

W. Flemming (1878): Zur Kenntniss der Zelle und ihrer Theilungs-Erscheinungen. Schr. Nat. Wiss. Ver. Schlesw.-Holst. 3, 1, 23-27.

## Zur Kenntnis der Zelle und ihrer Teilung-Erscheinungen

### W. Flemming

*Anatomisches Institut an der Universität Kiel*

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

Die Angaben über die Beschaffenheit des Kerns, die ich an anderem Orte (Flemming 1877) gemacht habe, kann ich nach vielfacher Prüfung lebender Objekte und nach genauerem Studium der Reagenzienwirkungen in allen wesentlichen Stücken aufrecht halten. Der ruhende lebende Zellkern besteht danach bei den Objekten, die ich bisher untersuchte, 1) aus einer Wand-schicht (Kernmembran); 2) aus einer

durch das Innere verteilten Substanz (Kerngerüst, intranukleares Netzwerk), die in unregelmäßig verästelten Strängen angeordnet ist; ausnahmsweise kommen regelmäßige, radiäre Anordnungen der Stränge zur Beobachtung (Eimer); 3) aus den Kernkörperchen, Nukleolen, die meistens in den dickeren Strängen des Netzwerks lagern; und 4) aus einer blassen Substanz, die den übrigen Binnenraum ausfüllt und keine Struktur erkennen lässt (Zwischensubstanz oder Kernsaft).

Die Netzstränge und die Membran sind stärker tingierbar 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 (1878) vermutet, identisch mit solchen Verdickungen,

[24]

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

Die ruhenden lebenden Kerne sind bei vielen Zellenarten **nicht** regelmäßig rund oder elliptisch konturiert, sondern die Kontur vielfach eingebuchtet. (Epithelzellen, Bindegewebszellen).

Die mehrfach beschriebenen „hellen Höfe“ am Kernkörperchen sind in den meisten Fällen – nicht in allen – bloße Randreflexe.

Alle Reagenzien verändern Einiges, manche Vieles an diesen Verhältnissen. Namentlich die chromsauren und andere Salze zeigen meistens verschärfte dünnbalkige Netze im Kern, die von den präexistierenden nur als Schrumpfungprodukte abzuleiten sind. Diese Bilder (Flemming 1877) habe ich früher für naturgetreuer gehalten als sie es sind; sie sind kürzlich auch von Klein auf Grund der Behandlung mit einfachem chromsauren Ammonium sehr genau und treu beschrieben worden. Ich möchte aber den von ihm gebrauchten Ausdruck „intranuclear fibrils“ nicht akzeptieren, da es sich dabei ja um einen geschrumpften Zustand des lebenden Kernnetzes handelt, das diesen Bildern keineswegs ganz gleicht.

Den Angaben Frommanns, Heitzmanns, Eimers und Kleins, welche Zusammenhänge der intranuklearen Netzwerke durch die Kernmembran hindurch mit Strukturen im Plasma

behaupten, trete ich nicht entgegen, bin aber bisher nicht im Stande, sie zu bestätigen.

Für die richtige Beurteilung von Strukturverhältnissen des Kerns ist nach meinen Erfahrungen die Vergleichung des lebenden Zustandes unbedingt notwendig. Der Begriff „indifferente Reagenzien“ 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 Retikulum mit Verdickungen führt, gehen in einer unregelmäßig konzentrischen 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 Molekularbewegung**. Die Substanz zwischen den Fäden wird also einen ganz oder nahezu flüssigen Aggregatzustand haben. Diese Struktur wird durch die meisten Reagenzien unkenntlich gemacht.

Die Erscheinungen der **Zellteilung** untersuchte ich in diesem und dem vorigen Sommer an der Harnblase, besonders aber an der Larve von Salamandra und anderen Larven: an Epithelzellen der

[25]

Oberhaut und der Kiemenplatten, Knorpel-Bindesubstanz-Endothel-

und Blutzellen. Die Ergebnisse lassen sich in Vielem mit denen verein-

baren, welche über Teilung von Gewebezellen Bütschli (1876), Strasburger (1876), Mayzel (1875, 1878), Eberth (1876) und kürzlich Schleicher (1878) mitgeteilt haben. Da meine Objekte erlaubten, sehr zahlreiche Zellteilungen direkt 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) Eine vollständige Auflösung des Kerns vor der Teilung oder auch nur ein Homogenwerden desselben muss ich für meine Objekte in Abrede nehmen. Es tritt vielmehr, meist unter einiger Vergrößerung des Kerns, eine Metamorphose desselben ein, der Art, dass die tingierbare Substanz sich von der untingierbaren sondert in Form eines **dichten Gerüstes**, 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 tingierbaren 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 untingierbar.

