

Zur Kenntniss des Theilungsprocesses der Knorpelzellen.

Von

O. Bütschli,

Docent am Polytechnikum zu Karlsruhe.

Mit Tafel XIV.

Im Anschluss an die von mir vor einiger Zeit veröffentlichten Studien über Zelltheilung, suchte ich auch im Laufe des verflossenen Jahres, durch erneute Beobachtungen zu einem Verständniss des Theilungsprocesses bei den Knorpelzellen zu gelangen, eines Vorgangs, der, obgleich die Zellen des Knorpelgewebes in den Lehrbüchern der Histologie von jeher als Beispiele der Zelltheilung aufgeführt worden sind, dennoch seinem eigentlichen Wesen nach als nahezu unbekannt bezeichnet werden darf.

Was in den mir zugänglichen Lehrbüchern der Histologie über den näheren Verlauf der Theilungsvorgänge im Knorpelgewebe gesagt wird, trägt zu sehr den Stempel des Schematismus an der Stirne, als dass ein näheres Eingehen auf diesen vermeintlichen Theilungsmodus hier gerechtfertigt wäre¹⁾, um so mehr, als die neueren Erfahrungen über Zelltheilung es nur zu wahrscheinlich machen, dass auch bei den Knorpelzellen sich Aehnliches finden werde, und daher eine erneute Untersuchung auf diesem Gebiet wohl geboten scheint. —

So hat denn auch schon STRASBURGER in seinem Buche über die Zellbildung und Zelltheilung von Untersuchungen berichtet, die er zur Aufhellung der Frage nach der Theilung der Knorpelzellen ausgeführt

1) Man vergleiche z. B. FREY, Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen.

Ich glaube in Anbetracht der Kürze dieser Mittheilung auch eine Besprechung der früheren Literatur über den Theilungsprocess unterlassen zu können, da sich auch, so viel mir bekannt, von Beobachtungen, die sich auf die von mir zu schildernden Theilungsvorgänge beziehen liessen, darin nichts findet.

hat, und glaubt hiernach, dass der Theilungsvorgang auch dieser Zellen sich dem Modus nahe anschliesse, den er für die Pflanzenzellen aufgefunden hat; wenigstens konnte er in den Beobachtungen kein Moment auffinden, das eine Zurückführung der Verhältnisse bei den Knorpelzellen auf die bei den pflanzlichen Zellen eingehend beobachteten Erscheinungen unmöglich gemacht hätte¹⁾. Im Ganzen haben ihm jedoch seine Untersuchungen der Knorpelzellen keine entscheidenden Resultate ergeben, da die Ungunst des Objectes ein tieferes Eindringen in die Natur der Vorgänge versagte; und dass es ihm nicht gelang, wirklich entscheidende Bilder über den Theilungsmodus der Knorpelzellen aufzufinden, dürfte sich wohl ohne Zweifel aus dem Umstande ergeben, dass er keine Abbildungen zur Unterstützung seiner Ansicht mittheilt, was er doch wohl nicht versäumt hätte, wenn ihm wirklich entscheidende Bilder vorgelegen hätten. Auch meine Untersuchungen über die Theilung der Knorpelzellen haben mich bis jetzt nicht dazu geführt, mir ein lückenfreies Bild von diesen Vorgängen zu entwerfen, namentlich konnte ich nicht zur Entscheidung über die Frage kommen, ob sich die Kerntheilung in diesen Zellen nach dem Modus vollzieht, den STRASBURGER und ich in so weiter Verbreitung aufgefunden haben. Dennoch lieferten mir meine Beobachtungen an Knorpelzellen einige sehr eigenthümliche und von dem, bis jetzt hinsichtlich des Theilungsvorgangs dieser Zellen Bemerkten so abweichende Ergebnisse, dass ich es nicht für ungerechtfertigt halte, hierüber einige Mittheilungen zu machen, wenn ich auch selbst nur zu sehr von der Unvollständigkeit dieser Beobachtungen durchdrungen bin.

