

XI. Sitzung vom 16. November 1886.

Anwesende Mitglieder: 24.

Der Vorsitzende begrüsst die Versammlung in der ersten Sitzung nach den Ferien und bittet um Indemnität, da das Protokoll der letzten Sitzung ohne formell genehmigt zu sein, gedruckt wurde.

Die Indemnität wird gewährt.

Dr. Boveri: Ueber die Bedeutung der Richtungskörper.

Er schildert zunächst die Bildung der Richtungskörper bei *Ascaris lumbricoides*. Das Keimbläschen zeigt zu der Zeit, wo das Spermatozoon in's Ei eindringt, folgenden Bau: die Kernmembran umschliesst ein zartes achromatisches Gerüst und enthält 24 oder 25 chromatische Elemente, kurze Stäbchen, welche sämmtlich mit der grössten Deutlichkeit eine Quertheilung erkennen lassen, in der Weise, dass zwei völlig von einander getrennte Chromatinkörner durch ein achromatisches Verbindungsstück zusammengehalten werden. Dieses Stadium entspricht dem „segmentirten Knäuel“ der Salamanderkerne, bei dem auch unter Umständen bereits Theilung (Längsspaltung) zu sehen ist. Der Kern rückt nun an die Oberfläche und bildet sich in eine Spindel um, deren Achse meist in die Richtung eines Eiradius fällt. Die chromatischen Elemente sind zu einer aequatorialen Platte von höchster Regelmässigkeit angeordnet, mit ihrer Längsachse der Spindelachse parallel; vom Pol gesehen erscheinen sie als gleichmässig im Bereich einer Kreisfläche vertheilte Körner. Nun erfolgt die Theilung in zwei Platten, indem die beiden chromatischen Körner eines jeden Stäbchens von einander weichen, ein Process, der sich so gleichmässig und gleichzeitig bei allen Stäbchen vollzieht, dass die Gesamtheit der einem Pol zustrebenden Elemente

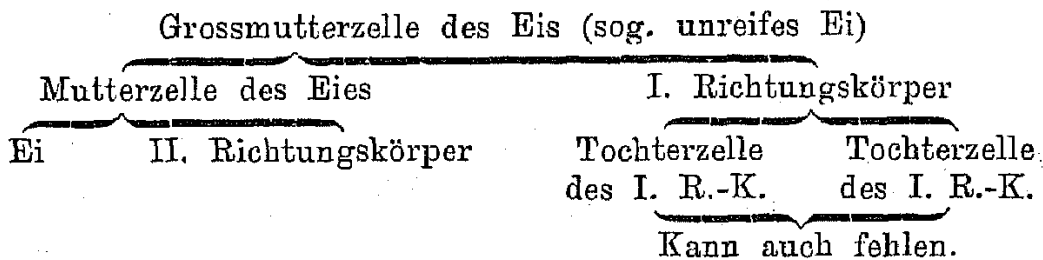
stets in einer Ebene verbleibt. Ist dieser Vorgang bis zu einem gewissen Grade gediehen, so erscheint in der Aequatorial-ebene der Spindel eine bis zur Oberfläche des Eis durchschneidende zarte Grenze, welche die äussere Spindelhälfte mit einem Theil der Zellsubstanz als ersten Richtungskörper vom Ei trennt. Die im Ei zurückbleibende Hälfte geht nicht direct in die zweite Richtungsspindel über, sondern der Kern reconstruirt sich. Dabei rückt er meist von der Stelle, an der der erste Richtungskörper abgetrennt worden ist, ab, so dass die zweite Spindel in der Mehrzahl der Fälle etwa um 90° gegen die erste verschoben ist. Sie ist kleiner als die erste und liess bis jetzt eine Bestimmung der Zahl ihrer Elemente nicht vornehmen. Im Uebrigen verhält sie sich wie die erste. Die Bildung eines jeden Richtungskörpers verläuft demnach als typische karyokinetische Zelltheilung.

