© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Über Zellplatten und Zellplattenrudimente.

Von

R. Wolfgang Hoffmann.

Mit Tafel XX und XXI und 7 Figuren im Text.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Einleitung.

Die im Nachfolgenden niedergelegten Studien wurden von mir zunächst in der Absicht aufgenommen, bei solchen thierischen Zellen, welche eine besonders gut ausgebildete Membran aufweisen, deren Beziehung zu der Zellplatte festzustellen und zu untersuchen, ob bei derartigen Zellen dieses Gebilde regelmäßig und in besser entwickelter Weise als bei anderen Zellen vorhanden sei. Für eine solche Untersuchung erschienen besonders die Hydroiden mit ihren vielfach recht starken Zellmembranen als geeignete Objekte, und ich begann daher meine Beobachtungen mit ihnen; doch stellte sich bald heraus, dass hier keineswegs außergewöhnliche Verhältnisse vorlagen, indem die Membranen, wie wir bald sehen werden, durch Erhärtung eines protoplasmatischen Saumes zu Stande kamen. Da außerdem in der Litteratur Fälle bekannt sind, in welchen die Zellplatte wie bei den pflanzlichen Zellen die direkte Anlage der Membran darstellt, erschien es mir weniger wichtig, die oben angedeutete Frage zu verfolgen, und ich bemühte mich vielmehr an verschiedenen günstigen Objekten (Embryonen vom Limax, Lachs und Forelle) ihre Beschaffenheit genauer zu studiren, ihre weitere Umwandlung zu verfolgen und vor Allem festzustellen, auf welchen Theil der Zellplatte der Flemming'sche Körper zurückzuführen ist, sowie, ob er bei dem Modus der Zelltheilung irgend welche aktive Rolle spielt.

Bei meinen Litteraturstudien fand ich, dass eigentlich nur wenige, speciell auf diesen Gegenstand gerichtete Arbeiten vorhanden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind und dass diese überdies meist verschiedene Seiten desselben behandelten. Alle übrigen Angaben beruhen auf kurzen beiläufigen Notizen, welche in Arbeiten über recht verschiedene Gegenstände enthalten sind. Obgleich ich mich bestrebte, jede, auch die geringste Bemerkung aufzufinden, welche die von mir behandelte Frage berührt, so zweifle ich nicht, dass mir diese und jene Angaben betr. Zellplatten oder Zellplattenrudimente entgangen sind, da sich dieselben, wie gesagt, nur äußerst zerstreut in der fachwissenschaftlichen Litteratur vorfinden.

Wo ich im historischen Theile meiner Arbeit eine solche Angabe nicht erwähnte, um diesen Theil nicht durch unwesentliche Dinge zu sehr in die Länge zu ziehen, habe ich wenigstens das Werk im Litteraturverzeichnis angeführt.

Trotz den vielen Einzelbetrachtungen fand ich, außer in den Carnoy'schen Arbeiten, keineswegs die Bedeutung der Zellplatte und deren größere Rudimente im gegebenen Falle für die Theilung der Zelle genügend gewürdigt; sodann scheint man vielfach den Flemming'schen Körper, trotzdem man ihn als Zellplattenrudiment anspricht, als etwas Besonderes, wenigstens als ein Gebilde anzusehen, das in gewisser Weise in konstanter Form auftritt. Die Frage nach der Art seiner Entstehung, seiner Morphologie, sowie, welchem Theil der ausgebildeten Zellplatte er entspricht, war bis jetzt überdies sehr verschieden und nur sehr unvollkommen beantwortet worden. Ich hoffe in den folgenden Blättern einen Beitrag zur Klärung dieses Gegenstandes gegeben zu haben; wenngleich mir mancher Punkt dunkel geblieben ist und ich auch bezüglich der Erklärungsversuche eine gewisse Nachsicht erbitten möchte.

An dieser Stelle möchte ich es nicht unterlassen, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Korschelt, meinen herzlichsten, aufrichtigsten Dank auszusprechen für die Liebenswürdigkeit, mit der er überall, wo er konnte, meine Arbeit förderte, mir jederzeit seinen guten Rath angedeihen ließ und mir bereitwillig verschiedenes selbst konservirtes Material opferte.

Methoden.

Zur Konservirung der Hydroiden, sowie der Knochenfisch- und Limaxembryonen wurden verschiedene Methoden angewandt. Am günstigsten erwies sich für meine Zwecke die Flemming'sche und Hermann'sche Lösung, so dass ich meine Untersuchungen auch nur an solchen Objekten vornahm, die in diesen Gemischen fixirt wor-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den waren. Von Hydroiden konservirte ich Obelia gelatinosa, Aglaophenia pluma, Plumularia pinnata, Eudendrium ramosum, Campanularia volubilis, Sertularia und Podocoryne carnea. Außerdem suchte ich von Wirbellosen noch für meine Zwecke zu verwerthen: Die Tentakeln von Aequoria forskalea, junge Appendicularien, sowie Embryonen von Phallusia mammillata und Distaplia. Von allen diesen zahlreichen Formen war allein Obelia für meine Zwecke einigermaßen geeignet.

Die Polypen letzterer saßen in großer Zahl auf einer Braunalge (Fucus vesiculosus), von wo ich sie stets entnahm. Unmittelbar nachdem sie aus dem Boot ans Land geschafft worden waren, begann ich mit der Konservirung. Ich schnitt Ästchen der Polypen von 1—2 cm Größe von den Algen ab und brachte dieselben hierauf möglichst schnell in die Hermann'sche und Flemming'sche Lösung. Hierin blieben sie drei Stunden; dann wurden sie etwa für sechs Stunden in Meerwasser ausgewaschen, kamen hierauf für einige Zeit in Aq. dest. und wurden endlich langsam bis zu Alkohol von 95 % gebracht.

Da ich guten Erfolg mit den beiden erwähnten Konservirungen hatte, so wandte ich dieselben später auch für meine anderen Objekte, Limax, Lachs und Forelle an. Bei Lachs und Forelle hatte ich mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Die jüngsten Stadien, die für meine Zwecke wohl am günstigsten gewesen wären, weil hier die Zellen erst wenige Theilungen durchgemacht haben und desshalb sehr groß sind, konnte ich nicht in gutem Erhaltungszustande bekommen, da sich die Eihüllen Anfangs sehr schwer abpräpariren ließen, ohne dass man den Embryo zerstörte und diese Operation unbedingt von Nöthen ist, wenn die Flemming'sche und Hermann'sche Lösung genügend eindringen und das Gewebe gut fixiren soll. Erst später, kurz vor der Anlage der Augenflecke, gelang es mir, die Embryonen lebend aus den Eihüllen zu präpariren. Ich warf sie sofort, nachdem dies geschehen war, in die bereit gehaltene Lösung, wo sie jedoch erst nach einigen Augenblicken starben; dort blieben sie so lange, bis sie äußerlich schwarz geworden waren. Dies dauerte je nach dem Entwicklungsstadium, auf dem sie sich befanden, verschieden lang (drei bis sechs Stunden). Embryonen, die zwölf Stunden und länger in den Fixirungsflüssigkeiten gelegen hatten, schienen mir für meine Zwecke nicht mehr recht tauglich zu sein.

Noch eine andere Methode gab mir günstige Resultate. Die-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selbe ist um so vortheilhafter, als sie weniger mühevoll und zeitraubend ist, wie die erstere, wennschon hierbei auch mancher Embryo zu Grunde geht. Die Eier wurden in zwei Theile geschnitten und zwar so, dass sich in dem kleineren Theil der Embryo befand. Diese Partie warf ich in die Lösung und schüttelte das Gefäß sofort mehrere Male tüchtig. Dies hatte den Zweck, den Dotter aus den Eihäuten mit dem Embryo herauszuschleudern. War ersterer geronnen, so gelang dies freilich nicht mehr. Auch wenn der Embryo an der Schale haften blieb und nur der Dotter dieselbe verließ, gab es noch eine befriedigende Konservirung. Ich nahm für jeden Embryo ein einziges, kleines Reagensgläschen, um die Fixirungsflüssigkeit nicht durch vielen geronnenen Dotter zu verschlechtern und brachte die Embryonen, sobald ich deren eine genügende Anzahl konservirt hatte, dann noch für einige Zeit in eine frische Lösung. Hierauf wurden sie sechs Stunden lang in Aqua dest. ausgewaschen und kamen nach allmählicher Erhärtung in Alkohol von 95%. Die Embryonen von Limax maximus verblieben dreiviertel bis eine Stunde lang in Hermann'scher Lösung. Flemming'sche Lösung kam nicht zur Anwendung. Sie wurden dann $1^1/_2$—2 Stunden in Aqua dest. ausgewaschen und hierauf langsam in Alkohol von aufsteigender Koncentration gehärtet.

Nach vielem Probiren kam ich zu dem Schluss, dass für das Studium der Zellplatten und deren Rudimente die Heidenhain'sche Hämatoxylin-Eisenlackfärbung, sowie das Flemming'sche Orangeverfahren die günstigsten Methoden seien. Im großen Ganzen möchte ich erstere noch dem letzteren vorziehen, da die Dreifachfärbung den Zellplattenrudimenten keineswegs eine besondere Tinktion verleiht, wie dies mehrfach angegeben wurde, und auch noch den Nachtheil hat, dass sie weniger sicher und bedeutend umständlicher ist, als das Heidenhain'sche Verfahren.

Für das Orangeverfahren hielt ich mich ganz an die Vorschriften Flemming's. Nur fand ich es bei Limax vortheilhaft, die Präparate nie unter vier bis fünf Tagen in der Safraninlösung zu lassen. Die Färbungen mit der Heidenhain'schen Methode wurden derart vorgenommen, dass bei Limax die Objekte eine Stunde in dem schwefelsauren Eisenammonoxyd und zwei Stunden in dem wässerigen Hämatoxylin blieben. Die Schnitte von Obelia, so wie von Lachs und Forelle blieben zwei Stunden in der Eisen- und drei Stunden in der Hämatoxylinlösung.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Historischer Theil.

Hinsichtlich des Historischen gebe ich zunächst einen Überblick desjenigen, was bis zu Carnoy's Arbeit »La Cytodiérèse des Arthropodes« im Jahre 1885 über das Vorkommen von Zellplatten in den thierischen Zellen bekannt war.

Strasburger war es, der die Zellplatte bei Pflanzen, wenn auch nicht zum ersten Male beobachtete, so doch zuerst genauer studirte. Ihm müssen wir auch die Entdeckung der thierischen Zellplatte zuschreiben. In seinem Werke »Über Zellbildung und Zelltheilung« (1875 erste Aufl.) finden wir bei der Beschreibung der Zelltheilung in den Knorpelzellen des Kalbohrs folgende Stelle:

»Auch konnte ich in einigen Fällen deutlich zwischen den weiter aus einander gerückten Kernhälften feine Fäden ausgespannt sehen, ohne dass noch eine Spur von Theilung am Protoplasma der Zellen zu bemerken gewesen wäre. Im Äquator der Fäden und im ganzen Umfang derselben bis an die Mutterzellwand reichend, wurde dann eine Trennungsschicht sichtbar, jedenfalls den Anfang der Zellplatte andeutend.«

Nach dieser Entdeckung wurden in rascher Folge von zahlreichen Forschern bei thierischen Objekten gelegentlich Zellplatten beobachtet. Noch im selben Jahre (Nov. 1875) sah Bütschli Zellplatten bei Hirudineen, Infusorien und einer Schnecke und erklärte dieselben sofort für Homologa der pflanzlichen Zellplatten. Später beobachteten solche Gebilde: Balbiani bei einer Orthopterenlarve, Mayzel (1876—77) in der Hornhaut vom Frosch, bei Triton, Kaninchen, verschiedenen Vogelembryonen, sowie in der Epidermis und in Cancroiden des Menschen. E. van Beneden (1876) bei Dicyemiden; einige Jahre danach bei sich furchenden Ascariseiern. Schleicher in mehr oder weniger typischer Ausbildung in Knorpelzellen. 1879 berichtete Mark in einer vorläufigen Notiz bezügl. seiner Untersuchungen über die Richtungskörperbildung bei Limax agrestis von einer Art Zellplatte, die bei der Abschnürung der Richtungskörper, sowie in der Spindel des befruchteten Eies auftreten sollte. Trotzdem finde jedoch die Theilung mit Hilfe einer Einschnürung statt. In einer Arbeit vom Jahre 1880 erwähnt Flemming, er habe in Tochterplattenstadien von Salamanderhodenzellen äquatoriale Differenzirungen angetroffen, die »offenbar Strasburger's Zellplattenelementen« entsprächen (p. 173). Sodann wurden zellplatten-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ähnliche Gebilde noch beschrieben von R. Hertwig bei »Spirochona gemmipara« (1877), von A. Gruber bei Actinosphaerium (1882).

Carnoy war es nun, der zuerst die thierische Zellplatte, und zwar bei Arthropoden, näher untersuchte. Er fand Rudimente derselben bei diesen Thieren allgemein verbreitet, jedoch in so außerordentlich variabler Form, dass ihre mehr oder minder vollkommene Ausbildung ganz dem Zufall anheimgegeben schien. Die thierische Zellplatte hat nach Carnoy, wie die pflanzliche, eine zweifache Konstitution. Sie setzt sich zusammen aus der Cytoplasmaplatte (plaque cytoplasmatique) und der Spindelplatte (plaque fusoriale). Letztere scheint aus äquatorialen Anschwellungen der Verbindungsfäden hervorzugehen. Wie diese Verdickungen indessen zu Stande kommen, darüber ist sich Carnoy nicht klar. Er ist geneigt mit Strasburger anzunehmen, dass die Verbindungsfasern hohle mit einer Substanz erfüllte Schläuche repräsentiren, deren Inhalt kurz vor der Zelltheilung nach dem Äquator der Fäden wandert, um sich dort in kleinen, runden Aussackungen anzusammeln. Diese Knötchen können so lange anwachsen, bis sie schließlich mit einander verschmelzen und eine geschlossene Zellplatte bilden. Meistens bleiben sie jedoch unverbunden. Weit seltener als die Spindelplatte ist die Cytoplasmaplatte. Während erstere oft allein das Rudiment der Zellplatte ausmacht, ist letztere (bei den Arthropoden) unbedingt an das Vorhandensein einer Spindelplatte gebunden. Nur ausnahmsweise ist die Cytoplasmaplatte vollständig. In den meisten Fällen erstreckt sie sich nur bis zu einer sehr geringen Entfernung von der Spindelplatte in das Protoplasma; auch ist sie sehr delikater Natur. Der geringste Druck, die Zufügung eines Reagens, um sie zu fixiren, kann sie in ihre Elemente auflösen. Ihr Wachsthum erfolgt von der Spindel aus nach der Membran zu. Niemals sah Carnoy Cytoplasmaplatten, die von der Zellmembran aus nach der Spindel zu wuchsen[1].

Nicht selten zeigt die Cytoplasmaplatte, wenn sie ganz zur Ausbildung kommt, ein merkwürdiges Verhalten: In verschiedener Entfernung von der Mutterzellmembran kann sie sich nämlich theilweise oder in ihrem ganzen Umkreise gabeln, so dass ein Ring abgegrenzt wird, der sich an seinem Innenrande keilförmig zuschärft und die Mutterzelle äquatorial umschließt (Textfig. 1).

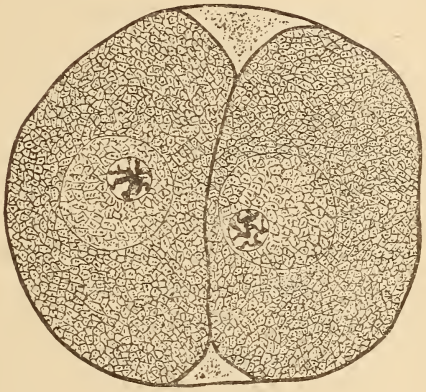
---

[1] Dies gilt indessen nur für die Zellplatten der Arthropoden; die Zellplattenbildung bei sich furchenden Ascariseiern soll nach Carnoy stets von der Muttermembran aus beginnen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der vom Ringe abgegrenzte Cytoplasmatheil fällt nun allmählich der Degeneration anheim. Die Elemente der Zellplatte verschmelzen mit einander, um schließlich im günstigsten Falle in eine Membran überzugehen. Dann reißt für gewöhnlich die äußere Wand des ringförmigen Ausschnitts ein. Hierdurch wird für den oberflächlichen Beschauer eine Zelltheilung durch Einschnürung vorgetäuscht, indem die Tochterzellen nur noch für ein kurzes Stück mit einander in Berührung stehen, peripher jedoch weit aus einander klaffen.

Wie bei manchen Pflanzenzellen konnte Carnoy auch bei den Arthropodenzellen Fälle beobachten, wo Zellplatten zwar angelegt, jedoch nicht verwerthet werden. Dies geschieht namentlich dann, wenn nach Bildung des Diasters ein zu starkes Auswachsen der Verbindungsfäden erfolgt, so dass sich die Theilungsfigur im weiten Bogen durch die ganze Zelle erstreckt. Im extremen Falle nähern sich hierbei die Tochterplatten bis beinahe zur Berührung. In der äquatorialen Zone der Fasern kann dann wohl eine Spindelplatte angelegt werden; — vielleicht sogar eine Cytoplasmaplatte — doch kommt es weder zu einer Verwerthung derselben, noch zu einer Zelltheilung. Auf diese Weise entstehen mehrkernige Zellen. Die Platte selbst kann noch einige Zeit, nachdem die Kerne bereits in das Ruhestadium zurückgekehrt sind, sichtbar sein; schließlich wird sie jedoch von dem Protoplasma resorbirt. Anderenfalls wieder kann eine Zellplatte zwar normal angelegt werden, ohne dass sie jedoch bei der Theilung des Zellleibes eine Rolle spielt. Verläuft die Theilung als scharfe Furche, so werden hierbei die Elemente der Zellplatte aus einander gerissen und der Resorption anheimgegeben; ist hingegen die Einschnürung flach, so dass schließlich die Tochterzellen nur noch durch einen schlanken Faden mit einander in Verbindung stehen, so verringert sich die Zellplatte progressiv mit der Verschmälerung der protoplasmatischen Verbindungsbrücke.



Textfig. 1 (nach Carnoy).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nach den Untersuchungen Carnoy's lassen sich in den Hodenzellen der Arthropoden drei Theilungsmoden feststellen:

1) Theilungen durch einfache Einschnürungen.

2) Theilungen durch Kombination einer Einschnürung mit einer rudimentären Zellplatte.

3) Theilungen mit alleiniger Hilfe einer Zellplatte.

Die Trennung zweier Tochterzellen von einander erfolgt durch Spaltung der Zellplatten oder der aus ihnen hervorgegangenen Membranen.

In einer neueren Arbeit (1888) hat Carnoy nachgewiesen, dass sich auch Nematodeneier und zwar ausschließlich mit Hilfe einer Zellplatte theilen. Hierbei soll, wie bei Spirogyra, die Plattenbildung von beiden Seiten der Muttermembran aus erfolgen. Eine eigentliche Spindelplatte ist nicht vorhanden. (Neuerdings ist sie in Gestalt eines Flemming'schen Körpers, der indessen später auftritt, als die Cytoplasmaplatte, nachgewiesen worden.)

Zellplatten oder Zellplattenrudimente sind seit jener Zeit noch oft aufgefunden worden. So beobachtete Blochmann solche bei Formica fusca, Geberg in der Substantia propria der Tritonhornhaut; Solger im Amnion der Ratte; Henking in Pyrrhocoris apterus. Van der Stricht fand in der embryonalen Leber von Säugethieren Zelltheilungen durch Bildung einer Zellplatte und nachträgliches Spalten derselben; jedoch auch Theilungen durch Einschnürung. —

Es kann nicht der Zweck dieser Zeilen sein, alle jene Arbeiten aufzuzählen, in welchen beiläufig gesehene Zellplattenrudimente flüchtig erwähnt werden. Das lässt sich indessen schon jetzt sagen, dass sie eine weite Verbreitung besitzen; wahrscheinlich giebt es keine Thierklasse, in welcher sie nicht wenigstens bei einigen Vertretern vorkommen. Treten sie gelegentlich vollständig und typisch auf, wie bei den Arthropodenzellen (Carnoy), so kann kein Zweifel darüber obwalten, welche Bedeutung sie für die Zellen haben; sie repräsentiren sodann vollständige Homologa der pflanzlichen Zellplatten. Anders ist es bei den rudimentären Zellplatten.