Meine Untersuchungen habe ich an verschiedenen Objecten angestellt; es ist mir jedoch nur bei zweien gelungen, tiefer in die Vorgänge der Theilung einzudringen und zwar sind dies gerade diejenigen beiden Objecte, welche ich zuerst einer Untersuchung unterwarf, nämlich die Hyalin-Knorpel des Schultergerüsts von *Triton taeniatus* und sehr jungen Individuen von *Rana esculenta*. Diese schon so häufig untersuchten Objecte haben mir, wie gesagt, die werthvollsten Aufschlüsse gegeben, während es mir bei den später studirten, den Hyalinknorpeln von der Fusswurzel und den Rippen des Kalbes, dem Netzknorpel des äusseren Gehörganges desselben Thieres und dem Schädelknorpel eines jungen Haifisches (*Scyllium*), nur gelang, den bei den beiden genannten Amphibien gefundenen Theilungsmodus zu bestätigen — oder doch wenigstens wahrscheinlich zu machen, dass hier die Vorgänge in derselben Weise sich vollziehen, wie bei jenen erstgenannten.

1) ED. STRASBURGER, Ueber Zellbildung und Zelltheilung. 4. Aufl. Jena 1875. p. 466.

Zur Untersuchung bediente ich mich, wenn frische Objecte, wie mit Ausnahme des Haifisches, vorlagen, der Behandlung mit 0,1—1% Ueberosmiumsäure, hierauf wurden die Objecte mit Carmin oder BEALE'schem Carmin gefärbt und schliesslich in mit Salzsäure versetztem, verdünntem Glycerin eine Zeit lang eingelegt. Es gelingt in dieser Weise, namentlich wenn die richtige Wirkung der Ueberosmiumsäure vorausgegangen ist, sehr schöne Präparate zu erzielen, welche einen intensiv gefärbten Kern in einem völlig ungefärbten Protoplasma der Knorpelzelle zeigen. Dabei geht jedoch in den meisten Fällen die feinere Structur des Kernes verloren, der sich nun als ein scharf begrenzter, nahezu homöogen erscheinender Körper repräsentirt. Auch allein durch Ueberosmiumsäure lässt sich bei hinreichender, nicht zu kurzer Einwirkung häufig eine sehr intensive Braunfärbung der Kerne erzielen, die sich von der gelblichen Färbung des Protoplasmas scharf abhebt, jedoch bleibt auch dann die feinere Structur der Kerne nicht erhalten. Zum Studium dieser Kernstructur empfiehlt sich hingegen die Behandlung frischer Knorpelstückchen mit verdünnter Chromsäure, worauf dann später gleichfalls noch Färbung vorgenommen werden kann.

Sowohl bei den Knorpeln der beiden von mir untersuchten Amphibien, als bei denjenigen des Kalbes, finden sich mehr oder weniger häufig Zellen mit zwei Kernen, wie dies ja von so vielen Untersuchern des Knorpels schon hervorgehoben worden ist. Dennoch will ich mir erlauben, die Bemerkung einzuschalten, dass man bei der Beurtheilung solcher Bilder sehr vorsichtig sein muss, um sich nicht durch zwei dicht übereinandergelagerte Zellen täuschen zu lassen, was sehr leicht geschieht, und die Entscheidung manchmal sehr schwierig macht. Dagegen findet man jedoch auch nicht selten die unzweifelhaftesten Beweise für die Anwesenheit zweier Kerne in einer Zelle.

Niemals sah ich jedoch an solchen zweikernigen Zellen irgend welche Anzeichen eines beginnenden Theilungsprocesses des Zellprotoplasmas, und da ich durch gleich zu schildernde Wahrnehmungen genöthigt bin, einen mit der Theilung des Zellenleibes Hand in Hand gehenden Theilungsprocess des Kernes zu behaupten, so ziehe ich hieraus den Schluss, dass diese zweikernigen Zellen nicht in dem Sinne, wie dies früher geschehen, als Theilungszustände aufgefasst werden dürfen; wenigstens so lange, als nicht der directe Beweis erbracht ist, dass solche Zellen eine Theilung einzugehen vermögen, und dies scheint mir bis jetzt nicht geschehen zu sein. Ich halte demnach die bis jetzt geläufige Anschauung, dass diese zweikernigen Zellen ein regelmässiges und wesentliches Stadium in dem Theilungsprocess der Knorpelzellen bilden, nicht für richtig und bin dazu um so mehr veranlasst, als ich

