

## XXXI.

## Ueber Kern- und Zelltheilung.

Von Prof. C. J. Eberth in Zürich.

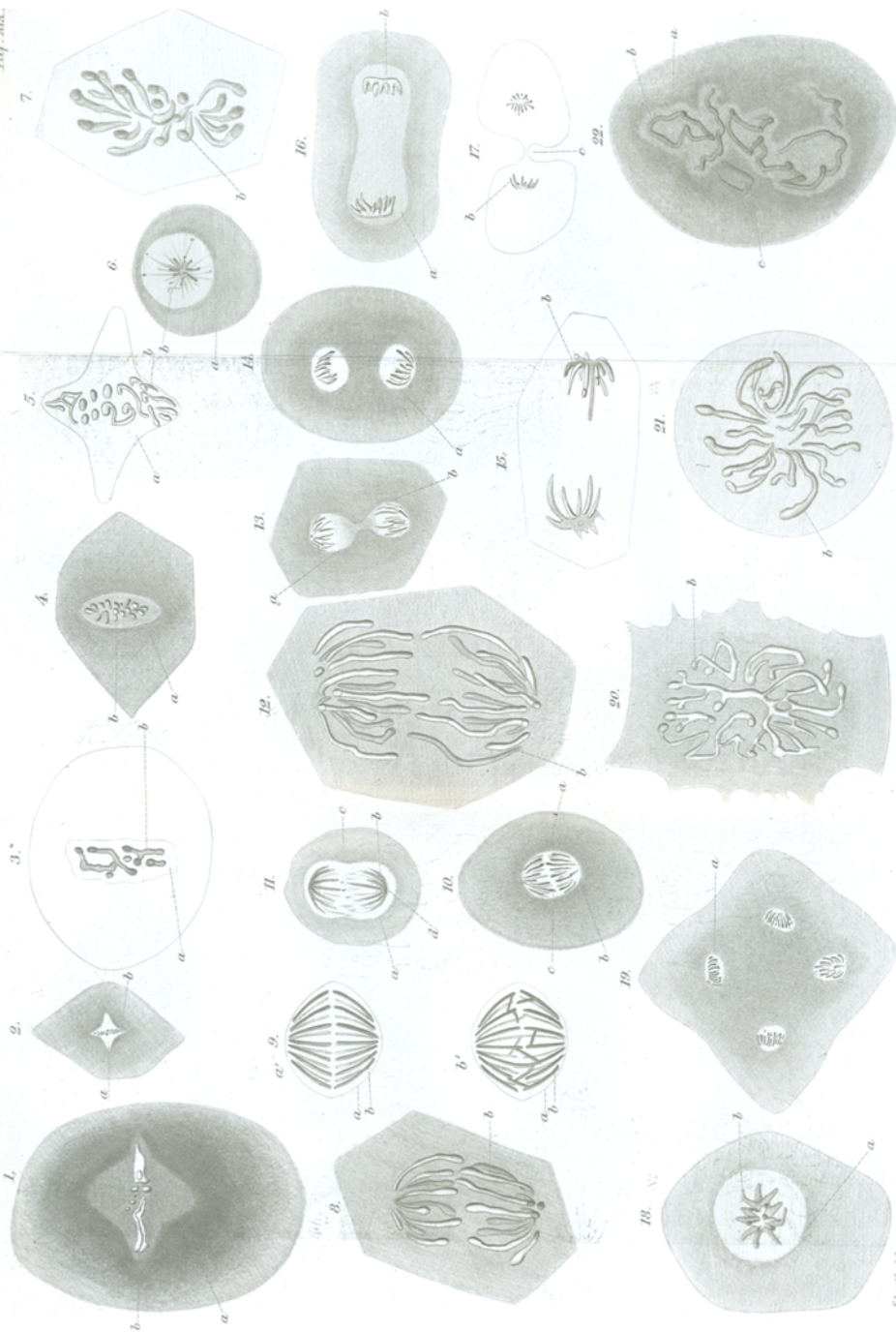
(Hierzu Taf. XVIII—XX.)