In letzterer Zeit hat man jenen Gebilden größere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Veranlassung hierzu gaben namentlich die Untersuchungen Flemming's über den sogenannten »Zwischenkörper« in Salamanderzellen. In den späteren Dispiremstadien, zur Zeit, wo sich die Tochterzellen eben von einander abgeschnürt hatten, sah dieser Forscher an der Trennungsstelle einen feinen scharf gefärbten Körper von walzenförmiger oder runder Gestalt. Einmal schien sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Körper getheilt zu haben. Auch nach der Zelltrennung und dann, wenn die Kerne sich schon im Ruhestadium befanden, war er vielfach noch zu sehen. Jederzeit schien er in enger Beziehung zu den Verbindungsfäden zu stehen. Letztere vereinigten sich in ihm und bildeten so zwei Strahlenkegel mit sich berührenden Spitzen. Im Laufe der späteren Phasen verkleinerten sich die Doppelkonen allmählich immer mehr, und zwar derart, dass die dem Zwischenkörper zunächst gelegenen Theile am längsten persistirten. Die Zwischenkörper schienen aus kleinen Körnchen hervorzugehen, die in den blassen Verbindungsfasern während der Dispiremphase auftraten.

Flemming glaubt, dass die Zwischenkörper »in irgend welcher Weise Homologa der pflanzlichen Zellplatte sind«.

Noch vor Flemming hatte Prenant gefunden, dass der Zwischenkörper auch in den Zellen wirbelloser Thiere vorkommt. Er beschieb ihn für Scolopendra und Lithobius als ein stets zweitheiliges Gebilde. Am häufigsten soll er zwischen Tochterzellen im Ruhezustande — niemals im Diasterstadium — zu finden sein. (Im Gegensatz zu Geberg's Untersuchungen an Tritonzellen.) Die Zwischenkörperchen entstehen nach der Ansicht Prenant's durch Koncentration der auf den Verbindungsfäden ausgestreuten Chromatinstückchen (die Verbindungsfäden haben nach seiner Ansicht ebenfalls nucleären Ursprung). Endlich hat er mehrere Male »accessorische Zwischenkörper« und »Hauptzwischenkörper« ganz nahe am Kern der einen Tochterzelle gesehen. Die Beobachtungen Prenant's führen uns zu den Untersuchungen v. Kostanecki's hinüber.

Dieser Forscher fand Zwischenkörper in den Embryonalzellen mehrerer Säuger, sowie einer großen Anzahl anderer Wirbelthiere. Stets sah er, dass die Verbindungsfäden im Diasterstadium jederseits vier bis fünf oder auch sechs umfangreichere Körperchen aufwiesen, daneben aber immer noch eine größere Anzahl kleinerer Körnchen zeigten. Manchmal waren auch nur kleine Körnchen auf den Fibrillen zu sehen. Die beschriebenen Gebilde rückten nach dem Äquator der Theilungsfigur und ordneten sich dort zu einer Platte an, worauf die Einschnürung des Zellleibes erfolgte. Sobald dieselbe bis zur Centralspindel fortgeschritten war, wurden die peripher gelegenen Fibrillen zerschnitten. Die Körperchen begaben sich dann mit den verkürzten Fasern wiederum polwärts. Die Mehrzahl der Fasern wurden jedoch bei weitergehender Einschnürung mit den darin angesammelten Körperchen zusammengedrängt, wodurch dieselben zur

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verschmelzung kamen und ein bis zwei Zwischenkörperchen bildeten. Diese theilten sich so, dass je ein Stück die Spitze eines der beiden Faserkegel bildete, welche letztere alsdann durch Kontraktion ihrer Elemente polwärts geführt wurden. v. Kostanecki erblickt in diesen Vorgängen »eine Einrichtung, die Substanz der Centralspindelfasern wieder an jenen Ort gelangen zu lassen, aus dem sie unzweifelhaft stammen, nämlich an die am Polfelde angesammelte Substanz des Archoplasmas«.

Auch von Kostanecki hält den Flemming'schen Körper für ein Zellplattenrudiment, das jedoch im Laufe der Zeit einen Funktionswechsel erlitten hat. Er vermuthet überdies, dass in den Pflanzenzellen zwei neben einander herlaufende Processe zu einem einzigen zusammengefasst sind, nämlich eine äquatoriale Differenzirung der Centralspindelfasern zum Zwecke ihrer Halbirung und eine eigentliche Zellplattenbildung zur Herstellung einer Scheidewand. Der letztere Modus trete nun bei den thierischen Zellen gar nicht auf, wodurch der erstere um so unverhüllter zum Vorschein komme.

Lustig und Galeotti, die den Zwischenkörper an einem Objekte studirten, das auch von Kostanecki vorlag, — nämlich an menschlichen Carcinomen — kommen zu wesentlich anderen Resultaten. Sie finden, dass die Verbindungsfäden im Diaster und Dispirem eine zweifache Konstitution aufweisen, sich aus den eigentlichen Centralspindelfasern und einer dieselben umgebenden Schicht typisch mikrosomaler Fibrillen, den Mantelfasern, zusammensetzen. Letztere sollen sich später in der Mitte erst spindelförmig, dann knötchenförmig verdicken und hierdurch einen Ring bilden, der sich äquatorial um die nicht differenzirten Verbindungsfasern legt.

Nun steht nach Flemming der Zwischenkörper immer in unlässlicher Verbindung mit der Centralspindel. Lustig und Galeotti glauben indessen, dass der Zwischenkörper nichts mit der Centralspindel zu thun hat, sondern einzig und allein aus Differenzirungen der Mantelfasern herstammt. Ferner stehe das Zwischenkörperchen in keinerlei Beziehung zu der Einschnürung der Centralspindel, welche letztere schon vorhanden sei, noch ehe sich von ersterem eine Spur nachweisen lasse.

Diesen Angaben stehen wiederum die Untersuchungen Prenant's entgegen, der in seiner Arbeit »Sur le corpuscule central« zu folgendem Schlusse kommt:

»Je pense que le corps intermédiaire de Flemming représente dans la plaque cellulaire plus spécialement cette partie que Carnoy

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

a nommée plaque fusoriale, et qui est constituée sur le trajet du fuseau ou de son vestige.«

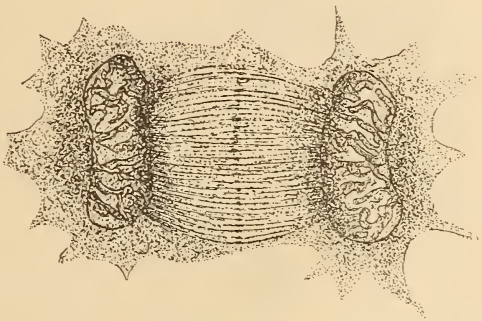
Benda endlich fand den Zwischenkörper bei den Spermatocyten des Salamanderhodens in Gestalt eines Ringes; eben so Metzner. Heidenhain stimmt ihnen bei; er glaubt, dass der Flemming'sche Körper sich aus zwei Theilen zusammensetzt, dem eigentlichen ringförmigen Körper und dem Stück der Centralspindel, das er umschließt. Auf die Frage, woher dieser Ring stammt, weiß er indessen keine Antwort zu geben.

Bevor ich auf meine eigenen Untersuchungen an der thierischen Zelle eingehe, bedarf es einer kurzen Erläuterung, wie sich die Dinge bei den Pflanzenzellen verhalten. Ich werde mich hierbei an die Arbeiten Strasburger's halten, der ja zuerst die morphologische und funktionelle Bedeutung der pflanzlichen Zellplatten näher untersucht hat.

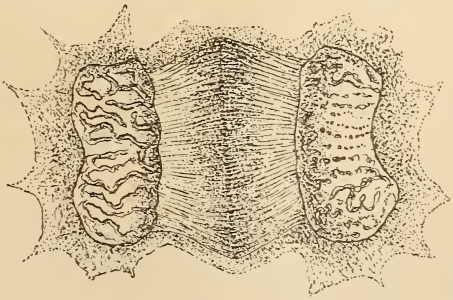
Zellplattenbildung bei Pflanzen.

Als verbreitetster Theilungsmodus der pflanzlichen Zellen ist wohl derjenige zu betrachten, der mit Zuhilfenahme einer zwischen den Kernen sich bildenden Scheidewand von statten geht.

Nachdem die Tochterplatten aus einander gewichen sind, bleiben nur noch die primären Verbindungsfäden zurück. Dieselben beginnen nun bedeutend in die Länge zu wachsen. Zu gleicher Zeit dringt Cytoplasma von außen herein und liefert so das Material zu sekundären Verbindungsfäden. Beim Auseinanderweichen der Tochterplatten waren die tingirbaren Bestandtheile des Kernsaftes, die vordem die ganze Spindel erfüllten,



Textfig. 2 nach Strasburger.

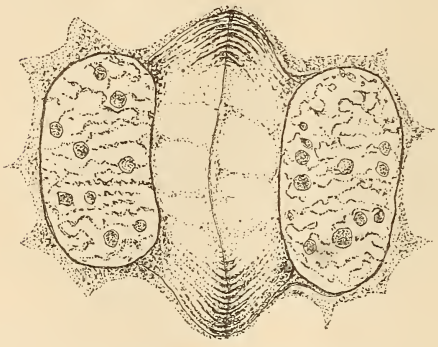


Textfig. 3 (nach Strasburger).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von ersteren polwärts gedrängt worden (Textfig. 2 und 3); sie wandern nun wieder nach dem Äquator der Mutterzelle und vertheilen sich dort auf eine schmale Zone. An ihr Erscheinen ist das Auftreten von knötchenartigen Differenzirungen (Dermatosomen) im Äquator der Verbindungsfasern gebunden[1].

Der ganze Komplex der Fäden wölbt sich nun in der Mitte vor, und zieht sich hierauf, nachdem die sekundären Verbindungsfäden die Dicke der primären erreicht haben, von den Tochterkernen zurück. Der hierdurch entstandene Zwischenraum wird mit körnigem Cytoplasma angefüllt. Gleichzeitig werden am Rande des Komplexes neue Verbindungsfäden angelegt, die durch lokale Anschwellung sofort zum Wachsthum der Zellplatte beitragen. Dieser Process dauert so lange, bis die Muttermembran erreicht ist. Die Dermatosomen wachsen hierauf in die Dicke, bis sie sich berühren und mit einander verschmelzen können. Im Augenblick ihres Auftretens verhalten sie sich gegen Reagentien genau wie die Verbindungsfäden. Später wächst ihr Lichtbrechungsvermögen; sie erleiden dann, wahrscheinlich durch Imbibition mit Substanzen des Kernsaftes, eine bedeutende chemische Umwandlung. In den meisten Fällen besitzen die Dermatosomen nur geringe Dimensionen. Ist jedoch der Abstand zwischen den Fibrillen ein beträchtlicher, so können sie einen nicht unbedeutenden Umfang erhalten. Derselbe Fall kann jedoch auch bei dichter Anordnung der Verbindungsfäden eintreten (z. B. häufig in der Endospermanlage von Allium odorum). Aus der direkten Beobachtung ergiebt sich, dass die Scheidewand durch Verschmelzung der Dermatosomen mit einander zu Stande kommt und nicht etwa im Inneren der Zellplatte nach Spaltung derselben ausgebildet wird (Textfig. 4).



Textfig. 4 (nach Strasburger).

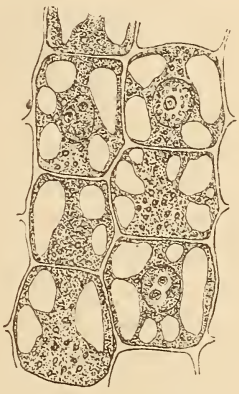
[1] Strasburger erwähnt ausdrücklich (Kern und Zelltheilung 1888), dass nicht der geringste Zweifel darüber obwaltet, dass man es hierbei mit äquatorialen Anschwellungen der Verbindungsfäden, nicht etwa mit zwischengelagerten Körnchen zu thun hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Membranen der Hydroiden.

Sehen wir uns im Thierreich nach Zellen um, deren Membranen einen Vergleich mit denjenigen der Pflanzenzellen aushalten können, so sind es vor Allem die Hydroiden, die sich durch die Dicke und Starrheit ihrer Zellwände auszeichnen. Ganz besonders auffallend verhalten sich in dieser Beziehung die Entodermzellen ihrer Tentakeln.

Wir haben es hier keineswegs mit einfachen Umhüllungsschichten zu thun, die sich von dem eigentlichen Zellleibe als dunkler gefärbte Linien abheben, sondern mit typischen membranösen Wänden, deren pergamentartiges Aussehen auf eine hohe Resistenz und Elasticität schließen lässt. In Fig. 2 *a* u. 2 *b* (Taf. XX) gebe ich das Bild einiger Tentakelentodermzellen einer craspedoten Meduse (Obelia) und zum Vergleiche nebenstehend (Textfig. 5) die Abbildung einiger Pflanzenzellen. Die Ähnlichkeit beider tritt klar vor Augen. Fig. 3 stellt einen Schnitt quer zur Längsrichtung der Magenentodermzellen eines Polypen von Obelia gelatinosa dar. Sie sehen zum Verwechseln pflanzlichen Parenchymzellen ähnlich. Der regelmäßige, im Durchschnitt polygonale Bau, die Vacuolisirung, die feste Membran, (die hier indessen doch nicht die Dicke der Tentakelentodermzellen erreicht) — dies Alles bildet ja Momente, die der Pflanzenzelle ihr typisches Gepräge verleihen. Der Gedanke, jene thierischen Zellmembranen könnten vielleicht auf dieselbe Weise entstehen, wie es im Allgemeinen bei den Pflanzenzellen der Fall ist, d. h. durch Präformation von Zellplatten, lag desshalb sehr nahe. Die Größe der Zellen, namentlich der Tentakelentodermzellen, schien überdies das Studium ihrer Entwicklung sehr zu begünstigen. Leider stellte sich nachträglich heraus, dass die obige Vermuthung eine irrige war.



Textfig. 5 (nach Sachs).

Zunächst sind die Entodermzellen der Tentakeln im Stadium, wo sie sich zu differenziren beginnen, so klein als alle übrigen Zellen. (Wie schon oben erwähnt wurde, zeichnen sich die Zellen der Hydroidpolypen embryonal durch besondere Kleinheit aus.) Ihre spätere bedeutende Größe ist, wie wir gleich hören werden, das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Resultat innerer Umwandlungsprocesse. Die Tentakelentodermzellen lassen sich sehr leicht als solche erkennen, da sie ja im Schnitte beiderseits von der Stützlamelle begrenzt werden und ganz bedeutend die sie umhüllenden Ektodermzellen an Größe übertreffen (Fig. 26 Taf. XX). Ausgewachsen haben sie die Form einer Tonne mit schwach gewölbten Seitenwänden und geringer relativer Höhe. Der Querschnitt stellt demnach einen Kreis dar. Auf einem Längsschnitt bildet der gewölbte Theil der Membran mit der Stützlamelle ein Arkadensystem (Fig 26), wodurch stets zwischen den gemeinschaftlichen Wänden zweier benachbarter Zellen und der Stützlamelle ein im Schnitt dreieckiger Zwickel abgegrenzt wird.

In ihrer frühesten Anlage zeigen diese Zellen noch keinerlei regelmäßige Anordnung. Erst nach und nach nehmen sie eine bestimmte Lage an; indem sie sich beiderseits keilförmig in einander schieben, ähnlich wie dies von den Zellen der Tunicatenchorda beschrieben wurde (Klaatsch). Bei dem Einschiebungsakt spitzen sie sich nach innen zu. Dessgleichen nehmen auch die Kerne, die zuerst eine runde Gestalt besaßen, etwa wie ich sie in den Entodermzellen der Magenhöhle Fig. 3 gezeichnet habe, eine mehr längliche an einem Ende sich verjüngende Form an. Konnte man bis dahin nach außen eine Zellgrenze deutlich unterscheiden, wie dies ja bei allen embryonalen Zellen der Fall ist, so verschmelzen nun die einzelnen Zellen dermaßen mit einander, dass man nur noch an der Lage der Kerne ihre Anordnung erkennen kann. Letztere rücken jetzt etwa in die Mitte des Zelllumens und man sieht deutlich, wie sich rings um sie eine Sekretvacuole ausscheidet. Dieser Process kann schon anfangen ehe die Entodermzellen ihre definitive lineare Anordnung angenommen haben. Zunächst bildet sich um den Kern eine Sekretvacuole aus, die ihn Anfangs in Gestalt eines feinen koncentrisch zu ihm verlaufenden Spaltes im Protoplasma umgiebt. Dieser helle Hof vergrößert sich immer mehr und drängt das Protoplasma nach außen (Fig. 1, Taf. XX). Dort wo sich die Vacuolen zweier Zellen am nächsten kommen, werden sie oft nur durch eine ganz dünne Protoplasmalamelle von einander geschieden, oder sie berühren sich sogar direkt und werden nur durch die beiderseitige Oberflächenspannung am Zusammenfließen verhindert. Durch allmähliche Erhärtung dieser Grenzlamellen kommt wohl die erste Anlage der gemeinschaftlichen seitlichen Membranen zu Stande. Immer weiter wird nun das Protoplasma nach der Stützlamelle hingedrängt, da jedoch der Turgor der Vacuole nicht gleichmäßig wirkt, vielleicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auch, weil das Protoplasma nicht überall dieselbe Dichte besitzt, weicht letzteres oft der andringenden Sekretvacuole seitlich aus und begiebt sich wieder mehr der Mitte zu in die Nähe des Kerns. Im ausgewachsenen Zustande der Zelle findet sich das Protoplasma entweder nur in Gestalt eines flachen Überzugs an einer oder an beiden lateralen Wänden angelagert, oder es verbindet als schmale Brücke die beiden Trennungsmembranen mit einander (Fig. 2ᵇ). Stets findet man den Kern, der nun wieder eine runde Gestalt angenommen hat, in einer größeren Protoplasmaansammlung.

Die sekundäre Membran der Tentakelentodermzellen kommt also augenscheinlich dadurch zu Stande, dass die feine Protoplasmalamelle, welche einerseits zwischen zwei Vacuolen, andererseits zwischen Stützlamelle und Vacuole eingegrenzt ist, allmählich erhärtet. Das spätere Dickenwachsthum erfolgt dann durch Ablagerung von aus der Vacuole ausgeschiedenen Substanzen an die primäre Membran. Das übrige Protoplasma hat von nun an an der Bildung der Membran wenig oder gar keinen Antheil mehr. Stets kann man dort, wo ein protoplasmatischer Beleg vorhanden ist, deutlich die Grenze beider Materien erkennen. Schon in frühen Stadien scheint sich das Protoplasma sehr vermindert zu haben. Das beruht jedoch zum großen Theil auf Täuschung; man berücksichtigt hierbei nicht, dass die Zellen durch die Vacuolisirung zu außerordentlicher Größe angeschwollen sind, ohne dass sich das Protoplasma im Verhältnis der Volumzunahme der Zelle vermehrt hat. Eine geringe Verminderung des Protoplasmas mag indessen schon früh eintreten. Bei ganz alten Zellen lässt sich mit Bestimmtheit eine Verringerung desselben konstatiren. Solche Zellen sind nur von ganz dünnen Protoplasmasträngen durchzogen, der Kern hat ebenfalls an Volumen eingebüßt und ist dann fast immer wandständig. Die dicken Membranen sind stark lichtbrechend; sie haben alle ein zerknittertes Aussehen. Die gemeinschaftlichen Zellwände sind ganz dicht auf einander gerückt, so dass die Zellen eine scheibenartige Anordnung erhalten.