Der Vortragende wendet sich sodann zu den Verhältnissen bei *Ascaris megalcephala*. Seine Untersuchungen an diesen Eiern sind noch nicht völlig abgeschlossen; doch ist er einstweilen in der Lage, die darauf bezüglichen Bilder von Beneden's und Carnoy's zum Theil als Kunstproducte, resp. pathologisch veränderte nachweisen zu können, deren Entstehung er in der Weise erklärt, dass in Folge der äusserst geringen Durchlässigkeit der Eischale zunächst nur minimale Quantitäten der angewandten Reagentien mit dem Ei in Berührung kommen, welche nicht im Stande sind, dasselbe sofort zu tödten, sondern nur krankhafte Veränderungen hervorzurufen, welche nach den Experimenten der Gebrüder Hertwig zu eigenthümlich abweichenden Kernfiguren führen. Behandelt man die Eier mit kochendem absolutem Alkohol, der 1 Proc. Essigsäure enthält, so zeigen sich ganz typische Spindeln. Der Vortragende demonstriert einige Zeichnungen, welche die Theilung der in aequatorialer Ebene gelagerten chromatischen Elemente und ihre Wanderung gegen die Pole beweisen.

Es ist demnach, namentlich in Hinblick auf den Verlauf des Processes bei der so nahe verwandten *Ascaris lumbricoides*, im Gegensatz zu van Beneden die Bildung der Richtungskörper auch bei *Ascaris megalcephala* als karyokinetische Zelltheilung aufzufassen, und sollten wirklich gewisse Abweichungen vom Schema der Karyokinese vorliegen, so ist man eben gezwungen, mit Carnoy den Begriff der indirecten Zelltheilung entsprechend zu erweitern.

Nach einer kurzen Besprechung der Geschichte des Gegenstandes und der Hypothesen, die zur Erklärung des Vorgangs aufgestellt worden sind, sucht der Vortragende in folgender Weise der Bedeutung der Richtungskörper und ihrer Bildung näher zu kommen.

Da die Bildung eines jeden Richtungskörpers eine Zelltheilung ist, so müssen in dem Entwicklungsgang, den man als Eireifung bezeichnet, drei Generationen unterschieden werden nach folgendem Stammbaum:



Bezeichnet man die reife befruchtungsfähige Zelle als „Ei“, so darf dieser Name auf die beiden vorhergehenden Generationen nicht angewendet werden, da sie sich physiologisch vom Ei unterscheiden; diese Zellen als „Ei“ zu bezeichnen, ist ebenso incorrect, als wenn man die Spermamutterzelle Spermatozoon nennen wollte. Es folgt aus dieser Unterscheidung zugleich, dass es in allen Fällen, in denen Richtungskörper gebildet werden, ein unreifes Ei gar nicht gibt; das Ei ist, sobald es wirklich existirt, auch reif und befruchtungsfähig.

Der aufgestellte Stammbaum zeigt, wenigstens bei manchen Thieren, in der letzten Generation vier Zellen, von denen eine zur Entwicklung bestimmt ist, während die drei anderen zu Grunde gehen. Der Process der Richtungskörperbildung trägt in jeder Hinsicht so sehr den Charakter des Rudimentären, dass man zu der Annahme gezwungen ist, diese drei Zellen hätten dereinst an sich eine Bedeutung besessen; und will man nun eine Hypothese aufstellen, worin dieselbe bestanden habe, so ist die wahrscheinlichste, ja wohl die einzig mögliche die, dass diese drei dem Untergang bestimmten Zellen ursprünglich die gleiche Function hatten, wie die der nämlichen Generation angehörige entwickelungsfähige Zelle, dass sie also, wie diese Eier waren. Das I. Richtungskörperchen ist demnach eine rudimentäre Eimutterzelle, das zweite und die Tochterzellen des ersten sind abortive Eier.

Es erheben sich nun zwei Fragen:

- 1) warum wurden diese Eier rückgebildet?
- 2) warum werden sie überhaupt noch gebildet, warum sind sie nicht völlig verschwunden?

Diese zweite Frage ist im Grunde die Frage nach der physiologischen Bedeutung der Richtungkörperbildung; denn diese muss es ja sein, welche den Vorgang vor dem völligen Verschwinden schützt.