Von einem Anfangsstadium, in welchem im Kern gleichmäßig verteilte diskrete Körner auftraten (siehe die zitierten 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.

[26]

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 Äquatorialebene 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 **ersten 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 vermutet, obwohl er den ersten Teil des Vorgangs nicht direkt verfolgte, dass die Spindelbildung auf das Stern- und

Knäuelstadium folgt.

6) Die Teilung der Kernspindel erfolgt **ohne** Ausziehung dünner Verbindungsfäden; die Teilung der Zelle ohne Ausbildung einer Zellplatte (in Strasburgers 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 differenziert 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 Teilung in umgekehrter Reihenfolge**.

Außerdem finde ich folgende Erscheinungen besonders bemerkenswert:

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 gibt es eine deutliche lichte Zone zwischen Kernfigur und Zellplasma. Ich kann dieselbe aber, in Übereinstimmung mit Strasburger, nicht zum Kern rechnen.

[27]

Nach diesen Ergebnissen ist eine Karyolyse im wirklichen Sinne des Wortes bei meinen Objekten 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 (1876) dahin anschließen, dass von einer direkten Kernteilung im alten Sinne auch nicht mehr geredet werden sollte; denn was sich teilt, ist nicht „der Kern“, sondern eine Metamorphose desselben.

Jedenfalls aber bleibt hier die tingierbare Substanz des alten Kerns ihrer **Masse** nach ganz oder nahezu unverändert und geht insgesamt in

die neuen Kerne auf.

Die allgemeine Auffassung der Kernteilung, welche Strasburger auf p. 272 darlegt, lässt sich in der dort gegebenen Form mit dem hier Mitgeteilten nicht vereinigen. Denn hier gibt es weder ein homogenes Anfangsstadium, noch in den folgenden Phasen eine Ansammlung von aktivem Kernstoff an den Polen und Abstoßung von anderem nach dem Zentrum; 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 konstituiert werden, weil nach dem ganzen weiteren Verlauf

offenbar die **Gesamtmasse** des Korbes, des Sterns, des komprimierten Sterns mit demjenigen Gebilde gleichwertig ist, welches Strasburger nach seinen Objekten **Kernplatte** genannt hat.

Es ergibt sich also auch, dass die anfängliche Differenzierung des Kerninhalts in feine Längsfäden (Kernspindel) und die nachträgliche Verdickung dieser Fäden in der Mitte (Kernplatte) kein prinzipiell nötiger Vorgang bei einer Zellteilung ist.

Eine weitere Beschreibung wird demnächst an anderem Ort gegeben

werden.

Am Tage des Vortrages ging mir Nr. 30 des „Centralblattes für die medizinischen Wissenschaften“ zu, in welcher Premeschko den Prozess nach Beobachtungen bei der lebenden Tritonlarve beschreibt. Derselbe scheint dort ganz ähnlich wie bei Salamandra zu verlaufen, die Abweichungen in Peremeschkos Schilderung gegenüber der hier gegebenen erkläre ich mir durch die Vermutung, dass der Autor es vielleicht unterlassen hat, gefärbte Präparate zu vergleichen.

## LITERATUR

- Auerbach, L.* (1876) Zur Lehre von der Vermehrung der Zellkerne. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 14, 1-4.
- Bütschli, O.* (1876) Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft 10, 1-250.
- Eberth, C. J.* (1876): Ueber Kern- und Zelltheilung. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin 67, 523-541.
- Flemming, W.* (1877): Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. Archiv für microscopische Anatomie 13, 693-717.
- Klein, E.* (1878): Observations on the structure of cells and nuclei. Part 1. Quarternary journal of microscopical science 18, 315-339.
- Mayzel, W.* (1875): Ueber eigenthümliche Vorgänge bei der Theilung der Kerne in Epithelzellen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 13, 849-852.
- Mayzel, W.* (1877): Beiträge zu der Lehre von den Theilungsvorgängen des Zellkerns. Gazeta Lekarska 22, 26, 428-432.
- Mayzel, W.* (1878): Arbeiten aus dem Laboratorium der medicinischen Facultät in Warschau, 4. [russisch]
- Premeschko, A.* (1878): Über die Theilung der Zellen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 16, 547-548.
- Schleicher, W.* (1878): Ueber den Theilungsprozess der Knorpelzellen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 16, 418-419.
- Strasburger, E.* (1876): Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Dabis, Jena.
- Strasburger, E.* (1877): Ueber Befruchtung und Zelltheilung. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 11, 1-435.