Fragen wir uns nach der funktionellen Bedeutung dieser Membranen, die im ganzen Entoderm der Hydroiden auftreten, jedoch in den Tentakeln am typischsten zur Ausbildung kommen, so scheinen ihnen namentlich zwei Aufgaben zuzukommen: Sie sollen dem Körper des Thieres eine Art Stütze und Festigkeit verleihen, sodann aber vor Allem seine Elasticität bedeutend erhöhen. Dass namentlich Letzteres ganz hervorragend der Fall ist, leuchtet Jedem sofort

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein, der je die schlangenartigen geschmeidigen Bewegungen der Tentakeln eines Hydroiden beobachtet hat.

Man kann die Entodermzellenreihe der Hydroidententakel, wie es Korschelt treffend thut, mit der Chorda des Amphioxus vergleichen. Auch hier sind es ja außer den verschiedenen Scheiden, durch Vacuolisirung der Zellen gebildete Membranen, die diesem Gebilde seine hohe Elasticität und Festigkeit verleihen.

Zellplatten bei den Hydroiden.

Bevor ich zu den eigentlichen Untersuchungen übergehe, möchte ich noch einige Worte vorausschicken. Ich habe schon oben erwähnt, dass sich die Zellen der Hydroiden durch besondere Kleinheit auszeichnen. Sie bilden desshalb gerade kein günstiges Objekt für die folgenden Untersuchungen. Auch sind die Entodermzellen in Stadien, wo sie sich noch in lebhafter Theilung befinden, nicht größer als die Ektodermzellen. Ihre spätere mächtige Ausdehnung erfolgt erst dann, nachdem Theilungen nicht mehr vorkommen, durch Vacuolisirung. Als äußerste Grenze muss für sie der Zeitpunkt angenommen werden, wo sich der Kern gerade mit einem schmalen Sekrethof umgiebt. — In diesem Stadium habe ich ausnahmsweise noch Theilungen angetroffen. — Etwa noch vor einem Stadium, wie es in Fig. 1 abgebildet wurde.

Nachdem ich gefunden hatte, dass kurz vor oder nach dem Beginn der Vacuolisirung die Grenzschicht der Entodermzellen verschwindet, erwartete ich nicht mehr, dass ein so vergängliches Gebilde stets mit Hilfe einer vollständigen Zellplatte zu Stande käme. Ich hatte mich nicht getäuscht. Wie meine späteren Untersuchungen ergaben, kann zwar eine Zellplattenbildung auch in den Tentakelentodermzellen stattfinden, und zwar in allen Abstufungen, wie wir noch hören werden, eine konstante Bildung jener Zellen ist sie jedoch nicht. Zellplatten und deren Rudimente sind bei Obelia durch das ganze Thier, sowohl im Ektoderm als auch im Entoderm verbreitet. Von einem regelmäßigen, vielleicht an ein bestimmtes Gewebe gebundenes Auftreten derselben kann keine Rede sein. Das Einzige, was sich diesbezüglich ermitteln ließ, war die Thatsache, dass im Ektoderm häufiger kleinere Zellplattenrudimente auftreten als im Entoderm. Wie wir später noch sehen werden, lässt sich diese Thatsache durch die Lagerungsbeziehungen der einzelnen Zellen zu einander sehr gut erklären.

Zunächst muss ich den Befunden Carnoy's beistimmen, dass in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein und demselben Gewebe Zellplatten in allen nur denkbaren Abstufungen zur Ausbildung kommen können. So klein die Zellen der Obelia sind, so deutlich treten hier indessen die Theilungsfiguren auf.

Dort, wo die Zellplatte ganz zur Ausbildung kommt, lässt sich mit Sicherheit ihre zweifache Konstitution nachweisen. Fig. 4, Taf. XX giebt ein schönes Bild einer vollkommenen Zellplatte. Klar und deutlich verläuft inmitten der wohlausgebildeten Figur die Spindelplatte, die sich nach beiden Seiten in das Cytoplasma fortsetzt. Der Rand der Mutterzelle zeigt nicht die Spur einer Einschnürung (der wahrscheinlich durch das Mikrotommesser verursachte Spalt thut der Klarheit des Bildes keinen Eintrag). Da wir es hier schon mit einem späten Diasterstadium zu thun haben, so kann kein Zweifel darüber obwalten, dass die Zelltheilung jedenfalls mit Hilfe der Zellplatte zu Stande gekommen wäre. Über die Natur der einzelnen Zellplattenelemente lässt sich leider wegen ihrer Kleinheit bei den Hydroiden nichts Näheres bestimmen; indessen kann man deutlich erkennen, dass die Elemente der Spindelplatte größer sind als diejenigen der Cytoplasmaplatte. Dasselbe lässt sich von Fig. 5 sagen. Die Spindel nimmt hier fast den ganzen Zellraum ein. Die Centrosome, die sich bei allen Obeliazellen deutlich färben, liegen ganz am Rande der Zelle. Die Cytoplasmaplatte ist nur klein, weil eben kein Platz für sie übrig bleibt. Obgleich wir es nicht mit einem so alten Stadium wie in Fig. 4 zu thun haben, ist auch hier eine Theilung vermittels der Zellplatte vorauszusehen.

Solche vollständig ausgebildeten Zellplatten kommen indessen relativ selten vor. Das Gegentheil hiervon, d. h. Bilder, wo auch nicht die Spur einer Zellplatte vorhanden ist, lässt sich jedoch auch nicht allzuhäufig finden; am gewöhnlichsten sind Rudimente von einer Form wie in Fig. 9.

Die Zeit für das Auftreten der ersten Spur einer Zellplatte lässt sich nicht genau bestimmen. Zellplatten oder Rudimente derselben zeigen sich schon während des Verlaufs der ganzen Diasterphase. Am frühesten kommt von der Zellplatte die Spindelplatte zur Anlage. Oft sind die Tochterplatten kaum aus einander gewichen und schon zeigen sich zwischen ihnen die charakteristischen Verdickungen. Ein gutes Beispiel hierfür bietet Fig. 6 Taf. XX. Hier bilden indessen die einzelnen Elemente der Spindelplatte, die in diesem Falle besonders groß sind, noch keine kontinuirliche Reihe. Deutlich lassen sich zwischen den dunkel gefärbten Elementen derselben einzelne Lückenräume erkennen. Dieses Bild erlaubt uns zugleich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einen Einblick in die Entstehungsweise der Cytoplasmaplatte. Wir sehen an dem der Muttermembran nächst gelegenen Theil der Spindel, als Fortsetzung der Spindelplatte, einige Körnchen liegen, während die andere Seite noch völlig frei davon ist. Dieselben repräsentiren die erste Anlage der Cytoplasmaplatte. Noch deutlicher ist dies in Fig. 7 zu sehen. Auch hier zeigt sich erst an der einen Seite eine Körnchenreihe. Wir werden dabei an die Theilung mancher Pflanzenzellen erinnert, wo erst auf der einen Seite eine Ergänzungsplatte durch Vorbuchtung des Verbindungsfadenkomplexes zu Stande kommt, wonach sich dann die Fibrillen dort zurückziehen und ihre Materie zur Ausbauchung und Bildung der zweiten Plattenhälfte auf der anderen Seite hergeben. Indessen entsteht hier die Cytoplasmaplatte (resp. Ergänzungsplatte) aus äquatorialen Verdickungen von Fibrillen, was sich in unserem Falle nicht nachweisen lässt.

Bilder, wie sie die Fig. 6 und 7 Tafel XX darstellen, sind durchaus nicht selten. Niemals sah ich dagegen die Cytoplasmaplatte am Rand der Muttermembran beginnen. Immer war die Spindelplatte schon gebildet, ehe eine Spur der Cytoplasmaplatte auftrat. Stadien, wo nur die Spindelplatte angelegt ist, sind natürlich sehr häufig, da diese ja stets vor der Cytoplasmaplatte auftritt.

Manchmal ist es nicht ganz leicht festzustellen, ob eine im Äquator der Mutterzelle verlaufende Linie eine Zellplatte repräsentirt, oder ob dieselbe durch Aneinanderlagerung der Ränder zweier Schwesterzellen zu Stande kam. Oft erfolgt die Einschnürung einer Zelle, wie wir später sehen werden, in sehr spitzem Winkel und derart, dass sich die Theilungsränder sofort wieder berühren. Da hierbei zwei Grenzmembranen zu einer einzigen vereinigt scheinen, so hat letztere die doppelte Dicke der Membranen an anderen Stellen der Schwesterzellen und ist desshalb um so augenfälliger. Ein solches Bild kann für den flüchtigen Beschauer leicht eine Zellplatte darstellen, an deren Enden eine Einschnürung ansetzt. Lässt sich freilich die körnige Natur einer derartigen Linie nachweisen, oder erstreckt sie sich bis zu einem uneingeschnürten Zellrande, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass wir es mit einer echten Zellplatte bezw. einer aus ihr hervorgegangenen Membran zu thun haben. Im letzteren Falle handelte es sich dann um eine vollständige Zellplatte.

Wie schon erwähnt, können Zellplatten in allen nur denkbaren Abstufungen angelegt werden. Bald besteht eine Zellplatte nur aus wenigen Körnchen; dann wieder erstreckt sie sich bis zur Mitte des

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Raumes zwischen Spindel und Zellgrenze; oder sie kommt im günstigsten Fall vollständig zur Ausbildung. Wie weit ihr Längenwachsthum fortschreiten kann, hängt sehr davon ab, wann am Rand an der Äquatorialzone eine Einschnürung auftritt. Geschieht dies, ehe sie merklich ausgewachsen ist, so hat sie wohl nicht Zeit zur bedeutenden Entfaltung zu kommen. Eben so wie die Cytoplasmaplatte kann auch die Spindelplatte rudimentär sein. Auch hier haben wir alle nur denkbaren Übergänge von einem Rudiment, das nur aus einem bis zwei Körnchen besteht, bis zu einer vollständigen Spindelplatte, die sich durch den ganzen Faserkomplex erstreckt. Die eigentliche Spindelplatte entsteht, wie wir später noch sehen werden, aus den knötchenartigen Anschwellungen der Verbindungsfäden. Indem sich erstere immer mehr verdicken bis sie sich berühren und sodann mit einander verschmelzen, entsteht eine feste Platte, aus welcher im günstigsten Falle eine Membran hervorgehen kann. In einem Spindelplattenrudiment haben entweder nur wenige Fäden äquatoriale Verdickungen, oder der größte Theil derselben; dann jedoch von so geringen Dimensionen, dass sich die einzelnen Elemente niemals berühren und mit einander verschmelzen können, wofern sie nicht durch gewisse Umstände, die ich gleich erwähne, zusammengedrängt werden. Geschieht Letzteres, so ist in beiden Fällen der Effekt der, dass die Verbindungsfäden, oder ein Theil derselben, einen Doppelconus darstellen, dessen Spitze in das Plattenrudiment ausläuft. Wir haben es sodann mit einem Flemming-schen Körper zu thun.

»Der Flemming'sche Körper ist sonach nichts weiter als eine sehr rudimentäre Spindelplatte.« Fig. 12 Taf. XX zeigt uns einen solchen Flemming'schen Zwischenkörper, der aus drei Körnern besteht. In Fig. 9 sind die einzelnen Elemente zu einem Ganzen verschmolzen, eben so in Fig. 13 und 14. Mag auch die Verschmelzung dieser Elemente manchmal durch Wachsthumsbewegungen der Spindel in der Diasterphase zu Stande kommen, so dass man in einer noch nicht, oder doch nur wenig eingeschnürten Zelle bereits die beiden charakteristischen Doppelkegel bemerkt, so findet doch die Vereinigung der Zellplattenelemente in weitaus den meisten Fällen auf ganz andere Weise statt. Erfolgt nach Anlage letzterer eine sich im scharfen Winkel vollziehende Einschnürung, so werden die Spindelfasern eine Zeit lang seitlich geschoben. Ihre äquatorialen Anschwellungen kommen hierdurch mit einander in Berührung und verschmelzen zu einem einheitlichen Gebilde. Ist die Einschnü-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

rung einseitig, wie dies sehr oft der Fall ist, so wird manchmal die Spitze des Doppelkegels bis an die Mutterzellenmembran geführt. Andernfalls wieder, wenn die Einschnürung rings um die Äquatorialzone erfolgt, können die Verbindungsfäden von allen Seiten zusammengepresst und so zur Verschmelzung ihrer Elemente gebracht werden; dann bilden die beiden Achsen der Kegel annähernd eine Gerade (Fig. 9; auch Fig. 12 Taf. XX hätte bei weiterer Einschnürung ein solches Bild abgegeben). In Fig. 13 verläuft die Theilungsfurche rings um die ganze Mutterzelle. Man sieht, dass bereits die untere Einschnürung bis zur Spindel fortgeschritten war und letztere in der Richtung der Stützlamelle getrieben hatte, als die obere Einschnürung erst die Verbindungsfäden erreichte.

Für das Auftreten des Flemming'schen Zwischenkörpers gilt dasselbe, was ich bereits für die Spindelplatte erwähnt habe. Sobald die Tochterplatten einen größeren Raum zwischen sich lassen, erkennt man vielfach schon einzelne Körnchen, die dann stets im Äquator der Figur in eine Reihe angeordnet sind. Was nun die Entstehung der Spindelplatte bezw. des Flemming'schen Körpers anbelangt, so glaube ich bestimmt, dass sie beide auf dieselbe Weise wie bei Limax, Lachs und Forelle zu Stande kommen; nämlich, wie ich schon erwähnte, durch Knötchenbildung der Verbindungsfäden im Äquator. Die Kleinheit der Objekte lässt hier keine nähere Untersuchung zu. Bilder wie Fig. 12, Taf. XX sind indessen häufig. Wir sehen hier drei körnchenartige Gebilde, ein mittleres, dunkler gefärbtes und je zu beiden Seiten ein schwächer gefärbtes. Von einem jeden dieser Körnchen geht ein Büschel Strahlen nach den beiden Tochterplatten. Das weist darauf hin, dass wahrscheinlich jedes derselben durch Verschmelzung mehrerer kleinerer Verdickungen entstanden ist. Die Einschnürung ist von beiden Seiten erfolgt, aber noch nicht vollendet. Das Resultat derselben wäre, wie ich schon erwähnte, die Vereinigung der drei Körner zu einem Flemming'schen Körper gewesen — etwa wie in Fig. 9.

Ich möchte an dieser Stelle noch nicht näher auf die Untersuchung v. Kostanecki's eingehen, der die Zwischenkörper aus Mikrosomen ableitet, die in der Diasterphase an den Centralspindelfäden entlang wandern. Vorläufig verweise ich nur auf Fig. 15 zum Zeichen, dass auch mir solche Bilder begegnet sind. Ich bemerke indessen schon jetzt, dass ich einen mikrosomalen Bau der Verbindungsfäden als eine für die Bildung des Flemming'schen Körperchens gar nicht in Betracht kommende Erscheinung ansehe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auf noch eine andere, als die eben geschilderte Weise kann ein Flemming'sches Körperchen (hier eigentlich ein Pseudo-Flemming-sches Körperchen) zu Stande kommen. In Fig. 16 sehen wir diesen Modus angedeutet. Es hat sich eine ziemlich vollständige Zellplatte ausgebildet. Die Spindelplatte scheint indessen nicht komplet gewesen zu sein, da sich die Verbindungsfäden in Gestalt zweier abgestumpfter Kegel darstellen. Rechts hat sich die Cytoplasmaplatte bis zur Spindelplatte gespalten. Auf der linken Seite geht die Einschnürung ohnedies bis beinahe dicht an die Spindel heran. Beachtet man nun nicht die feinen Theilstückchen am rechten inneren Rand der beiden Schwesterzellen, so glaubt man ein Flemming'sches Körperchen vor sich zu haben. Dieser Vorgang stellt zugleich einen Theilungsmodus der mit Zellplatten bezw. deren Rudimenten versehenen Obeliazellen dar. Hat eine Zelle eine gut ausgebildete Zellplatte, so theilt sie sich durch Spaltung letzterer. Bei kleinen Zellplattenrudimenten (Flemming'scher Körper) erfolgt die Zelltheilung wie bei gewöhnlichen Zellen durch Einschnürung. Der Flemming'sche Körper hat hierbei keinerlei Funktion; nicht einmal zur Erleichterung der Zelltheilung trägt er bei, sondern bewirkt eher im Gegentheil eine Verzögerung dieses Vorgangs, indem seine derbe Masse sich der Theilung widersetzt. Entweder wird er schließlich doch getheilt, oder er verharrt lange noch, nachdem sich die Kerne der beiden Tochterzellen bereits regenerirt haben, als funktionsloses Gebilde an der Theilungsmembran; oft inmitten eines Restes der Verbindungsfäden bis er allmählich verblasst und vom Gewebe resorbirt wird. In Fig. 14 hat sich bereits die ganze Centralspindel von oben her zurückgebildet. Das Chromatin der Tochterplatten ist schon in das Knäuelstadium übergegangen. Rings um dasselbe hat sich ein weißer vom Protoplasma scharf abgegrenzter Hof gebildet. Von dem länglichen Zwischenkörper strahlen noch einige kurze Fibrillen — die letzten Reste der Verbindungsfäden — in den Raum. In Fig. 17 sehen wir einen ähnlichen Vorgang. Auch hier haben sich schon die Tochterplatten zu einem Knäuel umgebildet und sich deutlich mit einer Kernmembran umgeben. Die Theilungszellen sind aus einander gewichen und haben einen breiten Intercellularraum freigelassen. Jede der Zellen hat eine stumpfe Spitze, an welcher sich ein Theilstück des Zwischenkörpers befindet. In der rechten Zelle liegt der Kern ganz am Rande, so, dass er in unmittelbarer Berührung mit dem betreffenden Theilstück steht. Beide Hälften stehen durch einen Faden mit einander in Verbindung. Wahrscheinlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wurden die beiden Zellen, nach der Theilung des Zellleibes, durch irgend eine äußere Druckwirkung aus einander gerissen. Hierbei zog sich die mittlere Partie des Zwischenkörpers in einen Faden aus. Dieses Bild bietet einen neuen Beleg für den Widerstand, den der Flemming'sche Körper der Zelltheilung entgegensetzt, sowie für seine zähe Konsistenz.

Oft findet man auf einem großen Komplex ruhender Obeliazellen, auf, oder in der Nähe der Membran kleine dunkel gefärbte Körperchen liegen, welche wahrscheinlich die letzten Reste der Flemming-schen Zwischenkörper repräsentiren, die hier, wie es schon Flemming angedeutet hat, allmählich zurückgebildet werden. Sind die Zellen jedoch nicht noch durch einige Spindelfäden mit einander verbunden, so lässt sich nicht scharf beweisen, ob man es mit Zwischenkörpern oder mit irgend welchen dort zufällig liegenden Partikelchen zu thun hat; die Färbung bietet eben in keinerlei Hinsicht ein genügendes Kriterium zur Erkennung dieser Thatsache.

Für jedes der angeführten Stadien könnte ich zahlreiche Bilder geben; doch beschränke ich mich auf diese geringe Auswahl, da die erwähnten Verhältnisse bei Limax und den Knochenfischen weit deutlicher als bei Obelia zum Ausdruck kommen.

Zellplatten bei Limax maximus.

