

Schriften

des

Naturwissenschaftlichen Vereins

für

Schleswig-Holstein.

Band III.

Erstes Heft.

Mit 2 lithographirten Tafeln.

Kiel.

In Kommission bei Ernst Homann.

1878.

Zur Kenntniss der Zelle und ihrer Theilungs-Erscheinungen,

von Prof. W. Flemming in Kiel.

(Aus einem Vortrag, gehalten im Kieler physiologischen Verein
den 1. August 1878.)

Während der letzten 3 Jahre habe ich mich mit Arbeiten über die Bauverhältnisse der Zelle und des Kerns und über die Zelltheilung, unter besonderer Berücksichtigung lebender Objecte, beschäftigt, und dabei, mit Rücksicht auf die Grösse der Zellen, vorzüglich *Salamandra maculata* und ihre Larve benutzt. Aus den Ergebnissen theile ich hier vorläufig Folgendes mit:

Die Angaben über die Beschaffenheit des Kerns, die ich an and. Orte (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 13, p. 693) gemacht habe, kann ich nach vielfacher Prüfung lebender Objecte und nach genauerm Studium der Reagentienwirkungen in allen wesentlichen Stücken aufrecht halten. Der ruhende lebende Zellkern besteht darnach bei den Objecten, die ich bisher untersuchte, 1) aus einer Wand-schicht (Kernmembran); 2) aus einer durch das Innere vertheilten Substanz (Kerngerüst, intranucleares Netzwerk), die in unregelmässig verästelten Strängen angeordnet ist; ausnahmsweise kommen regelmässiger, radiäre Anordnungen der Stränge zur Beobachtung (Eimer); 3) aus den Kernkörperchen, Nucleolen, die meistens in den dickeren Strängen des Netzwerks lagern; und 4) aus einer blassen Substanz, die den übrigen Binnenraum ausfüllt und keine Structur erkennen lässt (Zwischensubstanz oder Kernsaft).

Die Netzstränge und die Membran sind stärker tingirbar wie die Zwischensubstanz, diese ist es aber ebenfalls, so lange der Kern ruht. Die Netzstränge zeigen zahlreiche Verdickungen von unregelmässiger Form. Die Kernkörperchen sind nicht wie es Klein (Quart. journ. of micr. science, Juli 1878) vermuthet, identisch mit solchen Verdickungen,

sondern kleiner wie sie und stellen einen besonderen Bestandtheil des Kerns dar.

Die ruhenden lebenden Kerne sind bei vielen Zellenarten nicht regelmässig rund oder elliptisch contourirt, sondern die Contoure vielfach eingebuchtet. (Epithelzellen, Bindegewebszellen).

Die mehrfach beschriebenen »hellen Höfe« am Kernkörperchen sind in den meisten Fällen — nicht in allen — blosse Randreflexe.

Alle Reagentien verändern Einiges, manche Vieles an diesen Verhältnissen. Namentlich die chromsauren u. a. Salze zeigen meistens verschärfte dünnbalkige Netze im Kern, die von den praexistirenden nur als Schrumpfungsproducte abzuleiten sind. Diese Bilder (s. meine Angaben l. c.) habe ich früher für naturgetreuer gehalten als sie es sind; sie sind kürzlich auch von Klein (l. c.) auf Grund der Behandlung mit einf. chromsauren Ammonium sehr genau und treu beschrieben worden. Ich möchte aber den von ihm gebrauchten Ausdruck »intranuclear fibrils« nicht acceptiren, da es sich dabei ja um einen geschrumpften Zustand des lebenden Kernnetzes handelt, das diesen Bildern keineswegs ganz gleicht.

Den Angaben Frommann's, Heitzmann's, Eimers und Klein's, welche Zusammenhänge der intranuclearen Netzwerke durch die Kernmembran hindurch mit Structuren im Plasma behaupten, trete ich nicht entgegen, bin aber bisher nicht im Stande sie zu bestätigen.

Für die richtige Beurtheilung von Strukturverhältnissen des Kerns ist nach meinen Erfahrungen die Vergleichung des lebenden Zustandes unbedingt nothwendig. Der Begriff »indifferente Reagentien« sollte am Besten überhaupt, jedenfalls aber für solche Fragen, abgeschafft werden.