Bei meinen Untersuchungen über die Entzündung der Hornhaut in den Jahren 1873 und 1874 traf ich in den Hornhautkörpern wiederholt eigenthümliche Gebilde aus glänzenden Körnern und Fäden, deren Entstehung und Bedeutung ich damals vergebens zu enträthseln mich bemühte. Da sie aber ohne Ausnahme nur während der späteren Entzündungsstadien in wuchernden Hornhautkörpern gefunden wurden, glaubte ich annehmen zu dürfen, dass sie in einer Beziehung zu dem Regenerationsprozess ständen. Als ich später die centrale Keratitis studirte, begegnete ich wieder jenen Körpern. Ich überzeugte mich indessen bald, dass bei einer nur gelegentlichen Beobachtung schwerlich ihre Entwicklung sich würde ermitteln lassen, und da ich nicht die Absicht hatte von meinem Hauptthema — der Entzündung — zu sehr abzuschweifen, verschob ich ein eingehenderes Studium der fraglichen Gebilde.

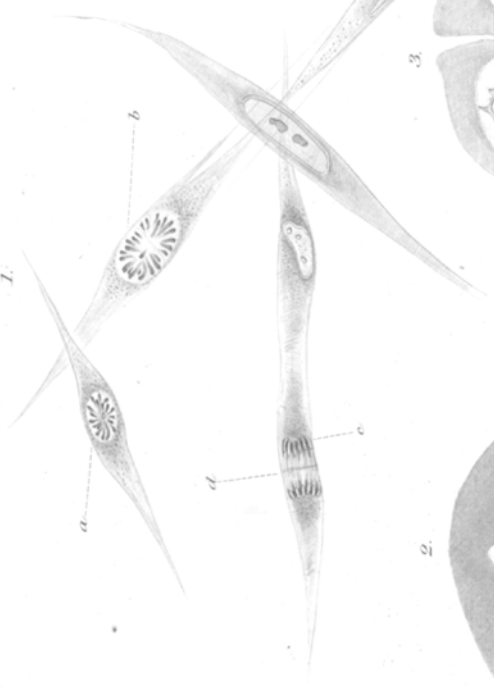
Inzwischen hatte ich bei den Untersuchungen der Herren v. Ewetzky<sup>1)</sup> und Bogoslavskoy<sup>2)</sup> Gelegenheit, Näheres über jene Körper zu erfahren. In den Präparaten des Herrn Bogoslavskoy fand ich sie schon am 3. Tage nach Ablösung des Corneaepithels im Bereich und der nächsten Umgebung der entblösten Hornhautpartien und im wuchernden Epithel. Herr v. Ewetzky (l. c. S. 99) sah dieselben schon am 5. Tage nach Ablösung eines Theiles des Descemet'schen Endothels, sobald einmal die Regeneration im vollen Gange war, und wies nach, dass diese Zellen theilungsfähig sind. Als die letzte

<sup>1)</sup> Ueber das Endothel der Membrana Descemeti. Untersuchungen aus dem patholog. Institut in Zürich 1875.

<sup>2)</sup> Ueber Regeneration der terminalen Hornhautnerven. Dieses Archiv Bd. LXV. 1875. S. 359.



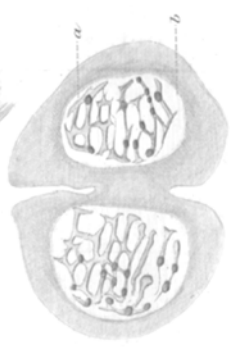
1.



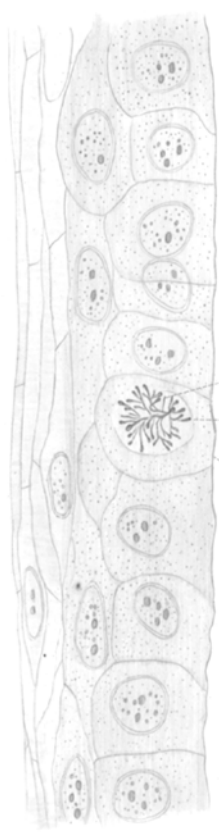
2.



3.



4.



Eberth. del.