War Obelia wegen der Kleinheit ihrer Zellen ein für das Studium der Zellplatten ziemlich ungeeignetes Objekt, so leisten die Limaxzellen in dieser Beziehung Vorzügliches. Sie sind zwar nicht übermäßig umfangreich (die Bilder sind bei verschiedener Vergrößerung entworfen), doch zeichnen sich die Theilungsfiguren durch große Klarheit und die Zellplattenelemente durch außerordentliche Stärke aus. Während bei Obelia die Theilung ohne Zellplatten (wenngleich auch mit einem Zwischenkörper, der indessen keinen Antheil an diesem Vorgang nimmt) die Regel bildet, so sind bei Limax Theilungsfiguren ohne, wenn auch kleine Zellplatten nicht sehr häufig, doch fällt es immerhin nicht schwer, Bilder wie Fig. 19 aufzufinden. Dass hier nicht noch nachträglich eine Zellplattenbildung aufgetreten wäre, wenn der Theilungsvorgang seinen weiteren Verlauf genommen hätte, leuchtet ein. Die Einschnürung der Mutterzelle ist beiderseits schon sehr weit fortgeschritten, so, dass nur eine relativ schmale Protoplasmabrücke übrig bleibt. Die Chromosome sind zum Theil noch zu erkennen, haben jedoch schon keine scharfe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Grenze mehr und beginnen mit einander zu verschmelzen. Die Verbindungsfäden kennzeichnen sich als ein verwaschenes Band, in dem sich noch hier und da eine Fibrille unterscheiden lässt.

Obgleich Zellplatten von ziemlicher Ausdehnung bei Limax eine gewöhnliche Erscheinung sind, so geschieht doch ihre Anlage kaum jemals ohne Zuhilfenahme einer, wenn auch geringen Einschnürung. Ich will damit nicht sagen, dass nicht auch Bilder mit kompletter Zellplatte aufzufinden seien; indessen müssen dieselben sehr selten sein, da ich nur ausnahmsweise solche antraf. Wie bei Obelia findet man auch bei Limax alle Übergangsstadien vom kleinsten Flemming'schen Körper, bis zur fast vollkommenen Zellplatte. Hier lässt sich in der That ein bei einem gewissen Gewebe konstantes Auftreten eines bestimmten Zellplattenrudiments, nämlich des Zwischenkörpers, nachweisen; doch davon später. Die gewöhnliche Form, wie sich bei Limax die Zellplatte präsentirt, ist in Fig. 21 gegeben. Noch auffälliger als bei Obelia tritt uns hier die bedeutende Größendifferenz zwischen den Elementen der Spindelplatte und denjenigen der Cytoplasmaplatte entgegen. Die Spindel ist noch im Diasterstadium, obgleich die Chromosome schon Anstalt machen in eine einheitliche Masse zusammenzubacken. Die Elemente der Spindelplatte sind bereits mit einander verschmolzen, doch erkennt man noch deutlich ihre körnige Natur; eben so ist dies bei der Cytoplasmaplatte der Fall, die sich indessen nur nach der einen Seite zu erstreckt. Bei genauem Zusehen hat man jedoch den Eindruck, dass sie sich auf der der Spindel am meisten genäherten Seite gespalten hat. Die beiden Spindeltheile sind hier gegen die Theilungsebene in einem stumpfen Winkel geneigt. Dies lässt sich auf zweierlei Weise erklären. Entweder haben die Tochterplatten eine seitliche Schwenkung gemacht, während der mittlere Theil der Spindel an Ort und Stelle geblieben ist; etwa weil zu jener Zeit Spindel und Cytoplasmaplatte bereits angelegt und in der Zelle in gewisser Weise fixirt waren, oder — und das ist das Wahrscheinlichste — weil die Verbindungsfäden ein nachträgliches Längenwachsthum erhielten, so dass sie sich, weil die Tochterplatten ihnen Widerstand entgegensetzten, seitlich ausbuchten mussten. Diese Erscheinung ist ja vielfach beobachtet worden, so sucht z. B. Drüner durch die Stemmwirkung der auswachsenden Verbindungsfäden das Auseinanderweichen der Tochterzellen herzuleiten.

Auch Carnoy hat dieser Erscheinung seine Aufmerksamkeit geschenkt; in Fig. 44 Tafel II seiner »Cytodiérèse chez les Arthro-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

podes« giebt er die Abbildung einer Theilungsfigur, wo das Längenwachsthum der Verbindungsfäden so ungeheuer ist, dass die Centralspindel einen vollständigen Ring beschreibt. Etwa in der Hälfte der Spindel sind die Fibrillen zu einer Spindelplatte verdickt. Für die Vermuthung, dass wir es in Fig. 21 Taf. XX mit einem etwaigen Längenwachsthum der Verbindungsfäden zu thun haben, spricht auch die Lage der Halbspindeln. Ihre einzelnen Elemente sind zwar schon ziemlich verschwommen geworden, doch kann man noch deutlich die Kegel erkennen, deren Achsen etwa senkrecht zu der Zellplatte stehen.

Fast immer setzt das spitze Ende der Einschnürung direkt auf das Ende der Zellplatte an, so dass bei einer Theilung letzterer die beiden Theilplatten in den freien Rand der Mutterzelle übergehen. Anders freilich ist es, wenn sich zwei Zellplatten wie in Fig. 22 Taf. XX gebildet haben. Eine solche Erscheinung ist als Missbildung anzusehen. Ich habe sie nichtsdestoweniger zwei bis dreimal beobachtet. Die Einschnürung scheint dann zu zögern; es sieht aus, als sei sie unschlüssig, an welcher Zellplatte sie zuerst ansetzen solle. Die ganze Zelle hat sich biskuitförmig verengt; aber schon ist eine Andeutung dafür vorhanden, wie eine Trennung der Tochterzellen zu Stande kommen wird. Zwischen den beiden halbkreisförmigen Zellplatten ist das Protoplasma bereits heller geworden und nur gegen die Ecken des trapezförmigen Zwischenraumes zu finden sich noch größere körnige Ansammlungen. Wahrscheinlich wäre später eine, dem bei der Zellplattenbifurkation entstehenden Vorgang analoge Erscheinung eingetreten. Das Protoplasma zwischen den beiden Zellplatten wäre degenerirt und hätte zwei Tochterzellen frei gelassen, deren inneren Rand die Zellplatten gebildet hätten.

Auch bei Limax ist das Auftreten einer Cytoplasmaplatte streng an das Vorhandensein einer Spindelplatte gebunden. Nur beobachtete ich hier öfters, dass die Spindelplatte, trotz einer wohl ausgebildeten Cytoplasmaplatte eine sehr geringe seitliche Ausdehnung besaß, wie dies Fig. 23 u. 24 Taf. XX zeigen; vielleicht ist auch Fig. 25 hierher zu rechnen. Betrachten wir zuerst Fig. 23. Wir haben es mit einem sehr späten Stadium zu thun. Die Kerne sind schon fast vollständig regenerirt; es haben sich sogar schon Nucleolen gebildet. Es ist eine eigenthümliche Erscheinung der Zellen von Limax, dass sich oft schon, noch ehe die Chromatinschleifen ganz zerfallen sind, Nucleolen regenerirt haben, die dann immer von einem hellen Hofe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

umgeben sind. Die Halbspindeln sind bereits vollständig zerfallen und nur noch als dunkle Schatten angedeutet. Hingegen sind die Verbindungsfäden noch ziemlich gut erhalten. Die Cytoplasmaplatte stellt eine kompakte, körnige Linie dar, die Spindelplatte hingegen ein im Schnitt längliches Gebilde von bedeutender Höhe. Von ihr aus strahlen die Spindelfibrillen in Gestalt zweier Kegel nach den Kernen. Wie konnte sich nun dieser Doppelkonus ausbilden, da doch eine Cytoplasmaplatte vorhanden ist, die eine Zusammenfassung der Verbindungsfäden durch eine Zelleinschnürung ausschließt? Ich muss gestehen, dass mir dieser Vorgang nicht recht klar ist. Es hat zwar den Anschein, als hätte die Cytoplasmaplatte auf die Verbindungsfäden in ihrem ganzen Umkreise einen Druck ausgeübt, so dass die einzelnen Elemente mit einander verschmolzen wären, eben so in Fig. 24 u. 25; wie jedoch dieser Druck von der Cytoplasmaplatte auf die Spindelplatte ausgeübt werden konnte, weiß ich mir leider nicht zu erklären. Da der Flemming'sche Körper ja nichts weiter ist, als eine rudimentäre Spindelplatte, so haben wir in den erwähnten Fällen so zu sagen die Kombination eines Zwischenkörpers mit einer Cytoplasmaplatte.

Was nun die Entstehung der Spindelplatte anbelangt, so bin ich in der Lage, nähere Auskunft darüber geben zu können. Zu diesbezüglichen Studien eignen sich vor Allem die rudimentären Platten. Hier sind die Elemente nicht so dicht gelagert, wie bei einer vollständigen Spindelplatte und erlauben desshalb eher einen Einblick in ihre Bildungsweise. So gelang es mir festzustellen, dass die Spindelplatte durch Verschmelzung knötchenartiger Differenzirungen im Äquator der Verbindungsfäden zu Stande kommt, zum Unterschied von der Cytoplasmaplatte, deren Elemente frei im Protoplasma entstehen; somit haben wir hier genau denselben Vorgang wie bei den Pflanzenzellen. Strasburger hat beobachtet, dass namentlich dort die Anschwellungen der Verbindungsfäden bedeutendere Dimensionen erlangen, wo letztere durch größere Zwischenräume von einander getrennt werden. Die Dermatosomen verdicken sich hier so lange, bis sie sich berühren und mit einander verschmelzen können. Auf genau dieselbe Ursache sind wohl auch die bedeutenden Verdickungen zurückzuführen, die man manchmal in Verbindungsfäden von Limaxzellen während des Diasterstadiums beobachten kann. Oft treten nur ganz wenige (drei bis sechs) solcher Verdickungen auf (Fig. 27, Fig. 28, Fig. 18, Fig. 29, Taf. XX), dann ist freilich jede Verdickung umsonst, da die Knötchen zu weit von einander entfernt sind, um

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich erreichen zu können[1]. Diese Anschwellungen besitzen Anfangs spindelförmige Gestalt und haben dasselbe geringe Färbungsvermögen wie das Achromatin der Verbindungsfäden; erst später nehmen sie die Färbbarkeit einer gewöhnlichen Zellplatte an. (Auch hier haben wir also eine Übereinstimmung mit den pflanzlichen Vorgängen.) Niemals sah ich bei Limax der Knötchenbildung ein Stadium vorausgehen, wo sich die Fibrillen durch mikrosomalen Bau auszeichneten. Kommen die Knötchen wegen zu geringer Zahl und zu weiter Entfernung von einander nicht zur Verschmelzung, so können sie in diesem Zustande ungewöhnlich lange Zeit persistiren, wie z. B. in Fig. 28. In manchen Fällen erfolgt die Vereinigung dieser Gebilde doch noch und dann regelmäßig durch eine scharfe Einschnürung, welche die Fibrillen vor sich her treibt; das Resultat ist dann ein kleiner Flemming'scher Körper. Dieser Vorgang lässt sich deutlich aus Fig. 18 Taf. XX ersehen[2], wo drei spindelförmige Körperchen durch eine solche Theilfurche zur Vereinigung gebracht werden. Eben so blass, wie in Fig. 18, sind die Knötchen auch in Fig. 29, wo zwar die Einschnürung rings um die Zelle schon weit fortgeschritten, die Spindel aber selbst noch intakt ist. Auf einer späteren Entwicklungsstufe färben sich die Körperchen schon intensiver; auch nehmen sie dann eine mehr rundliche Gestalt an. Freilich giebt es auch Fälle, in denen die Spindelform bis zur Zelltrennung beibehalten wird. In Fig. 27 u. 28 haben die Spindelverdickungen dieselbe Färbbarkeit wie die Zellplatte.

Leider sah ich nicht, ob die chemische Umwandlung der Spindelplattenelemente wie bei den Pflanzen durch Imbibition mit irgend einer Substanz hervorgerufen wird, die sich in jener Zeit in der Gegend ersterer ansammelt oder auf irgend eine andere Weise. In Fig. 25 Taf. XX sind die spindelartigen Verdickungen der Verbindungsfäden mit einander verschmolzen, ohne vorher in runde Körnchen überzugehen.

Die interessantesten Bilder sind zweifellos Fig. 27 und 28, Taf. XX. In Fig. 27[3] ist eine Cytoplasmaplatte angelegt, deren Elemente sich

[1] Indessen können sie später noch durch die Einschnürungsfurche zur Vereinigung gebracht werden, wenn dieselbe die Spindelfibrillen vor sich hertreibt — vorausgesetzt, dass die Verdickungen noch nicht erhärtet sind.

[2] Hier haben wir auch ein typisches Beispiel für den schon oben erwähnten Fall, dass die Ränder einer scharfen Einschnürung durch ihre Aufeinanderlagerung eine Zellplatte vortäuschen können.

[3] Diese Verhältnisse treten hier leider lange nicht mit der Schärfe der Originalzeichnung hervor.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zwischen die spindelartigen Verdickungen der Verbindungsfäden einschieben. An ihren äußeren Rand setzt sich direkt die Einschnürung an. Die Zelle ist zwar sehr dunkel gefärbt und ganz von einem körnigen Protoplasma erfüllt, die Mittelzone — worauf es hier ja allein ankommt — ist jedoch gerade hell, so dass man die Details ausgezeichnet erkennen kann. In Fig. 28 ist die Cytoplasmaplatte aus einander gesprengt worden. Die Verbindungsfäden blieben hierbei unverletzt, da ihre Verdickungen noch nicht zu einer Platte verschmolzen waren, als die Theilung des Zellleibes schon begonnen hatte. Sie haben sich also verhalten wie undifferenzirte Fibrillen. Oft sieht man ja, dass, obgleich zwei Schwesterzellen schon weit aus einander gerückt sind, sie dennoch noch durch den Rest der Centralspindel mit einander in Verbindung stehen. Auch Fig. 26 kann für das zuletzt Erwähnte als Beleg dienen.

Hatte nun die Zellplatte in ihrer zweifachen Form bei den Thieren ehemals eine funktionelle Bedeutung, so bestand die Aufgabe der Cytoplasmaplatte unzweifelhaft darin, den Zellleib, diejenige der Spindelplatte, die Verbindungsfäden zu theilen[1].

Es ist hier darauf hinzuweisen, dass schon v. Kostanecki eine ähnliche Vermuthung, jedoch in Bezug auf die Pflanzenzelle ausgesprochen hat.

Er sagt: »Wenn ich aber trotzdem behaupte, dass die Homologie (nämlich des Flemming'schen Körpers) mit den Vorgängen bei Pflanzenzellen wirklich vorhanden sei, so geschieht dies aus dem Grunde, weil ich mich der Vermuthung nicht erwehren kann, ob nicht in pflanzlichen Zellen zwei parallel neben einander verlaufende Processe zu einem zusammengefasst worden sind, nämlich eine äquatoriale Differenzirung der Centralspindelfasern zum Zwecke ihrer Halbirung und eine eigentliche Zellplattenbildung zum Zwecke der Scheidewandbildung, die bei thierischen Zellen gar nicht vertreten ist, wodurch der erste desto deutlicher und unverhüllter zu Tage tritt.«

Letzteres gilt jedoch nur im Allgemeinen; da ja, wie ich schon im historischen Theil erwähnt habe, Carnoy und andere Autoren genügend Fälle anführen, wo gelegentlich aus Zellplatten im Thierreich

---

[1] Es ist sehr leicht möglich, dass auch heute noch thierische Gewebe existiren, bei denen die Zelltheilung stets mit Hilfe vollständiger Zellplatten von zweifacher Konstitution und durch den oben erwähnten Theilungsmodus von statten geht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

regelrechte Theilungsmembranen hervorgehen. Auch die vorliegenden Blätter bieten ja Beispiele hierfür[1].

Wurde nun auch, so viel ich weiß, bis jetzt noch nicht bei Pflanzenzellen auf den Zweck einer zweifachen Differenzirung der Zellplatte hingewiesen, so ist ihre doppelte Konstitution doch schon lange von Strasburger erkannt worden. Die Spindelplatte der Pflanzen entsteht durch Verdickungen der primären Verbindungsfäden; die Cytoplasmaplatte aus den sekundären Verbindungsfäden, die innerhalb ersterer und vom Rande derselben fortwachsend eingeschaltet werden. Die sekundären Verbindungsfäden brauchen indessen nicht einmal die Größe der primären Verbindungsfäden zu besitzen; im extremen Falle sind sie sogar auf die geringe Länge der Dermatosomen reducirt.

Etwa ein Dutzend Mal beobachtete ich bei Limax die Bifurkation der Zellplatte. In Fig. 24 und 25 Taf. XX gebe ich hiervon zwei Bilder; sie stellen etwa gleiche Stadien dar. Nur ist es in Fig. 25 nicht zur Bildung einer typischen Spindelplatte gekommen. Die Verdickungen der Verbindungsfäden haben noch spindelförmige Gestalt und sind nicht vollständig mit einander verschmolzen. Hingegen haben die in Bifurkation befindlichen Cytoplasmaplatten ein fast homogenes Aussehen. Die Verbindungsfibrillen sind bereits im Begriff zu verschwinden. Zum Theil haben sie sich von den Kernen losgelöst, welche letzteren schon fast vollständig regenerirt sind. Jeder Kern zeichnet sich durch einen dunkel gefärbten Nucleolus mit hellem Hofe aus. Die Trennung der Zellen wird hier wohl auf

[1] Neuerdings hat v. Kostanecki eine Arbeit publicirt, welche hier erörtert werden müsste, die ich indessen nicht berücksichtigen konnte, da sie erst erschien, nachdem die vorliegenden Untersuchungen schon niedergeschrieben waren (siehe Nachtrag). Er beschreibt hierin die Zellplatten in sich furchenden Ascariseiern und giebt zugleich eine höchst geistvolle Theorie ihrer Entstehung. Ich bin darüber etwas im Zweifel, ob diese Differenzirungsschichten dem zu vergleichen sind, was Carnoy bei den Arthropoden und ich als Cytoplasmaplatten beschrieben haben, da trotz Allem ein Flemming'scher Körper vorhanden ist, dessen Auftreten zeitlich in keiner Weise an das erwähnte Gebilde gebunden zu sein scheint. Ich habe übrigens diese äquatoriale Differenzirungsschichten auch in den Blastomeren sich furchender Seeigeleier gesehen. Möglichenfalls ist der Theilungsmodus durch sie der einzige bei allen Furchungszellen; alsdann wird er von den späteren Zellen jedoch nicht mehr beibehalten, denn nun spielt die Einschnürung bei der Theilung die Hauptrolle. — Ist dies in der That der Fall, so wäre es möglich, dass die einzelnen Zellgenerationen vom Ei aufwärts bis zum ausgebildeten Thier eine mehr oder weniger vollständige Geschichte der Rückbildung der Zellplatte darstellten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dieselbe Weise von statten gehen, wie CARNOY sie für die Arthropodenzellen mit Bifurkation beschrieben hat:

Das außerhalb der Bifurkationsränder liegende Protoplasma wird degeneriren, die Zellplatte sich aber spalten. Von einem Einreißen der Muttermembran ist hier keine Rede. Wir haben es bei den Limaxzellen nicht mit wirklichen Membranen, sondern höchstens mit einer etwas festeren Grenzschicht zu thun.

Eine häufige Erscheinung in den Limaxzellen ist der FLEMMING'sche Körper. Er tritt fast immer in sehr späten Stadien auf; da die wenigen, öfters weit aus einander liegenden Körnchen der Verbindungsfäden vorher durch die Einschnürung zusammengedrängt werden müssen[1]. Es lassen sich hierbei, wie bei Obelia, alle nur erdenklichen Abstufungen in Bezug auf Höhe und Breite des Körpers finden. Öfters bildet er eine Walze, die mit ihrer Längsrichtung etwa senkrecht zur Richtung der Theilungsebene steht. — In diesem Falle kommen nur wenige, längliche Anschwellungen der Fibrillen zur Verschmelzung (Fig. 23, Taf. XX); oder er bildet eine Walze, deren Höhe geringer ist als ihr Durchmesser (Fig. 31, Taf. XX, Fig. 36, 37, Taf. XXI); oder endlich, er ist sehr klein und unregelmäßig und wurde dann nur aus wenigen geringen Anschwellungen gebildet. Stets konvergiren nach ihm die doppelkegelartig angeordneten Verbindungsfäden. In Fig. 36 besitzt der Zwischenkörper die Form einer dicken Platte. Die Einschnürung der Mutterzelle verläuft in zwei weiten flachen Bogen, die auch in diesem fortgeschrittenen Stadium nicht direkt an den Fadenkomplex ansetzen. Wahrscheinlich kam die Verschmelzung der Knötchen dadurch zu Stande, dass die Einschnürung das Zellplasma vor sich hertrieb, welches die Fibrillen gegen einander schob. Letztere zeigen die Tendenz auch dort, wo keine Anschwellung vorhanden ist, in einander zu fließen. Zu beiden Seiten des Zwischenkörpers lagern sich schon zwei umfangreiche Massen, die durch Verschmelzung der unteren Theile der Verbindungsfäden gebildet wurden. Solcher Herkunft sind wohl auch die rundlichen Körper, die manchmal in der Centralspindel gegen das Ende der Diasterphasen auftauchen (man vergleiche LUSTIG und GALEOTTI, Taf. XI, Fig. 19, sowie PRENANT, Fig. 25).

