasma beschrieben. In den älteren Eiern ist es dagegen nichts Seltenes, einzelne eckige Defecte in den scharf abgesetzten Conturen der Idiozomen zu treffen (Fig. 2). Man hat den Eindruck, als ob sich die Idiozomsubstanz zerbröckeln liesse.

Ein ähnliches Verhalten, wie das letzterwähnte Bild zeigen ja übrigens die Abbildungen mehrer Autoren, in besonders exquisiter Weise bei Murray (12). Ob es sich wirklich ähnlich auch im lebenden Objecte verhält, könnte natürlich nur aus einer Prüfung des Lebenden erschlossen werden. Letztere dürfte sich auch leicht bewerkstelligen lassen. Ich konnte sie aber leider vorläufig nicht vornehmen, da mir für die vorliegende Untersuchung nur conservirtes Material zur Verfügung stand.

Der Vorgang der Reconstruction des Idiozoms nach dem Ablauf der Mitose wurde meines Wissens bis jetzt noch nicht genügend verfolgt.

Meyes (7) nimmt für die Spermatogonien des Salamanders an, dass das Idiozom nach Ablauf der Mitose sich aus den Spindelfasern oder einer in ihnen enthaltenen Substanz reconstruirt; nach der ersten Reifungstheilung der Spermatocyten kommt es dagegen nicht mehr zu einer Bildung eines einheitlichen compacten Idiozoms, man sieht vielmehr in der Umgebung des Centralkörpers einzelne Brocken der Idiozomsubstanz liegen. Bei Arion lässt sich dagegen nach Murray (12) mit Sicherheit

feststellen, dass die Idiozomfragmente in den Spermatocyten zweiter Ordnung wieder zu einem einheitlichen Körper verschmelzen.

Bei den Spermatocyten der Ratte entziehen sich nach *Lenhösssek* (6) nach dem Stadium der Metakinese die Nebenkernreste dem Blicke. Auf welche Weise der neue Nebenkern in den Tochterzellen sich reconstruirt, konnte *v. Lenhösssek* nicht mit Sicherheit nachweisen. Dieselbe Lücke in der Verfolgung des Idiozoms muss ich leider auch für mein Object zugeben. In den Schlussfasen der Mitose wird die ganze achromatische Figur auf ein Minimum reducirt: Es bleibt nur der compacte Spindelrest mit dem Zwischenkörperchen übrig, von Spindeln oder Strahlung an den gewesenen Polen der Mitose, in der Umgebung der Centralkörper, ist dagegen keine Spur mehr vorhanden. Ebenso wenig liess sich in meinen Präparaten irgend eine Substanzhäufung um die Centralkörper nachweisen.

Es ist mir somit völlig unklar geblieben, wie die nachträgliche Anhäufung der Idiozomsubstanz, um die Centralkörper zu Stande kommt. Es liegt wohl die Vermuthung nahe, dass die Substanz der Spindel, die sich in den Telophasen im Cytoplasma gelöst hat, nachträglich wieder um den Centralkörper als Centrum „herauskrystallisirt.“ Beweisen lässt es sich aber keinesfalls; ich möchte jedoch nur noch erwähnen, dass der Spindelrest mit dem Zwischenkörperchen sehr lebhaft Rubin annimmt und darin an die Idiozomsubstanz erinnert. Ich glaube aber kaum, dass man diesem färberischen Verhalten einen zu grossen Werth beimessen kann.

Ich glaube somit, dass man aus dem Vorhergehenden folgende Thatsachen als sicher festgestellt annehmen kann:

1. Der s. g. Dotterkern der jungen, sich theilenden Ovocyten ist eine wirkliche Sphäre im Sinne *v. Benedens*, d. h. besteht aus einer Anhäufung einer Plasmamasse, welche gegen das umgebende Cytoplasma scharf abgegrenzt ist und die Centralkörper umhüllt: Bei der Mitose entsteht aus dieser Plasmaanhäufung sicher ein Theil, wahrscheinlich auch die ganze achromatische Figur.

Die scharfe Abgrenzung dieser Plasmamasse von dem um-

gebenden Plasma berechtigt uns auch zu der von Meves für die Nebenkerne der Samenzellen eingeführten Bezeichnung „Idiozom“.

Ob dieser Idiozomsubstanz eine specifische chemische Beschaffenheit, oder nur ein anderer Aggregatzustand, als dem umgebenden Cytoplasma zukommt, lässt sich nicht sicher feststellen.

2. Nachdem das Idiozom der Ovocyten im Laufe der Mitose vollständig aufgebraucht wurde, tritt es in den Eiern der Wachstumsperiode wiederum als eine deutlich abgegrenzte Hülle der Centalkörper auf: es scheint dabei seine physikalische Beschaffenheit eine etwas andere und zwar eine consistentere geworden zu sein, indem die Idiozomsubstanz sich unter Umständen zerbröckelt, und auch unter diesen Erscheinungen in den älteren Eiern zu Grunde geht, resp. sich der Beobachtung entzieht. Auch in dieser Modification ihrer Beschaffenheit in den älteren Eiern, zeigt die Idiozomsubstanz des Eies die grösste Aehnlichkeit mit derjenigen der Samenzellen, indem sie sich bei den Spermatogonien des Salamanders anders, als bei den Spermatocyten verhält (Meves 7).

3. Eine directe Abstammung dieser späteren Idiozomsubstanz aus der bei den Mitosen der Ovocyten thätigen, lässt sich, an unserem Objecte wenigstens, nicht sicher nachweisen, jedoch mit Wahrscheinlichkeit vermuthen.