nichts von Theilungsvorgängen der Zellkerne innerhalb noch nicht in Theilung begriffener Zellen gesehen habe, die zur Entstehung dieser zweikernigen Zellen geführt hätten. Letztrer Vorgang bildet jedoch die Voraussetzung der seither geläufigen Auffassung dieser zweikernigen Zellen, und sollte auch durch die vermeintliche Beobachtung biscuitförmiger Theilungszustände nachgewiesen sein. — Ebensowenig wie HEIDENHAIN und STRASBURGER¹⁾ gelang es mir jedoch solche biscuitförmig sich theilende Zellkerne in Knorpelzellen mit noch ungetheiltem Protoplasma mit Sicherheit aufzufinden²⁾. Wie sehr ich jedoch auch hinsichtlich dieses Punctes mit den beiden genannten Forschern harmonire, so kann ich mich doch nicht der Vorstellung anschliessen, die sie sich von dem Theilungsprocess der Knorpelzellen (abgesehen von dem Antheil, den der Zellkern hierbei nimmt) bilden. Beide stimmen darin überein, dass sich dieser Theilungsprocess des eigentlichen Leibes der Knorpelzelle in der Weise vollziehe, dass sich gleichzeitig durch das Protoplasma der Zelle hindurch eine zarte Scheidewand ausbilde, die mit der Kapsel der Mutterzelle sich vereinigt und so diese letztere in zwei Tochterzellen scheidet.

Meinen Beobachtungen zu Folge, die mir, nur mit Ausnahme des Netzkorpels des äusseren Gehörganges des Kalbes, der überhaupt für solche Beobachtungen sehr ungeeignet ist, in dieser Hinsicht ganz unzweifelhafte Resultate ergeben haben, findet eine solche gleichzeitige Ausbildung der Scheidewand, in ihrer völligen Ausdehnung zwischen den Tochterzellen, nicht statt, sondern die Theilung des Leibes der Knorpelzelle erfolgt einseitig, und, damit in Zusammenhang stehend,

1) HEIDENHAIN, Zur Kenntniss des hyalinen Knorpels; in Studien des physiolog. Instituts zu Breslau. Herausgeg. v. R. HEIDENHAIN. 2. Heft. 1863. p. 4—30 (p. 45). STRASBURGER, l. c.

2) In seiner Abhandlung: Recherches sur les Dyciemides (Bulletins de l'Acad. roy. de Belgique. 2^m. sér. t. XLI Nr. 6 u. t. XLII. Nr. 7. 1876) kommt E. VAN BENEDEN auch auf die Frage nach der Bedeutung der so häufig zu findenden mehrkernigen Zellen zu sprechen, eine Frage, die ich schon früherhin hervorgehoben, und mich gegen die geläufige Meinung, dass hier Vorbereitungsstufen zur Theilung vorliegen, ausgesprochen habe (vgl. Vorläuf. Mittheilung etc., diese Zeitschr., Bd. 25, p. 207). E. v. BENEDEN glaubt nun diesen mehrkernigen Zellen jede Bedeutung bei der Zellvermehrung absprechen zu müssen und ihre Mehrkernigkeit von einem einfachen Zerfall (Fragmentation) ihres Zellkerns herleiten zu dürfen. Wie gesagt habe ich schon früherhin meine Zweifel an der gewöhnlichen Auffassung dieser mehrkernigen Zellen ausgesprochen, ohne dass ich jedoch zugeben könnte, dass die Frage nach der Bedeutung der Mehrkernigkeit derselben sich in einer so einfachen Weise lösen liesse. Das vorschnelle Generalisiren ist hier jedenfalls nicht am Platze, sondern es bedarf der genauesten Untersuchungen, um über die Bedeutung der Mehrkernigkeit sowohl bei Gewebezellen als Protozoën ins Klare zu kommen.

bildet sich auch die Scheidewand zwischen den jungen Tochterzellen nicht auf einmal in ihrer ganzen Ausdehnung, sondern beginnt an der einen Seite der Zelle in Zusammenhang mit der Zellkapsel hervorzuwachsen, und schreitet dann in dem Maasse, als sich die Theilung des Zellprotoplasmas vollzieht, nach der andern Seite fort, um sich schliesslich an der, ihrem Ursprung entgegengesetzten Seite mit der Zellkapsel zu vereinigen, und so, nach gänzlicher Durchschnürung des Zellenleibes, eine völlige Scheidewand zwischen den Tochterzellen herzustellen.