Am häufigsten tritt der FLEMMING'sche Körper wohl bei Mesenchymzellen auf. Indessen finden sich auch hier oft gut ausgebildete

[1] Ich spreche hier natürlich von echten FLEMMING'schen Körpern, wo selbst nicht das Rudiment einer Cytoplasmaplatte nachzuweisen ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Cytoplasmaplatten. Es mag sein, dass sich der Zwischenkörper in den anderen Geweben nicht weniger oft ausbildet; in den Mesenchymzellen bleibt er indessen schon desshalb länger sichtbar, weil sich hier die Zellen durch ganz flache Einschnürungen theilen und lange Zeit, manche wohl immer, auf diese Weise mit einander in Verbindung bleiben.

So findet man denn häufig Bilder wie Fig. 35, Taf. XX. Hier stehen zwei ruhende Zellen, zweifellos Schwesterzellen, durch eine Protoplasmabrücke mit einander in Verbindung. In der Mitte letzterer liegt in einem kleinen Spindelrest ein Flemming'sches Körperchen.

Fig. 37, Taf. XXI zeigt ein ähnliches Bild, ebenfalls bei zwei Mesenchymzellen, nur haben sich hier die Kerne noch nicht vollständig regenerirt. Nicht immer braucht sich indessen eine Mesenchymzelle bei der Theilung in der Äquatorialzone zu einer langen dünnen Protoplasmabrücke auszuziehen. Dies ersieht man aus Fig. 31 und 34, Taf. XX. Hier erfolgt dann eine Trennung der Zellen, falls sich der Zwischenkörper spaltet; dass die Vereinigung zwei solcher Zellen aber recht lange anhalten kann, zeigt die vollständig ruhende Form derselben.

Fragt man sich nun, ob die Zellplatten (bezw. deren Rudimente) bei Limax irgend eine funktionelle Bedeutung haben, so kann man darauf mit ja und nein antworten. Versteht man unter der funktionellen Bedeutung der Zellplatten eine sich stets gleich bleibende für irgend einen Vorgang bedeutungsvolle Wirkung derselben, so kann man wohl die Frage mit nein beantworten. Das äußerst variable Auftreten dieses Gebildes, sowie die Thatsache, dass geringfügige äußere Momente seine Ausbildung außerordentlich beeinflussen können, lassen diese Annahme ja von vorn herein ausgeschlossen sein. Die Auffassung v. Kostanecki's der funktionellen Bedeutung des Zwischenkörpers für einzelne Objekte scheint mir desshalb schon aus diesem Grunde nicht richtig zu sein. Ich werde auf diesen Punkt später ausführlich zurückzukommen haben. Versteht man jedoch unter funktioneller Bedeutung der Zellplattenrudimente die Verrichtung einer Aufgabe im gegebenen einzelnen Falle, so kann man den letzteren häufig dieselbe nicht absprechen. Wir wollen zunächst nachsehen, was denn schließlich aus den größeren Zellplattenrudimenten wird.

Fig. 38 zeigt zwei Schwesterzellen, die sich eben von einander abgeschnürt haben. Seitlich von den Kernanlagen liegt je ein Theilstück der gespaltenen Zellplatte, deren Elemente trotzdem noch nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit einander verschmolzen sind. Die Einschnürungslinien setzen beiderseits direkt an die Theilränder der Zellplatte an. Seltsam erscheint es, dass die fast vollständig regenerirten Kerne in gar keiner Beziehung zu dem Spindelrest zu stehen scheinen. Mögen dieselben auch nach ihrer Neubildung aus den Tochterplatten eine Umlagerung erfahren haben, so können sie doch nicht vorher oberhalb der Spindelplatte gelegen haben, da hierzu der Raum gemangelt hätte. Wahrscheinlich wirkten bei der Verlagerung der Spindelplatte an den Rand der Zelle zwei Faktoren zusammen. Einmal ein übermäßiges Auswachsen der Verbindungsfäden während der Diasterphase, sodann eine Verschiebung letzterer durch die im Anfang einseitig auftretende Einschnürungsrinne.

Hier muss der Zellplatte eine gewisse funktionelle Bedeutung zugeschrieben werden, indem ihre Spaltung zugleich auch eine Durchtrennung des Spindelrestes bewirkte. Dass die Verbindungsfäden sich oft der Zelltheilung hindernd in den Weg stellen, so dass ihre Fibrillen, lange nachdem der Leib der beiden Tochterzellen bereits von einander getrennt ist, dieselben noch an einander fesseln, kann man gar häufig beobachten. Auch Fig. 28, Taf. XX kann hierfür als Beleg dienen. Als Theilungsmembran hat das kleine Stück Zellplatte wohl keine Bedeutung[1]. Von einer Membran im Sinne wie bei den Pflanzen oder den Tentakelentodermzellen der Hydroiden lässt sich ja bei Limax überhaupt nicht sprechen. Auf einige Ausnahmen komme ich nachher zurück. In Fällen, wie den vorgeführten, werden die Elemente der Zellplatte später resorbirt, ohne vorher zu einem Ganzen zu verschmelzen. Dies geschieht oft sehr rasch, so dass man zwischen zwei klaffenden Zellen, die zweifellos durch Aufspringen einer Zellplatte getheilt wurden, nur dort, wo sie noch mit einander in Verbindung stehen, und in ihrer nächsten Nähe, einen Rest der letzteren erkennen kann. Wahrscheinlich verhält es sich ähnlich in Fig. 39, Taf. XXI. Vielfach mögen desshalb auch Bilder vorgetäuscht werden, wo anscheinend eine Theilung durch Kombination einer Einschnürung mit einer Zellplatte von statten geht, wo aber in der That eine vollständige Zellplatte angelegt wurde.

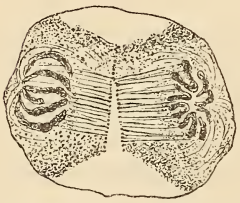
Auch mögen Spindelplatten vielfach nur desshalb häufiger als ihre Kombinationen mit Cytoplasmaplatten auftreten, weil die be-

[1] Abgesehen davon, dass eine Spindelplatte erst in zweiter Linie als Vorbildnerin einer Theilungsmembran in Betracht kommt. — Ihre vornehmliche Funktion besteht ja, wie ich oben erwähnte, in der Durchtrennung der Verbindungsfäden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

deutendere Größe ihrer Elemente zugleich ein langsameres Verschwinden bedingen. Thatsache bleibt es indessen, dass sich die Zellplatte nur in den wenigsten Fällen in eine Membran umwandelt. Meist theilt sie sich noch ehe ihre einzelnen Elemente zu einer homogenen Masse verschmolzen sind. Oft besitzen sogar nicht einmal alle Fibrillen Verdickungen, oder wie soll man sonst Fig. 26, Taf. XX verstehen?

Hier ist eine nahezu vollständige Zellplatte angelegt worden. Leider ist die obere Zelle nicht ganz auf dem Schnitte vorhanden. Die beiden Plattenhälften klaffen weit aus einander; zwischen sie setzt sich jedoch ein Theil der Fasern fort. Ob hier ausnahmsweise keine Spindelplatte angelegt wurde, wage ich nicht zu entscheiden; sollte es jedoch der Fall sein, so spräche dies sehr für die Funktionen, welche ich den beiden Konstituenten der Zellplatte zuschreibe. Das Bild entspricht etwa der Fig. 33, Taf. II in Carnoy's Arbeit »La Cytodiérèse chez les Arthropodes«. Die Figur ist in so fern der meinigen nicht ganz ähnlich, als sich zu beiden Seiten der Tochterzellen große Vacuolen befinden. Carnoy sagt hierbei zur Erklärung Folgendes:



Textfig. 6 (nach Carnoy).

»Pour nous, nous les (les figures) considérons comme l'expression d'un processus normal dont la turgescence serait le principal facteur. Il est à remarquer, en effet que nous n'avons observé ces sortes de clivages que dans les cellules gorgées d'eau et creusées de grandes vacuoles.«

Dies ist nun für die Limaxzellen durchaus nicht allgemein gültig. Dass eine größere Turgescenz das Aufspringen der Zellplatten begünstigt, steht für mich ebenfalls fest. Vacuolisirte und stark mit Flüssigkeit durchtränkte Zellen sind auch bei Limax keine Seltenheit; indessen lassen doch die meisten Zellen mit gespaltenen Zellplatten gar nichts von diesen Verhältnissen erkennen. Zufällig gehört gerade das eben citirte schöne Beispiel (Fig. 26) zu diesen von Carnoy erwähnten Zellen. Die obere Theilzelle scheint nämlich an ihrem äußeren Abschnitt ziemlich von Flüssigkeit durchdrungen zu sein; eine Spaltung durch Turgescenz ist hier also nicht ausgeschlossen. In weitaus den meisten Fällen wird jedoch die Spaltung durch den Druck der Einschnürungsfurche bewirkt. Mit welcher Gewalt dieselbe, namentlich, wenn sie im spitzen Winkel ansetzt, vor sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

geht, kann man ja recht gut an dem schon mehrfach erwähnten Vorsichherschieben der Verbindungsfäden erkennen. Ich bin eigentlich erstaunt, dass Carnoy in seinen vielen Präparaten nur etwa achtmal den Vorgang des Aufspringens der Zellplatte beobachten konnte. Bei Limax ist dies der gewöhnliche Theilungsmodus, sobald größere Zellplattenrudimente auftreten.

Den Fall, dass bei einer Theilung der Zellplatte die Verbindungsfäden ungetrennt bleiben, habe ich noch mehrmals beobachtet. In Fig. 40 und 42 Taf. XXI haben wir ähnliche Bilder, wie in Fig. 26. Dass beide Zellen vollständig getheilt sind, ersieht man aus dem protoplasmalosen weißen Streifen, der sich zwischen beiden hinzieht. Auch hier hat sich beide Male die Zellplatte getheilt, ehe ihre Elemente mit einander verschmolzen waren. In den eben erwähnten drei Beispielen hat also namentlich die Zellplatte die Theilung des Zellleibes bewerkstelligt. Es ist möglich, dass aus den kleinen Theilungsstücken der Zellplatte nachträglich noch, indem sie mit einander verschmelzen, Membranen werden. Obgleich ich diesen Fall nie beobachtet habe, will ich ihn nicht bestreiten. Manchmal lässt die Zelltheilung nicht nur kleine Zellplattenelemente, sondern auch größere vollständig unberührt. Sehr interessant ist in dieser Beziehung Fig. 43. Hier ist zwar eine Spindelplatte angelegt, die Theilung der Zelle, die schon vollständig ausgeführt ist, hat jedoch ihren Weg nicht über letztere genommen, sondern hat sich zu beiden Seiten über sie weg erstreckt. Es macht dies den Eindruck, als hätte die Theilungsfurche die einzelnen Elemente der Platte, die hier freilich ungewöhnlich groß sind, nicht überwinden können. Hier haben wir also einen Fall, wo eine Zellplatte zwar angelegt wird, jedoch ohne Funktion bleibt.

In nicht sehr häufigen Fällen kommt es vor, dass sich aus einer Zellplatte eine typische, doppelt kontourirte Theilungsmembran ausbildet. So vornehmlich bei einer Zellplattenbifurkation, wie ich sie in Fig. 24 und 25 Taf. XX beschrieben habe.

Je größer eine Zellplatte ist, desto mehr Chance hat sie in eine Membran verwandelt zu werden. Eine vollständige Zellplatte ist wohl der günstigste Fall, weil alsdann keine Einschnürung eine vorzeitige Spaltung hervorrufen kann. Hierin stimme ich vollständig mit Carnoy überein. Dieser Forscher fand, dass stets aus Zellplatten, die sich durch die ganze Zelle zogen, Theilungsmembranen hervorgingen. Nächstdem sind zur Ausbildung typischer Theilungsmembranen solche Zellen geeignet, bei denen die Einschnürungsfurche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

im flachen Bogen ansetzt, z. B. Fig. 20; weniger gut ist dies Verhalten in Fig. 41 ausgeprägt. Die Einschnürung vermittels einer flachen Furche geht nämlich niemals so schnell vor sich, als diejenige, welche im scharfen Winkel ansetzt, weil erstere keinen bestimmten Angriffspunkt, sondern deren viele hat. Die Bewegung einer Theilfurche kann überdies nicht unbeschränkte Zeit hindurch fortbestehen, sondern wahrscheinlich nur so lange, als die achromatischen Fäden nicht zurückgebildet sind (weil dieselben ja, nach neueren Forschungen, geradezu die Urheber der Zelltheilung sind), so liegt in der Verzögerung der Einschnürung zugleich das Moment zu ihrem Unvollständigbleiben; sie kann also nicht mehr durch ihr Vordringen dem allmählichen Umwandlungsprocess der Zellplatte in eine Membran Einhalt thun.

Eben so wie die größeren Zellplattenrudimente werden auch die Flemming'schen Körper schließlich der Resorption unterworfen. Es gilt hier dasselbe, was ich schon von den Hydroidenzellen gesagt habe und was auch schon Flemming angiebt: Lange Zeit verharren sie in der Theilungsgrenze der beiden Schwesterzellen. In einzelnen Fällen theilen sie sich; für gewöhnlich jedoch nicht. Öfters liegt ein Zwischenkörper, gleichsam in eine helle Nische eingeschlossen (Fig. 32 Taf. XX). (Lustig und Galeotti geben ganz ähnliche Bilder.) Wie lange die Zwischenkörper noch sichtbar sein können, lässt sich schwer sagen; jedenfalls persistiren sie oft noch geraume Zeit nach der Zelltheilung, bis sie allmählich immer blässer und kleiner werden und schließlich ganz verschwinden.

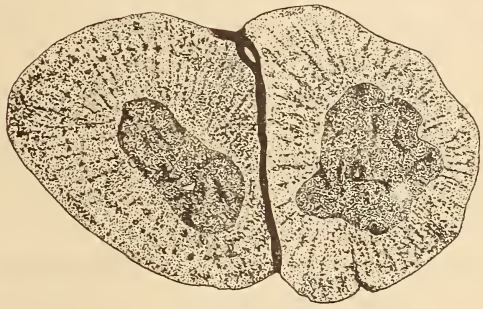
Zellplatten bei Lachs und Forelle.

Indem von Kostanecki für eine Reihe von Wirbelthieren die Kontraktion der Centralspindelfäden und die Theilung des Flemming'schen Zwischenkörpers als Norm aufstellt, — worauf ich in einem letzten Abschnitt zurückkommen werde — nimmt er stillschweigend an, dass letzterer hier das einzige und immer in gleicher Form auftretende Zellplattenrudiment repräsentire. Dies wäre sehr seltsam, da doch, wie viele andere Forscher vor ihm beobachteten, dieses Gebilde in äußerst wechselnder Gestalt und Größe in den Zellen der Wirbellosen auftreten kann.

Man könnte indessen glauben, dass der Flemming'sche Körper vielleicht bei Wirbelthieren in konstanter rudimentärer Form auftritt; dies ist jedoch keineswegs der Fall. Nebenstehend (Textfig. 7) gebe ich die Reproduktion eines Bildes der Reinke'schen Arbeit:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

»Zellstudien«. Der Autor zeichnet uns hier das Theilungsstadium eines Leukocyten aus dem Bauchfelle der Salamanderlarve. Hier wurde zweifellos eine typische, gut ausgebildete Zellplatte angelegt, die sich in eine Membran von außergewöhnlicher Dicke verwandelt hat. Die Theilung scheint durch Spaltung derselben vor sich zu gehen. Eine ähnliche Zellplatte giebt er in Fig. 18, Taf. XXIII seiner Arbeit. Er sagt hiervon: »Eine ebensolche (Zellplatte) zeigt Fig. 18, wie ich sie öfter fand neben multiplen und einfachen Zwischenkörperchen, so dass ich der Ansicht Flemming's, dass letztere rudimentäre Zellplatten seien, durchaus zustimme.«



Textfig. 7 (nach Reinke).

Wie sich nach dem Vorhergehenden erwarten lässt, fand auch ich in den von mir untersuchten Zellen von Wirbelthierembryonen (Lachs und Forelle) nicht nur Flemming'sche Zwischenkörperchen, sondern auch gut ausgebildete Cytoplasmaplatten. Ich bilde hiervon nur zwei typische Beispiele ab (Fig. 51 und 52, Taf. XXI), da wir ja das Wesentliche schon bei den Hydroiden (Obelia) gesehen haben. Freilich kommen größere Cytoplasmaplatten hier bei Weitem nicht so häufig vor, wie bei Limax. Im Gegentheil, sie bilden sogar eine ziemliche Seltenheit.

In Fig. 51 sehen wir wieder eine große typische Cytoplasmaplatte mit einer rudimentären Spindelplatte. Letztere ist sehr klein. Ihre etwas größeren und dunkler gefärbten Elemente heben sich jedoch scharf von dem im Cytoplasma verlaufenden Theil der Platte ab. Nach beiden Seiten setzt eine nicht zu umfangreiche Einschnürung direkt an die Zellplatte an. Leider lässt sich nicht entscheiden, ob die etwas dunkler gefärbten oberen rechten Einschnürungsränder schon einen Theil der Cytoplasmaplatte in sich schließen oder nicht. Ich wiederhole auch hier, dass die Cytoplasmaplatte gewiss viel häufiger als man beobachtet und selbst in größerer Ausdehnung auftritt, dass aber die leichte Vergänglichkeit ihrer Elemente, sobald sie ihre Funktion erfüllt, nämlich den Zellleib getheilt hat, ihr eine sehr viel geringere Verbreitung, als es wirklich der Fall ist,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zuschreiben lässt. In Fig. 55, Taf. XXI gebe ich nochmals einen Beleg für dieses Verhalten. Wir haben hier zwei sich theilende Tochterzellen vor uns, und zwar geschieht die Theilung mit Zuhilfenahme einer Zellplatte. Es lässt sich nicht erkennen, ob letztere schon Anfangs einen rudimentären Charakter besaß, oder ob derselbe erst durch theilweise Resorption ihrer Elemente hervorgerufen wurde. Rechts und links vom Schnitt setzt die Einschnürung im scharfen Winkel an die Zellplatte an. Rechts klafft sie schon bis zur Spindelplatte. Die unverschmolzenen Theilstücke der Cytoplasmaplatte kann man noch eine Strecke weit beobachten; dann gehen sie allmählich in die Ränder der Zellgrenzen über.

Hat die Cytoplasmaplatte eine funktionelle Bedeutung für das Zellindividuum, so besteht dieselbe auch bei den Knochenfischen, wo sie auftritt, einzig und allein darin, die Mutterzelle zu theilen, nicht aber in der Ausbildung einer membranösen Scheidewand zwischen den Tochterzellen. In Fig. 52 gebe ich wieder eine deutliche Zellplattenbifurkation. Die Verbindungsfäden sind trotz dem relativ frühen Theilungsstadium, und obgleich die Chromosome der Tochterplatten eben erst ihre distinkten Kontouren verlieren, doch schon zum größten Theile verschwunden. Es mussten also schon die Bedingungen zu einer Theilung gegeben sein, sofern sich später die Mutterzelle in zwei Tochterzellen hätte scheiden sollen. Dies ist auch der Fall, und zwar durch die sich im ganzen Umkreis der Äquatorialzone gabelnde Zellplatte.