Die Substanz der lebenden Knorpelzelle bei Amphibien zeigt folgenden Bau:

Um den Kern her, der ein dichtes Reticulum mit Verdickungen führt, gehen in einer unregelmässig concentrischen Anordnung Fasern durch den Zellenleib, mehr einen Filz, wie ein Netzwerk darstellend. In der Peripherie wird dieses Faserwerk lockerer. Die Fettkörnchen, die der Zellenleib enthält, sind dort, wo sie nicht zwischen den Fasern festgedrängt liegen, namentlich in den peripheren Gegenden der Zelle in deutlicher Molecularbewegung. Die Substanz zwischen den Fäden wird also einen ganz oder nahezu flüssigen Aggregatzustand haben. Diese Structur wird durch die meisten Reagentien unkenntlich gemacht.

Die Erscheinungen der Zelltheilung untersuchte ich in diesem und dem vorigen Sommer an der Harnblase, besonders aber an der Larve von Salamandra u. a. Larven: an Epithelzellen der

Oberhaut und der Kiemenplatten, Knorpel-Bindesubstanz-Endothel- und Blutzellen. Die Ergebnisse lassen sich in Vielem mit denen vereinbaren, welche über Theilung von Gewebezellen Bütschli¹⁾, Strasburger²⁾, Mayzel³⁾, Eberth⁴⁾ und kürzlich Schleicher⁵⁾ mitgetheilt haben. Da meine Objecte erlaubten, sehr zahlreiche Zelltheilungen direct und von Anfang zu Ende zu beobachten, und klare scharf gefärbte Präparate in beliebiger Auswahl zu vergleichen, so hat sich mir aber auch manches Neue ergeben, besonders eine genauere Unterscheidung der Phasen und ihrer Reihenfolge, als sie in der erwähnten Literatur getroffen wird.

1) Phase: Eine vollständige Auflösung des Kerns vor der Theilung oder auch nur ein Homogen-werden desselben muss ich für meine Objecte in Abrede nehmen. Es tritt vielmehr, meist unter einiger Vergrößerung des Kerns, eine Metamorphose desselben ein, der Art, dass die tingirbare Substanz sich von der untingirbaren sondert in Form eines dichten Gerüsts, dessen anfangs feine Bälkchen mehr und mehr gewundenen Verlauf annehmen. Dies Gerüst entsteht zwar, wie ich annehme, im Anschluss an das Gerüst des ruhenden Kernes, ist aber von grösserer Masse, da es auch noch den tingirbaren Stoff aus der Zwischensubstanz und die Kernkörperchen in sich aufnimmt; diese letzteren verschwinden schon in diesem Stadium. Auch die Kernmembran wird in das Gerüst einbezogen. Was von Zwischensubstanz bleibt, wird untingirbar.

Von einem Anfangsstadium, in welchem im Kern gleichmässig vertheilte discrete Körner aufträten (s. die cit. Angaben Anderer) finde ich bei Salamandra nichts, sondern von Anfang an zusammenhängende Gerüste. Vielleicht haben jene Angaben ihren Grund in der Kleinheit der untersuchten Kerne.

2) Indem die Fäden sich verdicken und zugleich verkürzen, entsteht aus dem dichtgewundenen ein immer loser gewundener Korb von äusserst zierlicher regelmässiger Anordnung, und noch ziemlich von der Grösse des alten Kerns.

¹⁾ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien, Frankfurt 1876.

²⁾ Ueber Zellbildung und Zelltheilung, 2. Aufl. 1876, und: Ueber Befruchtung und Zelltheilung, Jenaische Zeitschr. f. Nat. 1877 p. 435 ff.

³⁾ Centralblatt für d. med. Wissensch. 1875 Nr. 50; Gazet. Lekarsk. (Warschau) Nr. 26, Tom. 22; Arbeiten aus dem Laboratorium der med. Facultät in Warschau, Red. F. Nawrocki, 1878, Heft 4 (russisch) und in mehreren anderen polnischen Artikeln, s. l. c.

⁴⁾ Virchow's Archiv, Bd. 67, 1876.

⁵⁾ Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1878, 27. Mai, Nr. 23.

3) Die peripheren Fadenschlingen dieses Korbes reissen durch, so dass die Enden frei werden und die Figur eines Sterns oder Schlangensterns auftritt.

In diesem Stadium trennt sich jeder Faden der Länge nach in zwei parallele Fäden. So entstehen feinstrahlige Sterne.

4) Der Stern zieht sich mehrmals abwechselnd zu einer abgeflachten Form in die Aequatorialebene zusammen und dehnt sich wieder nach den Polen aus. (Bewegungen der ganzen Masse von einem Pol zum anderen (Schleicher) kommen hier nicht vor). Endlich bleibt er in der ersteren Lage kurz in Ruhe; dann

5) weichen seine Elemente zu der Kernspindel auseinander, die ganz der von Mayzel für Triton gegebenen Beschreibung entspricht. Mayzel hat auch richtig vermuthet, obwohl er den ersten Theil des Vorgangs nicht direct verfolgte, dass die Spindelbildung auf das Stern- und Knäuelstadium folgt.