Auf einen solchen Hergang bei der Scheidewandbildung der Knorpelzellen wurde ich zuerst dadurch aufmerksam gemacht, dass man sehr häufig zwei zusammengruppirte, aus der Theilung einer Mutterzelle hervorgegangene Zellen nicht parallel neben einander liegend antrifft, sondern mit ihren Längsachsen convergirend, schief zu einander gelagert. Diese Erscheinung erklärt sich nun aber durch das einseitige Wachsthum der Scheidewand, wie es mit der einseitigen Zelltheilung Hand in Hand geht, sehr einfach. Die ursprünglich wohl als ein zartes Häutchen angelegte Scheidewand verdickt sich nämlich sehr bald, indem sie sich in eine mittlere Schicht von Grundsubstanz und zwei äussere Schichten von verdichteter Kapselsubstanz spaltet (Fig. 45 u. 47). Diese Spaltung und das Heranwachsen der mittleren Schicht von Grundsubstanz erscheint nun als ein fortdauernder Process, der sehr bald nach der ersten Anlage der Scheidewand anhebt, so dass demnach dieselbe an ihrer ältesten oder Ursprungsstelle bald eine sehr ansehnliche Dicke erreicht, während sie nach ihrem freien Ende zu in ein homogenes Blättchen, das noch nichts von den drei Schichten zeigt, ausläuft. In dieser Weise erhält also die Scheidewand bald eine im Durchschnitt dreieckige, keilförmige Gestalt (vergl. die Abbildungen). Dieses einseitige Wachsthum derselben wird in solcher Weise die Ursache, dass die beiden Tochterzellen mit ihren Längsachsen nicht parallel und senkrecht zur ehemaligen Längsachse ihrer Mutterzelle gelagert sind, sondern sich einander zuneigen (Fig. 8, 19 und 20), indem, wie gesagt, die Ausscheidung von Grundsubstanz zwischen den beiden Kapselschichten der Scheidewand an ihrer Ursprungsseite schon viel weiter fortgeschritten ist, und dadurch hier die beiden Tochterzellen auseinandergedrängt worden sind, so dass sie also nach der Seite hin, wo sich die Scheidewand zuletzt ausbildete, convergiren.

Ein solcher Modus der Scheidewandbildung, veranlasst durch die Einseitigkeit der Theilung des Zellenleibes, scheint beiden von mir untersuchten Hyalinknorpeln der Amphibien, des Haifisches und des Kalbes regelmässig stattzufinden, oder doch bei weitem der vorherrschende zu sein. Man sieht nun zwar nicht selten auch aus der Theilung hervorge-

gangene, zusammengelagerte Knorpelzellen, welche, entgegen der Forderung des soeben besprochenen Bildungsmodus der Scheidewand, parallel mit ihren Längsachsen nebeneinander gelagert sind, und bei welchen die Scheidewand in ihrer ganzen Ausdehnung von gleicher Dicke erscheint. Es erklärt sich jedoch leicht, dass, selbst wenn der besprochne Hergang der Scheidewandbildung durchaus regelmässig stattfindet, dennoch die soeben erwähnten Bilder erscheinen müssen, wenn die betreffenden in Theilung begriffenen oder schon gerade getheilten Zellen so gelagert sind, dass der Beobachter auf den freien Rand der hervorwachsenden Scheidewand sieht, oder bei schon vollständig getheilten Zellen doch in dieser Richtung. Wenn ich nun auch in den meisten Fällen eine solche Erklärung der eben erwähnten Bilder für zulässig erachte, so kann ich damit doch natürlich nicht die Möglichkeit ganz zurückweisen, dass unter Umständen nicht doch in einem oder dem andern Fall die Scheidewandbildung eine allseitige sei, sich ohne beträchtliche Dickenzunahme der zuerst gebildeten Partien rasch vollziehe, und dass so ein Theil jener Bilder erzeugt werde (wie sie auch von HEIDENHAIN und STRASBURGER beschrieben worden sind), die eine einfache, dünne Scheidewand zwischen zwei parallel gelagerten Tochterzellen zeigen. Dagegen glaube ich nach meinen Erfahrungen kaum zugeben zu dürfen, dass bei der Theilung der Knorpelzellen auch eine gleichzeitige Anlage der gesamten Scheidewand durch das Protoplasma der sich theilenden Mutterzellen hindurch vorkomme, indem ich einmal den von mir oben beschriebenen Entstehungsvorgang, durch allmälige Bildung der Scheidewand von der Kapsel der Mutterzellen aus, für sicher erwiesen erachte, und es allen unsern sonstigen Erfahrungen nach für unwahrscheinlich halte, dass sich bei der Theilung der Zellen eines Gewebes zwei so verschiedenartige Vorgänge nebeneinander finden sollten.