Jederseits ist im Schnitt durch die sich theilende Zellplatte ein dreieckiger Zwickel abgegrenzt, in welchem das Protoplasma sich in der Mitte als körnige Masse angesammelt hat; das erste Anzeichen ihrer Degeneration. Auch die Thatsache, dass der äußere Rand der Mutterzelle in den Winkelraum eingezogen worden ist, kann als Moment des Zerfalls betrachtet werden. Es ist vorauszusehen, dass die Loslösung der beiden Schwesterzellen von einander nach der Auflösung der Zwickel durch Spaltung der Zellplatte ins Werk gesetzt worden wäre.

Weit häufiger als größere Zellplattenrudimente kommen bei Lachs und Forelle Flemming'sche Zwischenkörper zur Ausbildung; wie dies ja übrigens für die Zellen aller Wirbelthiere zu gelten scheint. Gerade desshalb lässt sich hier aber auch die Funktionslosigkeit dieses Gebildes am besten nachweisen. Nur in den seltensten Fällen kommt es zu einer Theilung des Zwischenkörpers. Entweder ruht er bis zum vollständigen Schwunde auf einer protoplasmatischen Verbin-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dungsbrücke, wie wir es schon bei den Limaxzellen gesehen haben, oder — und das ist bei Weitem der häufigere Fall — er hängt frei in einem Intercellularraum an dem Rest einiger Verbindungsfäden (Fig. 44—45—53). Er hat also für die Zelle nicht mehr die geringste Bedeutung. Im Gegentheil scheint er auch hier, wie bei den Limaxzellen in vielen Fällen der Zelltheilung eher hinderlich zu sein, als sie zu fördern. Da seine derbere Masse dem Vordrängen der Einschnürung besser Widerstand leistet als den Verbindungsfibrillen, so steht z. B. in Fig. 57 nur der Zwischenkörper der endgültigen Trennung beider Zellen entgegen. In Fig. 44, einer Mesenchymzelle, liegt er am Rande der einen Schwesterzelle. In Fig. 56 hat er sich getheilt, die eine Hälfte ist fast bis an das Chromatin gerückt, wodurch, werden wir später erfahren, das andere Stück ruht am Zellrand der anderen Zelle.

Sehr eigenthümliche Bilder geben ferner Fig. 45 und 53 Taf. XXI. Auf welche Weise hier die Zelltheilung eigentlich zu Stande kam ist mir vollständig unklar. Diese Art von Theilung ist nun keineswegs ein Ausnahmefall. Ich konnte sie sehr häufig beobachten. Übrigens sind eben solche Bilder von Forschern auch bei Salamanderzellen gesehen worden. Hier lässt sich nichts von einer Einschnürung erkennen. Das Bild macht den Eindruck, als sei die Mutterzelle in der Äquatorialzone mit Gewalt aus einander gerissen worden und als habe sich hierdurch die Protoplasmamasse fädig ausgezogen. Inmitten der Lückenräume schwebt ein Zwischenkörper auf einem Spindelrest.

Sehr wahrscheinlich gehen auch bei Knochenfischen die Zellplattenrudimente aus knötchenartigen Anschwellungen der Verbindungsfäden hervor. Ich habe hierfür manches Beispiel; doch wollte es mir nicht glücken so typische Bilder aufzufinden, wie ich sie von Limax gegeben habe. Ich habe desshalb darauf verzichtet, das Wenige, was ich gefunden habe, abzubilden.

Bisher bin ich noch nicht näher auf die Entstehungsweise dieser Körperchen eingegangen, weil ich aus praktischen Gründen das Sichere dem mehr Hypothetischen voranstellen wollte. Ich wende mich nun zu der Frage nach ihrer Herkunft. Strasburger nimmt an, dass die Verbindungsfäden hohle Schläuche repräsentiren, die mit einer gewissen Materie erfüllt sind, welche zur Zeit der Zellplattenbildung nach der Äquatorialzone der Fibrillen wandert, wo sie letztere zu erst spindelförmigen, später runden Anschwellungen auftreibt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Namentlich die letzterwähnte Thatsache scheint mir sehr für die Richtigkeit dieser Definition zu sprechen. Anfangs wird in jeder Fibrille, so lange noch Materie von beiden Seiten nach der Äquatorialzone strömt, in dem Punkt, wo der größte Druck der sich stauenden Massen herrscht, auch die größte Ansammlung derselben sein. Symmetrisch nach beiden Seiten nimmt der Druck der Massen auf einander immer mehr ab. Das Ergebnis davon ist eine spindelförmige Aussackung der Fibrillen. Erst später, wenn kein Bildungsstoff mehr zufließt, kann ein Ausgleich stattfinden, der sich durch Umwandlung der Spindelgestalt in eine mehr sphärische Form kund giebt. Die Frage, warum die Verdickungen gerade in der Äquatorialzone erscheinen, kann ich natürlich nicht beantworten; das ist wohl eben so räthselhaft, wie bis jetzt der Urgrund jeder bestimmt gerichteten cellulären Bewegung.

Mehrere Forscher, darunter vor Allem v. Kostanecki, sowie Lustig und Galeotti haben nun beobachtet, dass die Verbindungsfäden, bezw. ein Theil derselben, vor Bildung des Flemming'schen Körpers typisch mikrosomalen Bau besitzen. Nach v. Kostanecki geht aus diesen Mikrosomen (Centralspindelkörperchen), nachdem dieselben nach dem Äquator der achromatischen Figur gewandert sind, durch seitliche Verschmelzung der Flemming'sche Zwischenkörper hervor.

Diese Angaben decken sich nicht ganz mit den Untersuchungen von Lustig und Galeotti, die an demselben Objekt, das auch v. Kostanecki hatte, vorgenommen wurden. Auch diese Forscher finden, dass die Centralspindel in der Diasterphase einen mikrosomalen Bau besitzt. Doch erstrecke sich derselbe nur auf eine die Centralspindel umgebende Schicht von Fibrillen — die Mantelfasern. Aus diesen sollen auch nur die Elemente des Zwischenkörpers hervorgehen. (Von einer, wenn auch rudimentären, größeren Zellplatte ist hier keine Rede.)

Zuerst bilden sich, wie auch ich es gefunden habe, im Äquator der Fibrillen spindelartige Aussackungen, die sich schließlich in rundliche Gebilde umwandeln, welche seitlich mit einander verschmelzen. Das Resultat ist sodann ein ringförmiger Körper, der die eigentliche Centralspindel einschließt. Lustig und Galeotti glauben, dass dies der ständige Bildungsmodus des Flemming'schen Körpers sei. Ich denke in den vorliegenden Blättern bewiesen zu haben, dass dies bei meinen Objekten durchaus nicht der Fall ist. Was den mikrosomalen Bau der Verbindungsfäden während der Diasterphase betrifft,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so konnte auch ich denselben öfters, wenngleich lange nicht in allen Fällen, beobachten. Ich halte diese größeren Körnchen jedoch keineswegs für die direkten Bildner der spindelförmigen Aussackungen. Nach meiner Ansicht repräsentiren sie Ansammlungen eines viel feineren Bildungsstoffes, der sich hier durch irgend welche inneren Hindernisse aufgestaut hat. Stellt man sich mit Bütschli, Rhumbler und anderen Forschern auf den Standpunkt der Wabentheorie, so ergiebt sich für die Stoffansammlungen eine naheliegende natürliche Erklärung; indem man annimmt, dass dort, wo die queren Scheidewände der Wabenradien ungenügend durchbrochen sind, naturgemäß eine größere Ansammlung von Bildungsstoff entstanden ist.

Ein Beleg für meine erste Behauptung, dass die Dermatosomen nicht direkt aus dem Verschmelzungsprodukt der Mikrosomen hervorgehen, scheint mir die Fig. 29 in Lustig und Galeotti's Arbeit zu sein, wo die Verbindungsfäden trotz feinen spindelförmigen Anschwellungen doch wie besäet mit Mikrosomen sind. Äquatoriale Verdickungen aus solchen Körnchen hätten ein ganz anderes Aussehen. Schließlich weise ich noch auf die schönen Bilder Sobotta's hin (Befruchtung und Furchung des Eies der Maus), wo gleichfalls der Flemming'sche Körper aus solchen spindelartigen Differenzirungen der Verbindungsfäden hervorzugehen scheint, welche letzteren jedoch keinen mikrosomalen Bau besitzen.

Ich habe nun auch öfters bei meinen Objekten, namentlich bei den Hydroiden und Knochenfischzellen, feine, durch äquatoriale Verdickungen der Verbindungsfäden erzeugte Ringe beobachtet, die zweifellos den diesbezüglichen Bildern Lustig und Galeotti's entsprechen. Was dort jedoch als Norm erscheint, ist bei meinen Objekten eine höchst seltene Ausnahme. Einmal beobachtete ich hierfür in einer Lachszelle ein äußerst klares und schönes Beispiel, wie ich es nie mehr so typisch wiederfand. Ich gebe es in Fig. 54. Hier hat irgend ein günstiger Zufall die Elemente dieses Ringes zu ungewöhnlicher Stärke anschwellen lassen. Neuerdings giebt auch Benda an, dass der Flemming'sche Körper bei Salamanderzellen Ringgestalt besitzt. Auch Heidenhain hat ähnliche Bilder gesehen. In seinem großen Werk über Centrosome lässt er sich folgendermaßen über diesen Gegenstand aus:

» Wenn man an recht gut gefärbten Präparaten aufmerksam das Körperchen betrachtet, so hat man unmittelbar den Eindruck, dass das Körperchen dadurch zu Stande kommt, dass an der betreffenden Stelle ein Ring gleichsam wie angeschmiedet dem Centralspindel-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

strang aufsitzt. Ich habe nun in einigen, allerdings recht seltenen Fällen, bei kräftiger Extraktion des Protoplasmas und an Zellen, bei denen das Flemming'sche Körperchen eigentlich noch nicht seine definitive Ausbildung erreicht hatte, deutlich beobachten können, dass dasselbe nur ein Verklumpungsprodukt ist und eigentlich einen Ring darstellt, welcher auf dem, von der Centralspindel herrührenden Strang gleichsam aufgezogen ist.«

Wo sollen wir nun dieses Zellplattenrudiment unterbringen. In der That hat es in einem solchen Falle den Anschein, als ob die Spindelplatte nur in einem Ring bestehe, der aus den äquatorialen Differenzirungen der peripheren Fibrillen entstanden sei, und welcher ein centrales, undifferenzirtes Faserbündel umfasse. Das neue Werk Henneguy's, »Leçons sur la Cellule«, zeigt uns indessen, dass eine solche Ansicht nicht ganz der Wirklichkeit entspricht. Henneguy fand nämlich, dass die Spindelplatte der Theilungsfiguren in Forellenblastomeren, wenn man dieselbe auf einem Schnitt parallel zur Theilungsebene betrachtet, »se montre formée d'un cercle de petits bâtonnets colorés très sombreux et pressés les uns contre les autres à la périphérie, tandis que dans l'intérieur ils sont plus lâchement et irrigulièrement distribués«.

Das Schicksal der Verbindungsfäden.

v. Kostanecki hat in seiner Arbeit über das Schicksal der Centralspindel für die Zellen einer größeren Anzahl von Wirbelthieren den Nachweis zu liefern versucht, dass dieselbe nicht an Ort und Stelle degenerirt, sondern dass jedes Theilstück einer Tochterzelle durch Kontraktion der Verbindungsfäden in die Astrosphäre aufgenommen wird. Der Zwischenkörper soll hierbei eine wichtige Rolle spielen; indem er die Spindelfasern zusammenfasst und sie durch seine Theilung von einander trennt. Nur ausnahmsweise solle der Zwischenkörper auf der Zellgrenze liegen bleiben, und zwar allein dann, wenn die Durchschnürung desselben nicht gleichzeitig mit der Zelltheilung von statten geht, indem er durch irgend ein Hindernis in der Verbindungsbrücke zurückgehalten werde. Darauf entgegnet Flemming:

»Aber diese Fälle sind bei meinen sehr großen und deutlichen Objekten so äußerst häufig, dass ich nicht anders kann als sie hier als Regel zu betrachten; und wie die Folgen zeigen und ich seitdem hunderte von Malen konstatirt habe, gehen von den so intercellular liegenden Zwischenkörpern noch lange nach der Zelltrennung deut-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

liche Faserkegel aus, deren Basis in jeder Zelle gegen den Kern sieht, die ihn aber nicht erreichen, während nach v. Kostanecki's Beschreibung in seinen Objekten die Spitzen der Faserkegel dann schon ganz zum Kern herangezogen sein müssen.« (Ergebn. d. Anat. und Entwickel. 1895.)

Auch die Ansicht Heidenhain's steht derjenigen v. Kostanecki's gegenüber. Er äußert sich folgendermaßen über den vorliegenden Fall:

»Der mittlere Theil der Centralspindel kehrt nie wieder in die Astrosphäre oder das Mikrocentrum zurück, sondern derselbe ist noch zu einer Zeit, wo Kern und Astrosphären sich schon in allen ihren Theilen in vollkommener Weise von Neuem angelegt haben, noch immer innerhalb des Cytoplasmas sichtbar.« Eben so zeigten die Untersuchungen von Lustig und Galeotti, die ebenfalls Objekte (Hautcarcinom vom Menschen) benutzten, welche auch v. Kostanecki vor sich hatte, nichts von diesen Verhältnissen.

Ich komme nun wieder auf meine eigenen Untersuchungen zurück.

Bei Obelia sowohl wie bei Limax und den Knochenfischen finde auch ich gerade das als Regel, was in den v. Kostanecki'schen Objekten als Ausnahme gilt. Ich beobachtete, dass die Verbindungsfäden in der Regel überall da, wo sie sich in der Diasterphase befinden, später degeneriren. Ihre Substanz scheint für den Zellleib von keinem Belang mehr zu sein. In den meisten Fällen reißen die Fibrillen dicht an den regenerirten Kernen ab. Dies findet namentlich da statt, wo die Zellen sich nach der Theilung von einander entfernen (Fig. 44 und 53 Taf. XXI), doch braucht Letzteres dann nicht immer nothwendig einzutreten, da ja Hand in Hand mit dem Auseinanderweichen der Zellen ein Auswachsen der Centralspindel geht. Wie sollten sonst z. B. Fig. 45 und 46 Taf. XXI zu erklären sein, wo trotz einem augenscheinlichen Auseinanderweichen der Zellen dennoch die Verbindungsfäden keineswegs straff angespannt sind, sondern sogar schlaff erscheinen.

In Fig. 45 machen die Verbindungsfäden sogar eine doppelte Biegung: das Abreißen der Fibrillen von den Kernen lässt sich auch bei Zellen beobachten, die noch nicht von einander getrennt sind (wie in Fig. 47). Wie wir aus Fig. 47 ersehen, kann die Loslösung schon sehr frühe vor sich gehen. Hier sind die Chromatinschleifen noch nicht einmal ganz mit einander verklumpt, von einer Regeneration des Kerns ist also keine Rede; auch die Elemente der Zellplatte liegen noch unverschmolzen neben einander.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fast immer findet die Rückbildung der Spindel von der Polseite aus statt. Die einzelnen Fäden verschmelzen meist vorher mit einander und erlöschen dann langsam von der Kernseite aus. Ist ein Zwischenkörper vorhanden, so bildet derselbe bis zuletzt die Spitze der stets kleiner werdenden Doppelkegel.

In Fig. 24 ist noch deutlich der ehemalige Doppelkonus zu sehen. Er sieht aus wie ein eingeschnürter pflanzlicher Verbindungsschlauch. Die zwischen den äußeren Kontouren des Doppelkegels sich befindenden Fibrillen sind bis auf das Residuum um die Spindelplatte verschwunden; an ihre Stelle ist ein weißer Raum getreten, der sich durch nichts von dem übrigen Protoplasma auszeichnet.

Nicht immer erfolgt das Erlöschen der Fibrillen von oben her. Lösen sich die Verbindungsfäden nicht von den Kernen los — dies ist häufig dann der Fall, wenn sich die Zellen nach der Theilung nicht von einander entfernt haben — so bildet der Spindelrest oft einen relativ dünnen Faden, in dem man kaum mehr etwas von einer fibrillären Struktur erkennen kann. Fig. 34 ist hierfür ein Beispiel. Es scheint dann die Resorption des Stranges im ganzen Umkreise desselben zu erfolgen. In Fig. 19 waren die Spindelfäden schon im Erlöschen begriffen, noch ehe sie mit einander verschmolzen waren. Der Grund dafür, dass sich die Verbindungsfäden nicht zu einem Strange vereinigt haben, mag wohl in dem Nichtvorhandensein eines Flemming'schen Zwischenkörpers, sowie in dem relativ frühen Auftreten der Rückbildung zu suchen sein. Sehr oft zeigt nur noch die unmittelbare Zone um den Zwischenkörper einen Rest der Verbindungsfäden. Es scheint dann schon die ganze Spindel von dem Cytoplasma resorbirt worden zu sein, wie dies in Fig. 14, 31 u. 32 Taf. XX zu sehen ist. In Fig. 32 zeigt wenigstens noch eine dunklere Färbung die Stelle an, wo einst die Verbindungsfäden gelegen hatten.

Ein sehr interessantes Stadium ist durch Fig. 58 wiedergegeben. Der Spindelrest persistirt hier in Gestalt eines Stäbchens, an dem man deutlich zahlreiche Windungen erkennen kann, die durch Torsion der Verbindungsfäden zu Stande kamen. Es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass wir es hier wirklich mit einem Spindelrest zu thun haben. Ähnliches ist schon mehrfach beobachtet worden. So giebt Prenant in einer Abhandlung »sur les éléments séminaux de la scolopendre etc.« hierfür recht drastische Beispiele. Seltsam ist in meinem Bilde nur die Thatsache, dass die Chromatinschleifen erst so wenig mit einander verschmolzen sind. Die vollendete

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Theilung der Zelle beweist jedoch, dass wir es trotzdem mit einem späten Stadium zu thun haben.

Es fragt sich nun, auf welche Weise die eigenthümliche Torsion dieses Spindelrestes zu erklären ist. — Entweder entstand das stäbchenartige Gebilde dadurch, dass eine der Tochterplatten, als die Spindel noch mit ihnen zusammenhing, sich drehte, oder dass sich beide im entgegengesetzten Sinne drehten — oder anderen Falles, dass eine der Zellen, oder alle beide sich im entgegengesetzten Sinne tortirten. Die letztere Annahme scheint mir die einleuchtendste zu sein; denn die erstere Deutung wäre doch etwas zu unwahrscheinlich und gekünstelt. Ich gestehe gern zu, dass auch die andere Deutung im ersten Augenblick viel Sonderbares an sich hat. Man muss indessen bedenken, dass ja ein junges Gewebe fortwährenden Verschiebungen seiner Elemente durch die Zelltheilung ausgesetzt ist. Fig. 58 stellt überdies eine Mesenchymzelle dar, die ja wegen der großen, sie umgebenden Intercellularräume weit weniger eingeengt ist wie eine gewöhnliche Zelle, also auch leichter einem durch die zähflüssige Intercellularmasse übertragenen Druck nachgeben kann.

Die Torsion des Spindelrestes habe ich noch öfters beobachten können; niemals jedoch wieder so typisch, wie in diesem Falle.

Prenant giebt indessen Zeichnungen von noch viel größeren gedrehten Spindelresten. Diese Erscheinung lässt sich sicher nicht allein, wie er es thut, durch übermäßiges Längenwachsthum der Verbindungsfäden erklären; obgleich ich nicht daran zweifle, dass dieser Faktor hierbei auch eine Rolle spielt. Eine starke Verlängerung der Spindelfibrillen könnte wohl einige lockere Windungen, nicht aber das straffe, seilartige Gebilde verursachen, wie es in Fig. 58 abgebildet wurde.