Hinsichtlich der ersten Frage lässt sich folgender Erklärungsversuch als wahrscheinlichster aufstellen: Ein Organismus bringt durch successive Theilung der embryonalen Keimzellen eine gewisse Anzahl von Eiern hervor und stattet jedes derselben mit einer bestimmten Menge von Nährsubstanzen aus. Ist nun ein Bedürfniss nach besser ausgestatteten Eiern vorhanden, so wird es für die Erhaltung der Art von Vortheil sein, wenn die letzten Theilungen, aus denen die Eier hervorgehen, ungleich ausfallen, so dass die Hälfte der Eier oder der vierte Theil (wenn schon die vorletzte Theilung ungleich war) besser ausgerüstet ist und so eine gesicherte Entwicklung garantiert erhält, wenn auch der übrige Theil umso gewisser zu Grunde geht. Dieser Process wird sich dann im Laufe der Phylogenie zu seiner jetzigen Höhe steigern.

Etwas ganz Analoges bieten uns die Verhältnisse in den Eiröhren der Daphniden; denn die Nährzellen in den Eikammern waren ohne Zweifel ursprünglich ebenfalls Eier. Der Unterschied ist lediglich der, dass hier die dem Untergang bestimmten Eier ihr Nährmaterial erst durch ihre Auflösung dem Ei abgeben, während sie in unserem Fall (als Richtungkörper) überhaupt nichts mehr bekommen.

Die physiologische Bedeutung der Richtungkörperbildung wird von allen neueren Theorien darin gesehen, dass gewisse Bestandtheile des Eies entfernt werden müssen, mögen dieselben nun für die Copulation oder für die Embryonalentwicklung hinderlich sein.*) Nach den im Vorstehenden gewonnenen Gesichtspunkten lässt sich eine derartige Anschauung nicht mehr aufrecht erhalten, indem die Richtungkörper ja nicht vom Ei ausgestossen werden, sondern dieses vielmehr erst durch die

*) Auch Bütschli (Biolog. Centralblatt, Bd. IV. Nr. I.) vertritt in seiner morphologischen Deutung, die in ihrem Resultat mit der hier vorgetragenen übereinstimmt, diesen Standpunkt.

Bildung der Richtungskörper oder, besser gesagt, durch zwei auf einander folgende Zelltheilungen aus einer Grossmutterzelle entsteht. Was sich also über die physiologische Seite der Frage aussagen lässt, ist lediglich dies: Es müssen mit diesen beiden Theilungen Umwandlungen verknüpft sein, infolge derer sich das Ei von den beiden vorhergehenden Generationen in ganz bestimmter Weise unterscheidet.

Eine solche an die Zelltheilung gebundene Veränderung ist durchaus nichts Exceptionelles. Der Vortragende berichtet kurz über Verhältnisse, die er bei Untersuchung der Spermatogenese des Flusskrebses kennen gelernt hat. In jedem Frühjahr beginnt im Hoden eine rege karyokinetische Theilung der bis dahin ruhenden Zellen, die nach einer Reihe von Generationen mit der Bildung der Spermatozoën ihr Ende erreicht. Die Zahl dieser Theilungen und damit die Zahl der Generationen, die von den ruhenden Zellen zu den Spermatozoën führen, ist nun eine ganz bestimmte, was sich daraus entnehmen lässt, dass jede Karyokinese sich von allen vorhergehenden und von allen folgenden in deutlich erkennbaren und constanten Charakteren unterscheidet. Es liegt hier also ein Zellen-Generationswechsel vor, der sich folgendermassen interpretiren lässt: die ruhenden Zellen müssen, um Spermatozoën zu liefern, eine bestimmte Zahl von Theilungen durchmachen; an jede Theilung ist ein gewisses Quantum von Veränderung geknüpft, so dass jede folgende Generation dem zu erreichenden Ziel, dem Spermatozoon, wieder um einen Schritt näher gerückt ist. Dass diese Veränderungen gerade an die Theilung geknüpft sein müssen, lässt sich leicht einsehen; denn würden sie schon früher sich ausbilden, würde also z. B. die Spermamutterzelle schon vor der Theilung die Eigenschaften des Spermatozoons annehmen, dann wäre sie eben ein Spermatozoon und würde sich nicht mehr theilen.