Nachdem sich in der von mir beschriebenen Weise die Bildung der Scheidewand zwischen den Tochterzellen vollzogen hat, fährt die, in dieser Scheidewand entstandene Mittelschicht von Grundsubstanz in ihrem Wachsthum fort, und es rücken so die beiden Tochterzellen mehr und mehr auseinander, wobei sich ihre convergirende Lagerung häufig (so z. B. namentlich bei dem untersuchten Haifischknorpel) noch bei ansehnlicher Dicke der Scheidewand sehr deutlich erhält, oder aber (wie bei den übrigen zur Untersuchung vorgenommenen Hyalinknorpeln) sich bald verwischt. Bei dem Haifischknorpel und dem Tarsalknorpel des Kalbes (hier jedoch selten) zeigte sich dann häufig sehr deutlich innerhalb der Grundsubstanzschicht der ursprünglichen Scheidewand eine Wiederholung der Scheidewandbildung ganz in derselben Weise, wie sich die erste Scheidewand gebildet hatte. Es tritt zuerst,

und zwar wiederum einseitig, eine Lamelle von dichterem Kapselsubstanz in der Mittellinie der Grundsubstanzschicht der ursprünglichen Scheidewand auf (Fig. 19), die allmählig durch dieselbe ganz hindurchwächst, dabei jedoch von ihrer Ursprungsstelle aus allmählig wieder in drei Schichten zerfällt, eine mittlere Schicht von Grundsubstanz und zwei äussere von Kapselsubstanz (Fig. 20). Dass derselbe Process sich in dieser neuentstandenen Grundsubstanzschicht noch ein drittes Mal wiederholen kann, beweist die Fig. 24 aus dem Haifischknorpel, wo sich dann die Tochterzellen von drei Zonen von Kapselsubstanz umgeben zeigen, die sämmtlich aus der Kapsel der Mutterzelle ihren Ursprung nehmen.

Was nun den Theilungsprocess des Leibes der Knorpelzelle selbst betrifft, so vollzieht sich derselbe ebenfalls, wie schon gesagt, so einseitig wie die Scheidewandbildung, und zwar muss, unseren heutigen Erfahrungen entsprechend, natürlich in dieser einseitigen Theilung des Zellenleibes der Grund für die einseitige Ausbildung der Scheidewand gesucht werden und nicht etwa in dieser Scheidewandbildung die Ursache für den Zerfall der Zelle.

Bei dieser Theilung der Knorpelzellen spielt nun ohne Zweifel der Zellkern eine wichtige und ähnliche Rolle, wie bei den übrigen Zellen, deren Theilungsvorgang näher zu verfolgen bis jetzt gelungen ist. Leider ist es mir nun aber nicht gelungen, das Verhalten des Kernes bei der Theilung in ausreichender Weise zu ermitteln, wiewohl ich nachzuweisen vermochte, dass er innerhalb der sich theilenden Zelle eigenthümliche Umformungen erfährt und gleichfalls einem Theilungsprocess unterliegt. Es war jedoch nicht möglich, die feineren Structurverhältnisse der umgewandelten Kerne so zu verfolgen, wie dies bei anderen Zellkernen sich erreichen liess.