Strassburg i. E. d. 17. März 1900.

Literatur-Verzeichniss.

1. Auerbach, Untersuchungen über die Spermatogenese von *Paludina Vivipara*. Jenaische Zeitschrift f. Naturw. Bd. 30. N. F. 23. 1896.
2. Balbiani, Centrosome et „Dotterkern“. Journal d'Anatomie. 1893.
3. Bambecke, C. van, Archives de Biologie. 1898.
4. A. Fischer, Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena 1899.
5. Henneguy, Le corps vitellin de Balbiani dans L'oeuf des Vertébrés. Journal d'Anatomie. 1893.
6. v. Lenhössek, Untersuchungen über Spermatogenese. Archiv f. mikroskopische Anatomie Bd. 51. 1898.
7. Meves, F., Ueber die Entwicklung der männlichen Geschlechts-

- zellen von *Salamandra maculosa*. Archiv f. mikroskopische Anat. Bd. 48. 1897.
8. Derselbe, Ergebnisse von Meckel und Bonnet Bd. 6. 1896.
 9. Derselbe, Ergebnisse von Meckel und Bonnet Bd. 8. 1898.
 10. Mertens, Recherches sur la signification du corps vitellin. Arch. de Biologie Bd. XIII. 1893.
 11. Moore, On the structural changes in the reproductive cells during the spermatogenesis of Elasmobranchie. Quart. Journ. of microsc. Science. V. 38. 1895.
 12. Murray, Contributions to a knowledge of the Nebenkern in the Spermatogenesis of Pulmonata — *Helix* et *Arion*. Zoologische Jahrbücher. XI. 1898.
 13. Niessing, G., Zellstudien. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 55. 1899.
 14. Rawitz, Untersuchungen über die Zelltheilung. Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. 53. 1898.
 15. Rabl, H., Zur Kenntniss der Richtungsspindeln etc. Sitzungsber. der Wiener Akademie Bd. 106.
 16. Sobotta, Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Archiv f. mikroskopische Anatomie Bd. 45. 1895.
 17. Derselbe, Festschrift des medicinisch naturwiss. Vereins in Würzburg. 1899.
 18. van der Stricht, Contribution à l'étude du noyau vitellin de Balbiani dans l'oocyte de la femme. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft in Kiel. 1898.

Erklärung der Figuren auf Tafel XVI.

Sämmtliche Figuren von Meerschweinchenovarien. Fixirung in Alkohol-Eisessig-Chloroform. Färbung mit Eisenhämatoxylin-Rubin. Vergrößerung: Seibert Apochromat 2 mm. Comp.-Ocular 12. Höhe des Objecttisches.

- Fig. 1. Ein Ei aus der Wachstumsperiode: Ovar eines 12tägigen Thieres. 1—2 reihige Zona granularis. Idiozom mit 2 Centralkörpern. Im Eiplasma zwei chromatoide Nebenkörper.
- Fig. 2 u. 3. Abweichende Idiozomformen; dasselbe Object und Stadium. Fig. 2 — eine deutliche Centralspindel: die Contur des Idiozoms an einer Stelle scharf abgebrochen. Fig. 3 — gelappte, unregelmässige Form des Idiozoms mit zwei hantelförmigen Centralkörpern.
- Fig. 4—8. Eier aus der Reifungsperiode — ausgetragenes Meerschweinchen.
- Fig. 4. Junges Ei im beginnenden Spiremstadium. Idiozom mit Centralkörpern sehr scharf gegen das dichte Cytoplasma abgesetzt.
- Fig. 5. Dasselbe Object: Spiremstadium: die Conturen des Idiozoms

sehr undeutlich, zerfliessend, zwischen den Centralkörpern eine kleine Centralspindel.

- Fig. 6. Ein weiteres Mitosestadium: Kernmembran fast vollständig aufgelöst. Das Chromatin in einzelne Schleifen mit regelmässiger Orientirung zerfallen. Die Contur des Idiozoms unregelmässig zackig. Zwischen den Centralkörpern eine Centralspindel.
- Fig. 7. Die Chromatinschleifen zu einem Mutterstern geordnet. Die Centralspindel mit einer sehr deutlichen, von der Idiozomsubstanz ausgehenden Strahlung in einem höheren Niveau im Centrum des Sternes.
- Fig. 8. Äquatorialplatte. An einem Pole schwache Andeutungen einer Polstrahlung. An den Spindelpolen geringe Anhäufungen einer sich rosaroth färbenden Substanz.

(Aus dem anatomischen Institut zu Freiburg i. Brsg.)

Die Entwicklung der Milz bei den Amnioten.

Von

Dr. **W. Tonkoff.**

Hierzu Tafel XVII, XVIII u. XIX und 8 Textfiguren.

Bekanntlich ist die Entwicklungsgeschichte der Milz im Verlaufe der letzten Jahrzehnte Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Die dabei gewonnenen Ergebnisse jedoch waren nichts weniger als übereinstimmend. Als Ursprungsstätten sind alle nur möglichen Quellen in Betracht gezogen worden. Die Einen leiteten die Milz aus dem Mesenchym, die Andern aus dem Coelomepithel ab. Noch Andere liessen die Milz, analog den Drüsen des Darmkanales, sich durch Ausstülpung aus dem Entoderm entwickeln. Nach Ansicht mancher Autoren soll die Milz aus Wanderzellen entodermalen Ursprunges hervorgehen. Auch eine gleichzeitige Betheiligung von Entoderm, Mesoderm und Mesenchym bei der Bildung der Milz ist angenommen worden. Kurz als einzige Quelle, auf die bisher die Milz noch nicht