Solche mit der Zelltheilung einhergehende Umwandlungen müssen auch in vielen anderen Fällen (Embryonalentwicklung) angenommen werden; sie finden sich auch bei der Eibildung. Die Keimzellen haben, um Eier zu liefern, eine gewisse Anzahl von Theilungen zu durchlaufen, an deren jede eine bestimmte Umbildung des Kernplasmas gebunden ist, so zwar, dass erst die letzte Theilung wirkliche Eier liefert. Diese Umbildungen sind so fest mit der Theilung verknüpft, dass sie ohne dieselbe gar nicht zu Stande kommen können, und wenn nun auch ein

Theil der Eier und Eimutterzellen rückgebildet und gänzlich bedeutungslos wird, so müssen sich die betreffenden Theilungen doch (in der Bildung der Richtungskörper) erhalten, obgleich der ursprüngliche Zweck der Theilung, nämlich der der Vermehrung, in Wegfall gekommen ist.

Prof. Kupffer dankt dem Vortragenden für seine klaren Auseinandersetzungen und hebt die Scharfsinnigkeit und Fruchtbarkeit der ausgesprochenen Hypothesen hervor.

Prof. Hertwig schliesst sich ebenfalls dankend an und betont die Wichtigkeit der Auffassung der Richtungskörper als Abortiveier, derselbe hält ferner den Vergleich der Eibildung mit der Spermabildung sowie die Betonung der mit der Theilung verbundenen Metamorphose der Zellen behufs Erreichung des physiologisch nothwendigen Zustandes für sehr glücklich und weist auf die Möglichkeit einer experimentellen Prüfung hin, da man eventuell durch künstliche Eingriffe ein Ei zwingen könne, sich in zwei gleiche Theile zu theilen, um dann an beiden Befruchtungsversuche vorzunehmen.

2) Prof. Dr. Bonnet: Ueber den Primitivstreifen und die Chorda bei Wiederkäuern.

Die Arbeit wird demnächst erscheinen.

Prof. Hertwig fragt an, ob das Mesenchym peripher vom Schilde über das vom Primitivstreifen producirt an Masse überwiege? Was Prof. Bonnet bejaht.

Prof. Hertwig möchte ferner die Bezeichnung „Kopffortsatz“ und „Chordaanlage“ für den vor dem Primitivstreifen entstehenden Theil der Chorda vermieden wissen, da es sich bei diesem Theile ja wohl um eine Wucherung des primären Entoblasts (im Sinne Kupffer's) handle.

Prof. Bonnet erwidert, er habe vergleichend embryologische Gesichtspuncte einstweilen vermeidend nur die allgemein geläufigen, nichts präjudicirenden Bezeichnungen gebraucht, ausserdem erscheine ihm noch nicht sicher, ob der Kopffortsatz als eine Wucherung des primären Entoderms gedeutet werden dürfe.

Prof. Hertwig fragt ferner, ob nicht ein lateraler Zusammenhang der „Chordaplatte“ mit dem die Cölomausstülpung begrenzenden parietalen Mesoblast zu constatiren sei, wie dies van Beneden schildere, der in dieser Hinsicht die Uebereinstimmung der Säuger mit den Amphibien betone.

Prof. Bonnet replicirt: Beim Schafe gebe es um diese Zeit der Entwicklung noch gar kein Embryonal- sondern nur ein Keimblasencöloin, dessen proximale Grenze unter dem Schildrande liege. Unter dem Schilde befinde sich lateral von der Chordaplatte nur lockeres Mesenchym. Erst nach dem Auftreten von ca. 5 Urwirbeln bilde sich ein segmental in die Urwirbel hereinreichendes Embryonalcöloin aus.

Die weitere Discussion zwischen Prof. Hertwig, Dr. Rückert und Prof. Bonnet dreht sich um die Vergleichbarkeit der geschilderten Entwicklungsformen der Amphibien und Selachier, sowie um die hiebei sich ergebenden Aehnlichkeiten und Unterschiede.