6) Die Theilung der Kernspindel erfolgt ohne Ausziehung dünner Verbindungsfäden; die Theilung der Zelle ohne Ausbildung einer Zellplatte (in Strasburger's Sinne). Die neuen Kerne entstehen je einer aus der vollen Hälfte der Spindel. Es bleibt nichts übrig.

7) In den getrennten Kernhälften klappen die peripheren Bälkchen auseinander, so dass wieder jede nahezu die Form eines flachgedrückten Sterns bekommt.

8) Diese Masse verschmilzt, zuerst an der Polseite, unter Verkürzung der Strahlen. Es bildet sich aber keine ganz homogene Masse, sondern

9) die Substanz differenzirt sich sofort in der Art, dass sie sich wieder zum regelmässigen Gerüst ordnet, das anfangs eng und grobbalkig ist, dann dünnbalkiger wird.

Es erfolgt also bei der Ausbildung des neuen Kerns eine Repetition der Anfangsphasen der Theilung in umgekehrter Reihenfolge.

Ausserdem finde ich folgende Erscheinungen besonders bemerkenswerth:

Die Fett- und Pigmentkörner im Plasma der Zelle liegen schon von der Phase 1) und 2) an den Polen zu 2 Gruppen angehäuft, die zwar nur selten deutlich strahlige Anordnung erkennen lassen, die ich aber als Homologa der Radiensysteme in den Eizellen betrachten muss.

Von der Phase 3 ab giebt es eine deutliche lichte Zone zwischen Kernfigur und Zellplasma. Ich kann dieselbe aber, in Uebereinstimmung mit Strasburger, nicht zum Kern rechnen. —

Nach diesen Ergebnissen ist eine Karyolyse im wirklichen Sinne des Wortes bei meinen Objecten ausgeschlossen; in diesem Sinne würden meine Befunde eine Bestätigung der Angaben von Strasburger und Bütschli liefern, wenn diese einer solchen noch bedürften. Ich muss mich aber Auerbach (Centralbl. f. d. med. Wiss. 1876 Nr. 1) dahin anschliessen, dass von einer directen Kerntheilung im alten Sinne auch nicht mehr geredet werden sollte; denn was sich theilt, ist nicht »der Kern«, sondern eine Metamorphose desselben. Jedenfalls aber bleibt hier die tingirbare Substanz des alten Kerns ihrer Masse nach ganz oder nahezu unverändert und geht insgesamt in die neuen Kerne auf.

Die allgemeine Auffassung der Kerntheilung, welche Strasburger auf p. 272 ff. l. c. darlegt, lässt sich in der dort gegebenen Form mit dem hier Mitgetheilten nicht vereinigen. Denn hier giebt es weder ein homogenes Anfangsstadium, noch in den folgenden Phasen eine Ansammlung von activem Kernstoff an den Polen und Abstossung von anderem nach dem Centrum; und dennoch stellen hier auch die Anfangsstadien eine regelmässige Kette dar. —

Ein ausnahmsweises Fehlen der Kernplatte bei Salamandra oder Triton kann aber meiner Ansicht nach nicht constituirt werden, weil nach dem ganzen weiteren Verlauf offenbar die Gesamtmasse des Korbes, des Sterns, des comprimierten Sterns mit demjenigen Gebilde gleichwerthig ist, welches Strasburger nach seinen Objecten Kernplatte genannt hat.

Es ergibt sich also auch, dass die anfängliche Differenzirung des Kerninhalts in feine Längsfäden (Kernspindel) und die nachträgliche Verdickung dieser Fäden in der Mitte (Kernplatte) kein principiell nöthiger Vorgang bei einer Zelltheilung ist.

Eine nähere Beschreibung wird demnächst an anderem Ort gegeben werden.

Am Tage des Vortrages ging mir Nr. 30 des Centralbl. f. d. med. Wissensch. zu, in welcher Peremeschko (Ueber die Theilung der Zellen, (c. p. 547) den Process nach Beobachtungen bei der lebenden Tritonlarve beschreibt. Derselbe scheint dort ganz ähnlich wie bei Salamandra zu verlaufen, die Abweichungen in Peremeschko's Schilderung gegenüber der hier gegebenen erkläre ich mir durch die Vermuthung, dass der Autor es vielleicht unterlassen hat, gefärbte Präparate zu vergleichen.