W. Griesmann. sc.



Arbeit bereits gedruckt war, erhielt ich das Buch Strassburger's<sup>1)</sup>, der das Auftreten körner- und fadenförmiger Gebilde in den Kernen als einen bei der Zelltheilung sehr häufigen Vorgang nachwies. Ich ersah aus dieser Arbeit, dass die von letztem Forscher an Pflanzen und niederen Thieren beobachteten Erscheinungen in einigen Punkten von den mir bekannten der höheren Thiere abweichen, und darum ging ich auf's Neue an die Untersuchung. Bald erfuhr ich auch aus einigen zum Theil vorläufigen Publicationen, wie getheilt die Ansichten über jene fadenförmigen Körper noch sind<sup>2)</sup>.

Meine Untersuchungsobjecte waren die Cornea des Kaninchens und Frosches und die Nickhaut des letzteren<sup>3)</sup>, denen ich mit dem Messer oder Aetzmittel einen Theil der Zellen entfernt oder getödtet hatte. Um die Proliferation der Descemet'schen Zellen zu studiren, ätzte ich entweder die Cornea eines mittelgrossen Kaninchens 1½ bis 2 Minuten mit dem Chlorzinkstift, bei welchem Verfahren man in der Regel noch die Endothelien mit dem Aetzmittel trifft, oder ich entfernte bei Fröschen nach Eröffnung der vorderen Kammer einen Theil des Endothels mit einem hakenförmig gekrümmten, feinen und mit stumpfem Ende versehenen Glasstäbchen. Aetzung mit Silbersalpeter eignet sich wegen der starken Färbung des Aetzbezirks und der grösseren Eiterung weniger.

Die Lebhaftigkeit der regeneratorischen Wucherung und die Ausdehnung in der sie stattfindet, stehen in keinem proportionalen Verhältniss zur Zahl der körner- und fadenhaltigen Zellen. Bei sehr ausgedehnter Wucherung fand ich letztere oft seltener, bei beschränkter dagegen zahlreich.

Ungefähr zu der gleichen Zeit wie in dem Corneaepithel des Kaninchens, 3 Tage nach dessen Ablösung, sah ich jene Zellen auch in dem wuchernden Corneaepithel des Frosches und der Nickhaut. 5 Tage nach theilweiser Entfernung des Descemet'schen Endo-

<sup>1)</sup> Ueber Zellbildung und Zelltheilung.

<sup>2)</sup> Das Wesentliche meiner Beobachtungen wurde bereits in der Sitzung des ärztlichen Vereins von Zürich am 21. Nov. 1875 in einem kurzen Resumé mitgetheilt. \* Einige Tage später gelangte die vorläufige Mittheilung Mayzels (Medicinisches Centralblatt No. 50. 20. Nov. 1875. Ueber eigenthümliche Vorgänge bei der Theilung der Kerne in Epithelialzellen) über den gleichen Gegenstand in meine Hände.

<sup>3)</sup> Wie ich erst später erfahren habe, ist das Oesophagusepithel des Menschen ein guter Fundort für die zu besprechenden Zellen.

thels sind sie in diesem schon recht häufig. Vom 10. Tage nimmt ihre Zahl wieder ab.

Am geeignetsten fand ich Präparate, welche mit Goldchlorid oder Goldchloridkalium tingirt wurden, die gleich gut für Schnitte, wie für Isolation verwendet werden können. Für das Studium der Descemet'schen Zellen empfehlen sich dünne Flachschnitte oder Ablösung der hinteren Elastica mit ihrem Endothel. Bei dem Frosch kann, sofern die Tinction der Hornhaut nicht zu intensiv ist, das Descemet'sche Endothel in situ untersucht werden. Uebrigens lässt sich die hintere Elastica sammt ihren Zellen und einer dünnen Hornhautlamelle leicht unter dem einfachen Mikroskop ablösen.

In der den Epitheldefect umsäumenden jüngsten Proliferationszone vermisste ich selbst bei einer sehr üppigen Regeneration die Körner- und Fadenzellen, dagegen fand ich sie in einiger Entfernung davon in dem schon regenerirten Epithel. Wurde das Epithel der Kaninchen-cornea im Bereich des Pupillargebietes entfernt, so traf ich nach vollkommener Regeneration die betreffenden Zellen zahlreicher in der intermediären Zone zwischen Hornhautperipherie und dem jüngsten Regenerationsbezirk, wie in dem überhäuteten Centrum. Auch in dem Descemet'schen Endothel sind sie keineswegs nur auf den Saum wuchernder Zellen, welche den Defect zunächst umgeben, beschränkt, sondern sie finden sich auch ausserhalb desselben in einem ziemlich breiten Bezirk zwischen den normalen Endothelien. Da sie hier zahlreicher wie unter normalen Verhältnissen sind, so beweist dies, dass auch die vom Substanzverlust entfernter gelegenen Zellen einen nicht geringen Antheil am Regenerationsprozess haben.