Die ersten Veränderungen des sich zur Theilung anschickenden Kernes zeigen sich auch hier in der, äusserlich noch keine Spur des bevorstehenden Theilungsactes verrathenden Zelle, indem der Kern sich bandartig in die Länge streckt (Fig. 7 u. 4?). Ob er hierbei eine faserige Differenzirung erfährt, wie dies ja nach andern Befunden sehr wahrscheinlich ist, liess sich nicht sicher entscheiden, jedoch scheint die Zelle, welche Fig. 7 abgebildet ist, für das Vorhandensein eines solchen Structurverhältnisses zu sprechen, auch sind die beiden dunkel gefärbten Enden des bandartigen Kernes in dieser Figur auffallend, da sie sich etwa mit den in die Kernenden gerückten Hälften der Kernplatte anderer in Theilung begriffener Zellkerne vergleichen lassen. In Zellen nun, deren Theilung schon ziemlich weit fortgeschritten ist, stiess ich auf Bilder wie Fig. 2 u. 3 von *Triton taeniatus* und 13 von *Rana*

esculenta. Ein langausgezogener bandartiger Kern erstreckte sich noch durch die, beide Zellen verbindende Brücke von der einen Zelle in die andere. Entweder waren die Enden dieses Kernbandes leicht angeschwollen, wie in Fig. 2, wo jedoch das linke Ende einer genauen Untersuchung sich entzog, oder die Enden waren beträchtlich angeschwollen, wie in Fig. 3 u. 13. In Fig. 3 wurde das die angeschwollenen Enden verbindende Kernband in der Verbindungsbrücke der beiden Zellenleiber auf eine kurze Strecke undeutlich, so dass hier vielleicht ein Zerfall des Kernes in seine beiden Hälften sich vollziehend, oder als vor kurzem stattgefunden, angenommen werden darf. Dass jedoch ein solcher Zerfall des Kernbandes im Verlaufe des Theilungsprocesses stattfindet, scheint mir durch die in Fig. 4, 10 und 12 wiedergegebenen Bilder nachgewiesen zu sein, wo die Gestalt der beiden Kerne der noch nicht vollständig getrennten Tochterzellen auf das Hervorgehen aus dem Kernband deutlich hinzuweisen scheint (so namentlich in Fig. 10).

Ganz besonders eigenthümlich erscheinen die Kerne in der Fig. 6 wiedergegebenen, in Theilung begriffenen Zelle gestaltet, und ich habe diese eigenthümliche Form der Kerne unter solchen Bedingungen noch mehrfach gesehen, wenn auch nur einmal so deutlich wie in Fig. 6. Eine Erklärung für dieses eigenthümliche Verhalten kann ich nur darin finden, dass ich die Entstehung dieser beiden Kerne von dem an beiden Enden angeschwollenen Kernband herleite, dessen Hälften sich nach der Trennung in der Mitte in so eigenthümlicher Weise zusammengekrümmt haben.

Bei den am weitesten fortgeschrittenen Theilungszuständen, bei welchen die Scheidewandbildung schon nahezu vollständig geworden ist und die beiden Zellen nur noch durch ein sehr zartes Verbindungsflächchen ihrer Protoplasmaleiber zusammenhängen, finden sich dann in beiden Zellen die Kerne meist mit den gewöhnlichen abgerundeten, kreisförmigen bis ovalen Umrissen (s. Fig. 8 u. 9). Diese eben erwähnten Zustände fast völlig vollzogener Theilung sind relativ die häufigsten, welche man zu Gesicht bekommt; Bilder wie Fig. 9 u. 17 sind recht oft anzutreffen, während jüngere Theilungsstadien recht selten sind. Es scheint daher, als wenn diese letzten Theilungsstadien eine relativ lange Dauer besässen.

Hiermit hätte ich in Kürze dasjenige mitgetheilt, was ich bis jetzt über die Theilungsvorgänge bei den Knorpelzellen zu ermitteln vermochte. Leider muss ich bekennen, dass es bis jetzt nur sehr wenig ist, und dass es noch weiterer eingehender Studien der betreffenden Objecte bedarf, um über diese Vorgänge volles Licht zu

verbreiten. Immerhin glaubte ich zu einer Mittheilung der von mir bis jetzt gefundenen und, wie mir scheint, nicht ganz uninteressanten Ergebnisse schreiten zu dürfen, da sich den Histiologen von Fach wohl häufig Gelegenheit bieten wird, die Anschauung, welche ich mir auf Grund meiner Erfahrungen über die Theilung der Knorpelzellen gebildet habe, zu prüfen, und die von mir gefundenen Ergebnisse vielleicht auch Anderen Anregung geben werden, diese Fragen einer erneuten Untersuchung zu unterziehen.