Wie kommen aber nun die v. Kostanecki'schen Figuren zu Stande, wo sich deutlich die Verbindungsfäden kontrahirt und jederseits einen halben Zwischenkörper mit sich geführt haben? Zunächst bildet hier schon das Verhalten der Fibrillen einen eigenthümlichen Gegensatz zu den allgemeinen Ansichten, die man sich im Laufe der Zeit über die Natur letzterer gemacht hat: Wie Hermann (1890) bewiesen hat, bestehen die Fäden der Centralspindel aus nicht kontraktilen Elementen, die den Chromosomen bei ihrer Wanderung polwärts als Stütze dienen sollen. Andererseits wieder liegen, wie wir ja jetzt zur Genüge gesehen haben, zahlreiche Beobachtungen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vor, welche die Angaben Flemming's, dass das Zwischenkörperchen nach der Theilung am Rande liegen bleibt, aufs beste bestätigen.

Indem ich alles Dies und die Erfahrungen, die ich selbst gemacht habe, berücksichtige, kann ich nur annehmen, dass die Kontraktion der Verbindungsfäden und die Loslösung des Flemming'schen Körpers von dem Theilungsrande durch äußere Zufälligkeiten, vielleicht die Konservirung, zu Stande kamen.

Ich habe solchen künstlichen Kontraktionen der Spindelfäden meine Aufmerksamkeit geschenkt, und es gelang mir auch öfters diesbezügliche Bilder aufzufinden. In Fig. 48 sehen wir eine Figur, wie sie v. Kostanecki ruhig für seine Hypothese in Anspruch nehmen kann. Wir haben hier eine Zelle, deren Theilung nahezu vollendet ist. Dieselbe besaß ehemals eine richtige Zellplatte, die jedoch durch irgend einen Zufall aus einander gerissen wurde. Zu gleicher Zeit hatten sich die Verbindungsfäden kontrahirt und die beiden Theilplatten polwärts geführt. Dass die Zellplatte nicht durch gewöhnliche Einschnürung getheilt wurde, ersieht man aus zwei Dingen. Erstens befinden sich die Zellplattentheile nicht in dem Rand der Theilungsgrenze und zweitens hängen die Zellen auch noch durch eine breite Protoplasmabrücke zusammen, in deren Mitte eine Linie (wahrscheinlich der letzte Rest der Zellplatte) verläuft.

Macht dieses Bild keinegswegs den Eindruck eines Kunstproduktes, so ist dies schon anders mit Fig. 49. Wir haben hier das Theilungsstadium einer Limaxzelle vor uns. Die Theilung ist durch Kombination von Einschürung und Zellplatte zu Stande gekommen. Die Kerne haben sich schon fast ganz regenerirt; die Zellplatte hat sich zum Theil in eine Theilungsmembran verwandelt. Allein die Spindelplatte hat noch ein etwas körniges Aussehen. Deutlich sieht man, dass die oberen Faserkegel sich ein Stück kontrahirt und einen Theil der Spindelplatte mit sich gerissen haben. Die rechte Spindelhälfte hängt noch fest an der Theilungsmembran. Beide Spindelplattenhälften stehen noch durch einzelne Fibrillen mit einander in Verbindung.

Fig. 50 endlich wird gewiss auch für jeden Unkundigen eine Schrumpfung bedeuten. Auch hier sind die Spindelfäden aus einander gerissen und haben sich beiderseits weit kontrahirt. Die Fibrillen sind körnig und angeschwollen — augenscheinliche Merkmale der Schrumpfung. An ihren Enden scheinen sich die Elemente einer getheilten Zellplatte zu befinden. Bei genauerem Hinsehen erkennt man jedoch, dass sich die kleine Körnchenreihe über die Fadenreste

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hinaus in einem Kreis um die Chromatinschleifen herum erstrecken. Das Protoplasma hat sich fast ganz von den Rändern der Zelle zurück- und nach der Theilungsfigur hingezogen.

Zum Schlusse möchte ich nicht zu erwähnen unterlassen, dass nach meiner Ansicht in seltenen Fällen ein Reißen der Zellplattenelemente und eine Aufnahme derselben in den Zellleib der Tochterzellen durch Kontraktion der Verbindungsfäden auch in der lebenden Zelle vorkommen mag. So bildet Carnoy eine Zelle ab (La Cytodiérèse chez les Arthropodes, Planche II, Fig. 3), wo sich eine Zellplatte auf die erwähnte Weise in zwei Theile getheilt hat. Dies wurde, wie er selbst erwähnt, wahrscheinlich durch eine zu hohe Turgescenz hervorgerufen; fast um den ganzen Rand der Tochterzellen zieht sich eine breite Vacuole. Wir haben es hier also gewissermaßen mit einer pathologisch veranlagten Zelle zu thun.

Als ähnliches Beispiel führe ich noch Fig. 56 an. Es ist eine Lachszelle, die sich schon vollständig in zwei Tochterzellen zerlegt hat. Beide werden nur noch durch einen Spindelrest zusammengehalten. Was uns allein interessirt ist die Thatsache, dass sich der Flemming'sche Körper in zwei Stücke zerlegt hat. Das eine derselben ruht an der Grenze der größeren Tochterzelle; das andere fasst den der kleineren Zelle angehörigen Antheil der Verbindungsfäden zu einem Kegel zusammen und ist durch Kontraktion der Fibrillen bis ganz nahe an die Tochterplatten gelangt. Mir scheint, dass dieser Vorgang nicht durch einen äußeren Eingriff hervorgerufen wurde; nach meiner Ansicht spielte auch hier die höhere Turgescenz eine Rolle; das sonstige lebenswahre Aussehen, sowie die Vacuole am Rande der Zelle scheinen auf etwas Derartiges hinzuweisen.

Auch Mitrophanow giebt eine Abbildung (Fig. 25, Taf. XVI), wo ein Zwischenkörper mit einem Spindelrest polwärts gerückt ist; doch hat die Figur einen um so mehr zufälligen Charakter, da der Vorgang nur an der oberen Zelle stattgefunden zu haben scheint. Mitrophanow will indessen von einem Zwischenkörper nichts wissen, obgleich er drei recht typische (Fig. 17, 35, 37 — letzterer sogar getheilt) abgebildet hat, glaubt er diese Gebilde doch auf zersprengte Chromatinstückchen zurückführen zu können. Nach meinen Untersuchungen brauche ich wohl nicht erst zu erwähnen, dass ich in dieser Hinsicht die Meinung dieses Forschers nicht zu theilen vermag. Auch einer zweiten Ansicht kann ich mich nicht anschließen: Mitrophanow will gefunden haben, dass nach der Theilung einer Mutterzelle durch die Abschnürung die Verbindungsfäden so zu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sammengefasst werden können, dass sie je eine Halbspindel bilden (dies kann nach meiner Ansicht nur durch einen Flemming'schen Körper geschehen, den eben M. leugnet) und dass in jeder Tochterzelle hierdurch ein neues Muttersternstadium zu Stande kommen kann, welches sich dann sofort wieder in einen Diaster umwandelt. Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit, dass es für eine Spindel in manchen Fällen ohne Belang sein soll, ob eine ihrer Halbspindeln ein Centrosom oder keines besitzt, bleiben doch auch die Chromosomen und die Spindelfibrillen während der Telophasen nicht unverändert. Oft hat sich, noch ehe sich die Zelle vollständig getheilt hat, wie wir gesehen haben, bereits ein Kern zur Hälfte regenerirt und mit einer Membran umgeben. Auch die Verbindungsfäden erleiden dabei eine theilweise Verschmelzung. Was nun die Fig. 19 und 20 Taf. XV seiner Arbeit betreffen, so stellen dieselben nichts weiter als zwei Schwesterzellen dar, die sich, weil sie einst die Tochterplatten eines Muttersternes ausmachten, auch zur selben Zeit wieder in gleichen Theilungszuständen befinden.

So sehen wir denn, dass trotz ihrer großen Verbreitung die Zellplatten doch nur wegen ihres variablen und rudimentären Charakters in der thierischen Zelle eine höchst untergeordnete Rolle spielen; dass sie wohl im gegebenen einzelnen Falle die Zelltheilung vorzubereiten und zu befördern vermögen, dass sie sogar, wenn sie zur vollen Entfaltung gelangen, vollständige Homologa der pflanzlichen Zellplatten repräsentiren können — dass sie jedoch für gewöhnlich eine indifferente Beigabe der Theilungsfigur bilden, die nicht selten den Mechanismus der Zelltheilung verzögern und der endgültigen Trennung der Tochterzellen eine Zeit lang im Wege stehen kann.

Nachtrag.

Erst nach Abschluss meiner Studien erschienen die v. Kostanecki-schen Arbeiten »Über die Bedeutung der Polstrahlung während der Mitose« und »Über das Verhalten der sogenannten achromatischen Substanzen .....«. Aus denselben ersah ich, dass meine Ergebnisse ungefähr mit denjenigen übereinstimmen, welche dieser Forscher für die Zellplatten der Furchungszellen von Physa fontinalis und Ascaris meg., sowie in Bezug auf das Schicksal des Centralspindelrestes

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erhielt. Da ich jedoch einerseits nirgends eine Berichtigung der früheren an Wirbelthierzellen gewonnenen Resultate vorfand und andererseits meine diesbezüglichen Studien nicht nur eine Erklärung der Herkunft der v. KOSTANECKI'schen Bilder geben, sondern auch zeigen, dass dieselben thatsächlich auf natürliche Weise zu Stande kommen können, so unterließ ich es, den letzten Abschnitt meiner Arbeit (»Das Schicksal der Verbindungsfäden«) umzuarbeiten, d. h. den Vergleich mit den v. KOSTANECKI'schen Resultaten entsprechend zu modificiren.

v. KOSTANECKI und A. WIERZEJSKY fanden, dass sich in Eiern von Physa, bei der Abstoßung der Richtungskörperchen, ein sehr schöner Zwischenkörper ausbildet. (Ganz ähnliche Bilder giebt neuerdings MACFARLAND von Opisthobranchiereiern.) Noch vor der Einschnürung der Zelloberfläche waren im Äquator der Centralspindelfasern längliche Anschwellungen zu sehen, welche die Zwischenkörperbildung vorbereiteten. Während die nach dem Richtungskörper zu gelegenen von dem FLEMMING'schen Körper zusammengefassten Centralspindelfasern sehr bald schwanden, erhielt sich der der Eizelle zugekehrte Strahlenkegel noch verhältnismäßig lange Zeit. »Noch in späteren Stadien sieht man die vom Zwischenkörper ausstrahlenden Fibrillen sich im Eizellleib verlieren und in das körnige, in Wirklichkeit wohl reticulär angeordnete Protoplasma allmählich übergehen.« Kurz vor der vollständigen Ausbildung des zweiten Richtungskörperchens verschwindet das erste Zwischenkörperchen. Es bildet sich sodann aus der zweiten Richtungsspindel ein neues Zwischenkörperchen aus, das länger persistirt, schließlich jedoch auch mit dem Centralspindelrest verschwindet. Auch bei der Abschnürung der Blastomeren treten Zwischenkörper auf, die sich eben so wie diejenigen der Richtungsspindel hinsichtlich ihrer Entstehung und ihres Schicksals zu verhalten scheinen.

Oft hat v. KOSTANECKI in den Furchungszellen den Zwischenkörper gespalten gefunden, glaubt jedoch, dass dieser Trennung nur eine Differenzirung der Centralspindelfasern selbst entspricht. Letztere sollen hier kein kompaktes Bündel darstellen, indem nur die peripheren Theile äquatoriale Verdickungen haben und auf diese Weise einen Zwischenkörper in Ringform bilden. In Übereinstimmung mit anderen Forschern fand v. KOSTANECKI auch in den sich furchenden Ascariseiern einen Zwischenkörper. Die eigentliche Theilung der Blastomeren geht hier, sowie bei Physa mit Zuhilfenahme einer Cytoplasmaplatte vor sich, die zwar bei Ascaris schon längere Zeit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bekannt ist (beschrieben vorher von Carnoy, Boveri, Herla, van Beneden und Neyt), deren Herkunft jedoch bis jetzt noch dunkel war[1]. v. Kostanecki erklärt ihre Entstehung auf folgende Weise: Anfangs, in den Prophasen, reichen die Polstrahlen der Furchungsspindeln der Eier auf jeder Seite nicht nur bis zur Äquatorialebene der Spindel, sondern sie kreuzen sich und lassen sich deutlich bis in die äußere Grenzschicht des Protoplasmas verfolgen. Im Muttersternstadium zieht sich allmählich jedes Strahlensystem auf die ihm zugehörige Zellhälfte zurück. Die einzelnen Strahlen verlegen hierbei ihre Insertionspunkte an der Zelloberfläche und gleiten mit ihrem peripheren Ende an letzterer entlang, bis sie im Äquator angekommen sind. Nun kontrahiren sie sich und reißen hierbei Theile der Grenzschicht mit sich, die mit den Enden der Strahlen in die gesammte Äquatorialebene mit Ausnahme des von der Centralspindel eingenommenen Theils zu liegen kommen. Die auf diese Weise angesammelten Partikelchen der Grenzschicht bilden eine Platte, an welcher sich durch Spaltung derselben die spätere Zelltheilung vollzieht.

Marburg, im Juni 1897.

---

[1] v. Erlanger hält eben so wenig wie Bütschli die äquatorialen Differenzirungsschichten in den Blastomeren des sich furchenden Ascariseies (somit auch wahrscheinlich diejenige in den Blastomeren aller anderen sich furchenden Eier) für das, was man sonst unter Zellplatte versteht. Er äußert sich folgendermaßen darüber: »Die sogenannte Zellplatte des Ascarideneies entspricht den an einander gelagerten Alveolarschichten der gegenseitig sich abplattenden Furchungszellen, wie bereits Bütschli vermuthet hat (O. Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume ....). Auf diese Art lässt sich die Entstehung und Spaltung dieser sogenannten Zellplatte, welche keineswegs mit der Bildung, welche gewöhnlich in derselben Weise bezeichnet wird, verwechselt werden darf, leicht erklären.« (Boveri hält es für wahrscheinlich, dass sich die Platte aus dem »protoplasmatischen Fadenwerk« differenzirt.) An dieser Stelle möge es mir noch vergönnt sein, auf die Strasburger'schen Untersuchungen betr. der Zelltheilungsvorgänge bei Stypocaulon hinzuweisen, wo die Zellplattenbildung etwa derart zu Stande kommt, wie es sich Bütschli und v. Erlanger für sich furchende Ascariseier vorstellen, nämlich durch die sich in eine Ebene quer stellenden Wände einer Wabenschicht. Neuerdings wurden die diesbezüglichen Ergebnisse Strasburger's aufs beste durch Untersuchungen von Walter T. Swingle bestätigt und ergänzt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Litteraturverzeichnis.

1. Balbiani, Sur les phénomènes de la division du noyau cellulaire. Compt. rendus. 1876. p. 831.
2. Balbiani, Sur la structure et la division du noyau chez le Spirochona gemmipara. Annales de Micrographie. Paris. Juillet-Août 1895.
3. Benda, Zelltheilungen im Salamanderhoden. Verhandlungen d. anat. Gesellschaft. Ergänzungsheft. Göttingen 1893.
4. E. van Beneden, Mémoires sur les Dicyemides. Bulletin de l'Académie royale de Belgique 1876.
5. E. van Beneden, Recherches sur la matur. et la fécond. de l'Ascaride mégalocephale. Arch. d. Biologie 1883.
6. van Beneden et Neyt, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitos. chez l'Ascaride mégalocephale. Bull. de l'Académie royale de Belgique 1876. T. III et IV.
7. F. Blochmann, Über die Reifung der Eier bei Ameisen und Wespen. Festschrift der Ruperta Carola dargebracht. Heidelberg 1886.
8. Theodor Boveri, Zellenstudien. Jena 1887.
9. O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankfurt a/M. 1876.
10. O. Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892.
11. J. B. Carnoy, La Cytodiérèse chez les Arthropodes. La Cellule. T. II. 1885.
12. J. B. Carnoy, La Cytodiérèse de l'oeuf. La Vésicule germinative et les globules polaires chez quelques nematodes. Le Cellule. T. III. 1886.
13. R. v. Erlanger, Zur Kenntnis des feineren Baues des Regenwurmhodens u. der Hodenzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLVII. 1896.
14. R. v. Erlanger, Beiträge zur Kenntnis der Struktur des Protoplasmas, der karyokinetischen Spindel und des Centrosoms. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIX.
15. W. Flemming, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVII. 1892. p. 685.
16. Fol, Études sur le développement des mollusques. Arch. de zool. expér. T. IV. 1875. Pl. VII, Fig. 5 λ.
17. Geberg, Zur Kenntnis des Flemming'schen Zwischenkörpers. Anat. Anz. Bd. VI. 1891.
18. Gilson, Étude comparée de la spermatogénèse chez les Arthropodes. La Cellule. Bd. I. p. 12. 1884.
19. Gruber, Die Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1883.
20. M. Heidenhain, Neue Untersuchungen über die Centralkörper etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.
21. H. Henking, Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern von Insekten. Diese Zeitschr. Bd. LI. 1891.
22. Henneguy, Leçons sur la Cellule. Paris 1896.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

23. V. Herla, Étude des variations de la mitose chez l'Ascaride mégalocéphale. Arch. de Biologie. T. XIII. 1895.
24. R. Hertwig, Die Kerntheilung des Actinosphaerium Eichhorni. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. XVIII. 1884.
25. R. Hertwig, Über den Bau und die Entwicklung der Spirochona gemmipara. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. XI. 1877.
26. Klaatsch, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiersäule. III. Morph. Jahrb. Bd. XXII. Leipzig 1895.
27. v. Kostanecki, Über Central-Spindelkörperchen bei karyokinetischer Zelltheilung. Anatomische Hefte. Bd. II. 1892.
28. v. Kostanecki, Über Kerntheilung in Riesenzellen. Anatom. Hefte. Bd. II. 1892.
29. v. Kostanecki, Über die Schicksale der Centralspindel bei karyokinetischer Zelltheilung. Anatomische Hefte. Bd. II. 1893.
30. K. v. Kostanecki u. A. Wierzejski, Über das Verhalten der sog. achromatischen Substanzen im befruchteten Ei. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLVII. 1896.
31. K. v. Kostanecki, Über die Bedeutung der Polstrahlung während der Mitose etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIX. 1897.
32. Lavdowsky, Von der Entstehung der chromatischen und achromatischen Substanzen etc. Anatomische Hefte. Bd. IV. 1894.
33. Lustig u. Galeotti, Cytologische Studien über pathol. menschliche Gewebe. Beitr. zur pathol. Anat. u. zur allgem. Pathologie. Bd. XIV. 1893.
34. F. M. MacFarland, Celluläre Studien an Molluskeneiern. Zool. Jahrbücher. Bd. X. 1897.
35. Mark, Maturation, Fecundation and Segmentation of Limax agrestis. Bull. of the Mus. of comp. Zool. at Harv. College. Vol. V. 1881.
36. Mayzel, Gaz. lekarska. 1876 u. 1877. Schwalbe u. Hoffmann's Jahresber. Bd. V u. VI. p. 36 u. 25.
37. Metzner, Beiträge zur Granulalehre. Arch. f. Anat. u. Physiol. p. 309. 1894.
38. Meves, Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von Salamandra maculosa. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLVIII. 1897.
39. P. Mitrophanow, Contributions à la division cellulaire indirecte chez les Sélaciens. Internationale Monatsschrift für Anatomie u. Physiologie. Bd. XI. 1894.
40. Prenant, Observations cytologiques sur les éléments séminaux de la Scolopendre et de la Lithobie. La Cellule. T. III. 1887.
41. Prenant, Le corps intermédiaire de Flemming dans les cellules séminales de la Scolopendre et de la Lithobie. Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie. 27. Févr. 1892.
42. Prenant, Contribution à l'étude de la division cellulaire. Le corps intermédiaire de Flemming dans les cellules séminales de la Scolopendre et de la Lithobie. Archives de Biologie. 1892.
43. Prenant, Contribution à l'étude de la division cellulaire. IX. Le corps intermédiaire de Flemming. Archives de Physiologie. Bd. XXIV. 1892.
44. Prenant, Sur le corpuscule centrale. Bullet. de la Société des sciences de Nancy 1894.
45. Raffaele, Osservazioni sul foglietto superficiale degli embrioni dei pesci ossei. Mitth. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. XII. 1892.
46. Fr. Reinke, Zellstudien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

47. L. Rhumbler, Stemmen die Strahlen der Astrosphäre oder ziehen sie? Arch. für Entwicklungsmechanik der Organismen. 1897.
48. W. S. Roudner, Der Zwischenkörper Flemming's in den Blastomeren der Knochenfische. Arbeiten des zool. Laboratoriums der Warschauer Universität. XI. Heft. Warschau 1894. Vortrag gehalten in d. biologischen Abtheilung der Warschauer naturforschenden Gesellschaft. (Diese Arbeit war mir leider nicht zugänglich.)
49. Schleicher, Die Knorpelzelltheilung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI. p. 283. 1879.
50. Sobotta, Die Befruchtung u. Furchung des Eies der Maus. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLV. 1895.
51. Solger, Zur Kenntnis des Zwischenkörpers sich theilender Zellen. Anat. Anz. 1891.
52. Strasburger, Über Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875. 1. Aufl. (1880 3. Aufl.)
53. Strasburger, Über den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882.
54. Strasburger, Über Kern und Zelltheilung. Jena 1880.
55. Strasburger, Histologische Beiträge. 4. Heft. Jena 1892.
56. Strasser, Zur Entwicklung der Extremitätenknorpel bei Salamandra und Tritonen. Morph. Jahrb. Bd. V. 1879.
57. Van der Stricht, Division mitosique des érythroblastes et des leucoblastes à l'intérieur du foie embryonnaire etc. Anat. Anz. 1891.
58. W. T. Swingle, Zur Kenntnis der Kern- u. Zelltheilung bei den Sphacelariaceen. Cytolog. Studien aus dem Bonner botan. Institute. Berlin 1897.
59. Vejdovský, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen. Prag 1888—1892.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren wurden mit dem Abbe'schen Zeichenapparat (Zeiss) entworfen, theilweise in der Höhe des Objekttisches, theilweise auf dem Tische. Sie sind sämmtlich mit Zeiss'schen apochromat. Obj. und Kompensationsocularen hergestellt.