Das Vorkommen unserer Zellen in der normalen Cornea scheint zuerst Krause (Centralblatt 1870) constatirt zu haben. S. 25 seines Handbuchs der Anatomie schreibt er hierüber Folgendes: Einige Kerne der Hornhautepithelien zeigen eigenthümliche grobkörnige Bildungen in ihrer Kernflüssigkeit. Und S. 147 bemerkt er: Einige Epithelien der untersten, aus cylindrischen Zellen bestehenden Lage enthalten granulirte Körperchen an Stelle des Kerns. Im frischen Zustande sind sie blasser, auffallend stärker lichtbrechend nach Behandlung der Cornea mit Goldchlorid, Osmiumsäure, Oxalsäure bei nachträglichem Zusatz von Essigsäure. Durch Alkalien und Säuren erblassen sie, färben sich nicht durch Goldchlorid, bestehen nicht aus Fettkörnchen; ihre Bedeutung ist unbekannt. Mitunter

kommen die Zellen, welche die granulirten Körperchen enthalten, in ziemlich regelmässigen aber weiten Distanzen vor. —

In der normalen Cornea traf ich die Faden- und Körnerzellen am häufigsten in der untersten, aus cylindrischen Zellen bestehenden Schichte. Weniger zahlreich sind sie in den nächsten Lagen. Immerhin ist ihre Zahl gering, wie Fig. 2 Taf. XVIII. zeigt, welche das um wenig reducirte Gesichtsfeld von System 7 Hartnack, mit Camera lucida gezeichnet, wiedergiebt. Man würde übrigens irren, wollte man annehmen, dass in der übrigen Hornhaut die betreffenden Zellen etwa in der gleichen Zahl vertreten sind, wie auf der gezeichneten Fläche, welche in einem kleinen Raum eine grössere Zahl jener Zellen als gewöhnlich enthielt. Durchmustert man eine grössere Strecke, so sieht man, dass die Vertheilung jener Zellen keine sehr regelmässige ist, dass letztere vereinzelt mitunter in ziemlich gleichen Entfernungen stehen, und dann wieder in grösserer Zahl nahe bei einander vorkommen. Durch ihre Grösse, den helleren körnigen Inhalt und die rundliche Form fallen die Zellen besonders an Goldpräparaten sofort auf. Dies gilt besonders von den grösseren; die kleineren unterscheiden sich in Form und Grösse weniger von den gewöhnlichen Epithelien und stellen Polygone mit leicht abgestumpften Ecken dar. Erstere stehen auch mehr isolirt, letztere in Gruppen von 2 Individuen, die sich entweder in einer grösseren Fläche berühren oder durch wenige gewöhnliche Epithelien von einander getrennt werden.

Unsere Aufmerksamkeit fesselt ein kernähnlicher, rundlicher oder elliptischer Körper, der etwas grösser wie der Nucleus der gewöhnlichen Epithelien ist und aus einem Haufen glänzender Körperchen besteht.

Eine deutliche doppelt conturirte Membran, wie die Kerne der Epithelien, besitzt jener Körper nicht. Ihn umschliesst ein schmaler Hof, der etwas heller wie die übrige Zellsubstanz ist, gegen welche er sich durch eine feine Linie, die oft nur an einzelnen Stellen deutlich ist, abgrenzt. Häufig erscheint der lichte Hof nur als eine hellere Partie der Zelle.

Was nun den Inhalt des kernähnlichen Gebildes betrifft, so weiss ich der Beschreibung Krause's kaum etwas beizufügen. Die Körner, welche neben einer homogenen Flüssigkeit denselben bilden, sind etwas kleiner wie die kleinsten Kernkörperchen. Daneben

finden sich noch gerade gebogene und S-förmig gekrümmte, glänzende Stäbchen mit knopfförmigem Ende und von dem gleichen Durchmesser wie die Körner. Nicht selten sind diese Körner und Stäbchen radiär angeordnet.