Wenn ich den Theilungsvorgang der Knorpelzellen, und speciell den ihres Kernes, mit anderen bis jetzt bekannt gewordenen Zelltheilungsprocessen vergleichen soll, so bietet sich die Schwierigkeit, dass, wenn ich auch das allgemeine Verhalten des Kernes bei der Theilung sehr wahrscheinlich gemacht zu haben glaube, es mir dagegen nicht gelang, über die feineren Structurverhältnisse der sich theilenden Kerne der Knorpelzellen etwas Ausreichendes zu ermitteln und gerade diese Verhältnisse haben ja neuerdings für die Beurtheilung des Kerntheilungsprocesses eine so hervorragende Bedeutung gewonnen.

Immerhin scheint es mir, dass der Modus der Kerntheilung, den ich bei den Knorpelzellen als wahrscheinlich nachzuweisen gesucht habe, sich mit dem von STRASBURGER und mir aufgefundenen Kerntheilungsprocess nicht direct vergleichen lässt, sondern dass es sich hier um einen ähnlichen Modus der Kerntheilung handelt, wie wir ihn an dem Nucleus der Infusorien (secundären Nucleus nach mir) sich vollziehen sehen. Wie ich hinsichtlich des Theilungsprocesses des Infusoriennucleus eine Modification des ursprünglichen Kerntheilungsprocesses anzunehmen dürfen glaube, so möchte ich auch den Theilungsprocess des Kernes der Knorpelzellen in ähnlicher Weise beurtheilen, obgleich es mir nicht unwahrscheinlich dünkt, dass sich, bei näherer Erkenntniss der feineren Structurverhältnisse in Theilung begriffener Knorpelzellenkerne, dennoch bestimmtere Anklänge an die eigenthümlichen Vorgänge bei dem gewöhnlichen Theilungsprocess der Kerne auffinden lassen werden.

Carlsruhe 16. Februar 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV.

Fig. 4—10. Zellen des Hyalinknorpels vom Schulterblatt des Triton taeniatus. Da die Kapseln der Zellen und die in Bildung begriffenen Scheidewände der sich theilenden Zellen zum Theil nur sehr undeutlich an diesen Präparaten zu sehen waren, so sind sie nur da eingezeichnet, wo sie sehr deutlich hervortraten. —

Fig. 11—13. Zellen vom Hyalinknorpel des Schulterblattes junger Rana esculenta.

Fig. 14. In Theilung begriffene Knorpelzellen aus Hyalinknorpel von der Fusswurzel des Kalbes. Kerne nicht deutlich. —

Fig. 15. Leere Höhlen zweier Tochterzellen ebendaher, mit eben vollendeter Scheidewand.

Fig. 16. Eine in Theilung begriffene Zelle aus Netzknorpel des äusseren Gehörgangs vom Kalb; die Zelle schien aus ihrer Höhle herausgefallen zu sein, weshalb dieselbe nicht angegeben ist. Da aus dem erwähnten Umstande sich vielleicht ein Verdacht über die Herkunft und Bedeutung dieser Zelle erheben liesse, so habe ich im Text auf dieselbe keine Rücksicht genommen.

Fig. 17 und 18. Theilungszustände der Zellen des hyalinen Schädelknorpels von einem jungen Haifisch (Scyllium).

Fig. 19—21. Je zwei aus einer Theilung hervorgegangene Zellen von derselben Stelle. In Fig. 21 sind die Zellen ausgefallen und nur die leeren Höhlen sichtbar. Letztere Figur ist in einer gegen 19 und 20 um 90° gedrehten Lage gesehen. Das zur Untersuchung vorliegende Exemplar des Haifisches, das ich der Güte des Herrn Dr. G. von Koch verdanke, war in Spiritus conservirt, daher es nur in wenigen Fällen gelang, etwas von den Kernen der Knorpelzellen wahrzunehmen, da die Färbung ihren Dienst versagte. Ich habe deshalb in den Abbildungen nur das sehr zusammengeschrumpfte Protoplasma angedeutet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Bütschli Otto [Johann Adam]

Artikel/Article: [Zur Kenntnis des Theilungsprocesses der Knorpelzellen
206-215](#)