Tafel XX.

Fig. 1. Tentakelentodermzellen von Obelia gelat. Zu beiden Seiten die Stützlamelle. Um die Kerne hat sich eine Sekretvacuole ausgebildet. Die Grenzen der einzelnen Zellen lassen sich nicht mehr unterscheiden. Vergr.: Hom. Imm. Num. Ap. 1.30. Äq. Br. 2,0. Komp. Oc. 12. Gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 2*a*. Stück eines Tentakels von Obelia gelat. Die Sekretvacuolen der einzelnen Zellen sind weiter fortgeschritten; sie haben bereits die Stützlamelle erreicht. Ein Theil des Protoplasmas hat sich wieder um den Kern angesammelt. Vergr.: Hom. Imm. Ap. 1,30. Äq. Br. 2,0. Komp. Oc. 8. Gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 2*b*. Stück eines ausgewachsenen Tentakels. Die Entodermzellen neh-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

men den größten Theil des Schnittes ein. Sie sind mächtig vacuolisirt. Die festen, pergamentartigen Zellmembranen lassen deutlich das Arkadensystem erkennen. Jeder Kern ist in eine Protoplasmainsel eingeschlossen, die durch Ausläufer mit den Zellwänden in Verbindung steht. Vergr.: Hom. Imm. Ap. 1,30. Äq. Br. 2,0. Komp. Oc. 8. Gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 3. Längsschnitt durch die Magenentodermzellen eines Obeliapolypen. Vergr.: Hom. Imm. Ap. 1,30. Äq. Br. 2,0. Komp. Oc. 12. Gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 4 u. 5. Theilungsfiguren mit typischer Zellplatte eines Medusenembryo von Obelia gelat. Vergr.: Hom. Imm. Ap. 1,30. Äq. Br. 2,0. Komp. Oc. 12. Gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 6. Theilungsstadium der Zelle eines Medusenembryos. Die Spindelplatte ist schon angelegt. Rechts legt sich die Cytoplasmaplatte an. Vergr. dieselbe.

Fig. 7. Ähnliches Stadium. Vergr. dieselbe. Gez. in der Höhe des Tisches.

Fig. 8. Dessgleichen. Es ist nur eine Spindelplatte angelegt. Vergr. dieselbe, jedoch gezeichnet in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 9. Dessgleichen. Flemming'scher Körper. Vergr. dieselbe.

Fig. 10. Dessgleichen. Die Elemente der Zellplatte sind zu einer kompakten Masse verschmolzen. Vergr. dieselbe.

Fig. 11. Zwei Schwesterzellen, die sich ohne Zellplatte getheilt haben. Vergr. dieselbe.

Fig. 12. Dessgleichen. Flemming'scher Körper aus drei Körnern bestehend. Vergr. dieselbe.

Fig. 13. Dessgleichen. Von zwei Seiten aus dringt im Schnitt die Einschnürungsfurche vor. Sie hat die Centralspindel im Flemming'schen Körper zusammengefasst. Vergr. dieselbe.

Fig. 14. Dessgleichen. Der Theilungsprocess ist schon vorüber. Die Zellkerne regeneriren sich. Der Flemming'sche Körper besteht noch mit einem Residuum der Centralspindel. Vergr. dieselbe.

Fig. 15. Dessgleichen. Mikrosomaler Bau der Centralspindel. Vergr. dieselbe.

Fig. 16. Dessgleichen. Theilung einer Zelle mit Zellplatte. Rechts ist die Cytoplasmaplatte aufgesprungen und hat sich bis zur Spindelplatte gespalten. Vergr. dieselbe. (Dieses Bild tritt leider auf der lithogr. Tafel nicht deutlich genug hervor.)

Fig. 17. Dessgleichen. Die beiden Tochterzellen sind aus einander gerückt. Hierbei hat sich ein Flemming'scher Körper getheilt, indem er sich in der Mitte zu einem langen Faden auszog. Vergr. dieselbe.

Fig. 18. Limax maximus. Modus der Bildung eines Flemming'schen Körpers durch äquatoriale Verdickungen der Centralspindelfasern. Vergr. dieselbe.

Fig. 19. Dessgleichen. Die Zelltheilung ging ohne Ausbildung eines Zellplattenrudimentes oder einer Zellplatte von statten. Vergr. dieselbe.

Fig. 20. Dessgleichen. Aus der Zellplatte ging eine Membran hervor. Vergr. dieselbe.

Fig. 21. Dessgleichen. Zelltheilung mit Zuhilfenahme einer Spindelplatte, einer Cytoplasmaplatte und der Einschnürungsfurche. Vergr. dieselbe.

Fig. 22. Dessgleichen. Unregelmäßige Ausbildung einer doppelten Zellplatte.

Fig. 23. Dessgleichen. Anlage eines Flemming'schen Körpers und einer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Cytoplasmaplatte. Die Centralspindel wird im Flemming'schen Körper zusammengefasst. Vergr. dieselbe, jedoch gez. in der Höhe des Tisches.

Fig. 24 u. 25. Dessgleichen. Zellplattenbifurkation. Die Zellplatten sind bereits in eine Membran übergegangen. In Fig. 25 haben sich die Verdickungen der Spindelplatte unverändert erhalten. Vergr. dieselbe.

Fig. 26. Dessgleichen. Die Zelltheilung vollzieht sich allein durch Spaltung einer Zellplatte. Vergr. dieselbe.

Fig. 27. Dessgleichen. Die Kerne regeneriren sich bereits. Ein Theil der Centralspindelfasern zeigt außerordentlich deutlich äquatoriale Verdickungen. Eine rudimentäre Cytoplasmaplatte, die sich zwischen die rudimentäre Spindelplatte hineinerstreckt, ist angelegt. Vergr. dieselbe.

Fig. 28. Dessgleichen. Die Zelltheilung ist bereits vollzogen. Die Cytoplasmaplatte hat sich hierbei gespalten. Beide Tochterzellen hängen nur noch durch die Centralspindelfäden zusammen, die deutliche äquatoriale Differenzirungen haben. Vergr. dieselbe.

Fig. 29. Dessgleichen. Nur an vier Stellen der Centralspindel zeigen sich dicke äquatoriale Differenzirungen. Vergr. dieselbe.

Fig. 30. Dessgleichen. Theilungsfigur mit umfangreicher Spindelplatte. Eine Cytoplasmaplatte wurde nicht angelegt. Vergr. dieselbe.

Fig. 31 u. 32. Dessgleichen. Die Zellkerne haben sich in beiden Fällen regenerirt. Ein Flemming'scher Körper besteht noch mit dem Residuum der Centralspindel. In Fig. 32 liegt er in einer Nische eingebettet. Vergr. dieselbe.

Fig. 33, 34 u. 35. Dessgleichen. Verschiedene Stadien der Ausbildung des Flemming'schen Körpers, sowie der Rückbildung des Centralspindelrestes. Vergr. dieselbe.

Tafel XXI.

Fig. 36. Limax maximus. Mesenchymzelle. Die Einschnürung erfolgte im flachen Bogen. Ein Flemming'scher Körper ist in Gestalt einer dicken Platte vorhanden. Ihm zu beiden Seiten sind die Centralspindelfäden für eine kurze Strecke zu einer Masse verschmolzen. Vergr. dieselbe.

Fig. 37. Dessgleichen. Mesenchymzelle mit Flemming'schem Körper. Vergr. dieselbe.

Fig. 38. Dessgleichen. Zelltheilung durch Einschnürung. Die Spindelplatte hat sich getheilt und hat hierdurch den Centralspindelrest halbirt. Vergr. dieselbe.

Fig. 39, 40 u. 42. Dessgleichen. Zelltheilung vermittels Zellplatte und Einschnürung. (Mehrere Modifikationen dieses Vorganges.) Vergr. dieselbe, jedoch gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 41. Die Zellplatte hat sich in eine Membran verwandelt. Vergr. dieselbe, gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 43. Dessgleichen. Anlage einer Spindelplatte, die jedoch bei der Zelltheilung nicht verwerthet wurde. Vergr. dieselbe, gez. in der Höhe des Objekttisches.

Fig. 44. Trutta salar. Mesenchymzelle mit Flemming'schem Körper. Vergr. dieselbe.

Fig. 45 u. 46. Vorgänge dieselben. Fig. 45 Forellenzelle, Fig. 46 Lachszelle. Vergr. dieselbe.

Fig. 47. Limax maximus. Theilung durch Einschnürung und Zellplatten-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bildung. Die Centralspindelfäden sind in der Richtung von den Kernen nach der Zellplatte im Erlöschen begriffen. Vergr. dieselbe.

Fig. 48, 49 u. 50. Figuren zur Erläuterung der Herkunft der v. Kostanecki'schen Bilder. Fig. 48 u. 50 Lachszellen. Fig. 49 Limaxzelle; hier natürlicher Vorgang. Links hat sich ein Theil der Zellplatte mit der einen Centralspindelhälfte abgelöst und hat sich etwas kontrahirt; die rechte Seite ist intakt. Vergr. dieselbe.

Fig. 51. Trutta fario. Zelltheilung mit Hilfe einer Cytoplasmaplatte, einer Spindelfalte und einer Einschnürungsfurche. Vergr. dieselbe.

Fig. 52. Trutta salar. Zellplattenbifurkation, wie bei den Limaxzellen. Vergr. dieselbe.

Fig. 53. Dessgleichen. Ähnlicher Vorgang wie in Fig. 45. Vergr. dieselbe.

Fig. 54. Dessgleichen. Ausbildung der Spindelplatte in Gestalt eines Ringes. Vergr. dieselbe.

Fig. 55. Dessgleichen. Zelltheilung durch Ausbildung einer Einschnürung und durch Spaltung der Zellplatte (Spindelplatte und Cytoplasmaplatte). Vergr. dieselbe.

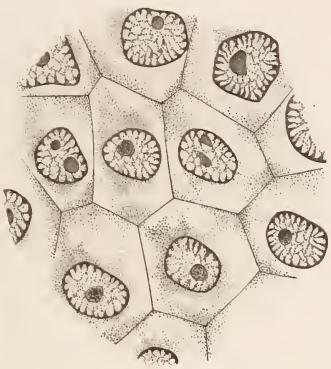
Fig. 56. Limax maximus. Ähnlicher Vorgang wie in Fig. 49.

Fig. 57. Trutta fario. Ausbildung eines Flemming'schen Körpers. Zelltheilung durch Einschnürung. Vergr. dieselbe.

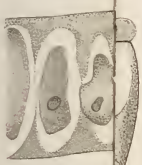
Fig. 58. Limax maximus. Der Rest der Centralspindel persistirt in Gestalt eines gewundenen Stäbchens. Vergr. dieselbe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3.



4.



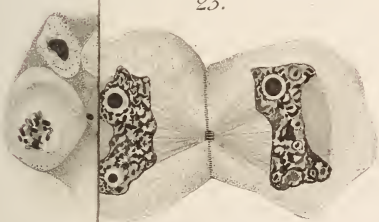
11.

12.

13.

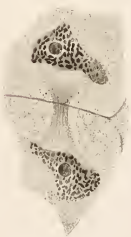
14

23.



24.

25.

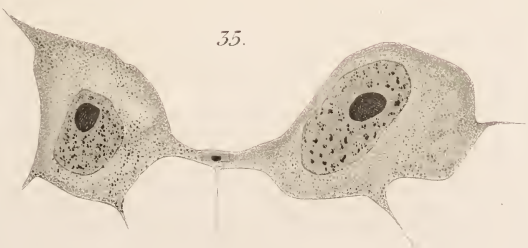


34.

2

33.

35.

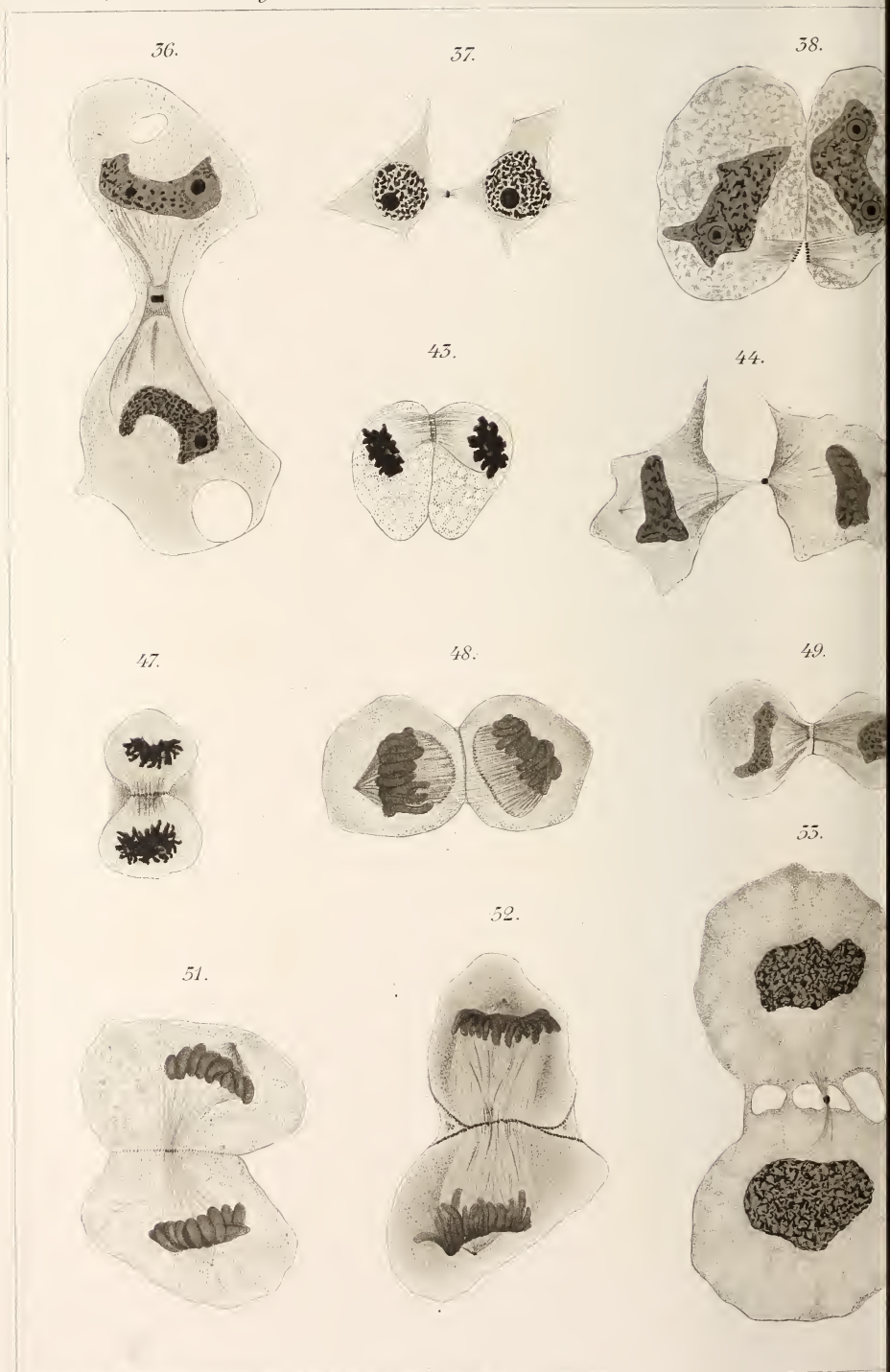


R. Wolfg. Hoffmann ge

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



R. Wolfg. Hoffmann del.

Verlag

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

39.

40.

41.

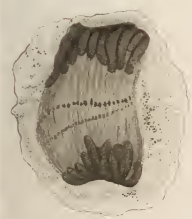
42.

43.

46.

50.

34.



35.

36.

37.

38.

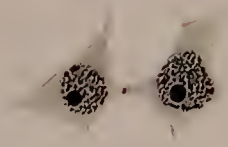
. Leipzig.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

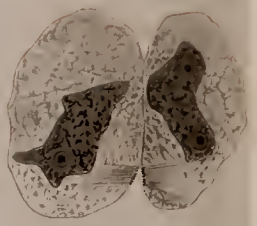
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

36.

37.



38.

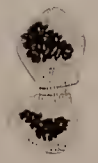


39.

40.

41.

42.

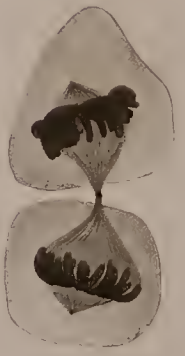


43.

44.

45.

46.



47.

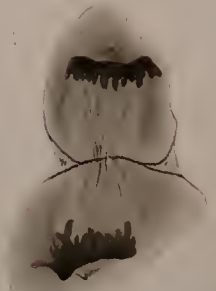
48.

49.

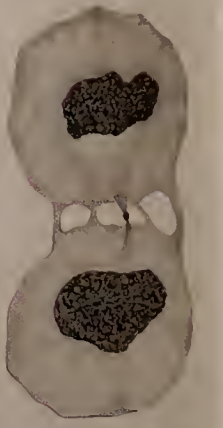
50.

51.

52.



53.

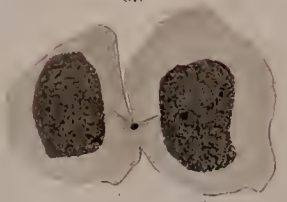


54.

55.

56.

57.



58.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1897-1898

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Hoffmann R. Wolfgang

Artikel/Article: Über Zellplatten und Zellplattenrudimente. 379-432