Bei dem spärlichen Vorkommen dieser Zellen in normalen Hornhäuten ist das Studium ihrer Genese etwas zeitraubend und ich gab darum Hornhäuten den Vorzug, denen ich eine regenerative Wucherung erzeugt hatte, welche in grösserer Zahl diese Zellen liefert. Leider ist es weder beim Kaninchen noch dem Frosch möglich, die Entwicklung dieser Gebilde durch alle ihre Stadien am lebenden Object zu verfolgen und wir sind darum gezwungen, aus getrennten Zuständen dieselbe zu construiren. Ueber diese Schwierigkeit helfen uns jedoch die Beobachtungen Strassburger's hinweg, welcher die Bildung der Körner und Fäden, wie die weiteren Veränderungen, welche diese erfahren, unter seinen Augen sich abspielen sah.

Untersucht man beim Kaninchen zwischen dem 3. und 10. Tage seit der Ablösung das Epithel des Regenerationsbezirks und dessen nächste Partien gegen den Hornhautrand, so nimmt man bald einige Zellen wahr, die nicht allein durch ihre Grösse, sondern auch durch ihre mehr kuglige Gestalt und durch den hellen feinkörnigen Inhalt sich von den übrigen polygonalen Epithelien unterscheiden (Taf. XVIII. Fig. 3, Taf. XX. Fig. 4). Dass sie dem Epithel selbst angehören und nicht etwa eingewandert sind, dafür dürfte schon ihre Lage sprechen. Sie liegen nemlich nur in der untersten und den mittleren Schichten, während doch Wanderzellen zerstreut im Epithel vorkommen. Wir sehen aber auch zwischen den cylindrischen Epithelien der untersten Lage einige die noch ganz die Form und Grösse der gewöhnlichen Epithelien haben, aber einen etwas helleren Inhalt wie diese besitzen. Während die Zellen der untersten Schicht einen von einer doppelt contourirten Membran begrenzten, rundlichen, mitunter auch bisquitförmigen oder doppelten Kern einschliessen, der etwa halb so gross wie der längste Durchmesser der Zelle ist und in seiner feinkörnigen Substanz 1—5 und mehr Kernkörperchen enthält, finden wir den Kern der hellen Zellen grösser und stärker granulirt durch glänzende Körnchen, die wohl etwas kleiner als die Kernkörperchen, sonst aber von dem gleichen Aussehen sind wie diese. Man erkennt übrigens, wo diese Körnchen nicht dicht liegen, zwischen ihnen die



etwas grösseren Kernkörperchen. Bei einer stärkeren Vergrösserung erscheinen die glänzenden Körnchen nicht als isolirte Körperchen wie die Nucleoli, sondern als kleine Verdickungen in den netzförmig anastomosirenden zarten Fäden, welche das Kernstroma bilden. Daneben kommen übrigens auch frei im homogenen Kernsaft suspendirte isolirte glänzende Körnchen vor.

An anderen Zellen ist die Kernmembran undeutlich, manchmal hat es den Anschein, als sei sie in Körnchen zerfallen oder sie ist ganz verschwunden und auch der Inhalt des Kerns hat einige Aenderungen erfahren. Die Kernkörperchen sind nicht mehr sichtbar und statt der körnigen Kernsubstanz oder der frei im Kernsaft schwimmenden und dem netzförmigen Stroma eingebetteten, glänzenden Körnchen finden wir einen unregelmässigen, zackigen, sternförmigen, glänzenden Körper, halb so gross etwa wie der frühere Kern (Taf. XIX. Fig. 6b, Fig. 18b). Die Strahlen und Zacken desselben sind bald kurz und plump, bald bilden sie feine an den Enden mit kleinen Anschwellungen versehene Fäden. Oder der Körper ist in die Länge gezogen und spindelförmig (Taf. XVIII. Fig. 3a). Der helle Hof, der ihn umgiebt, und bald durch eine feine Linie gegen die Zellsubstanz sich absetzt, bald nur als eine lichte Partie mit verwaschenen Conturen erscheint, ist der Rest des früheren Kerns (Taf. XIX. Fig. 6a, Fig. 18a).

Ohne Zweifel haben wir in der aus dem Kern abgeschiedenen Körner- und Fadenmasse das Analogon jenes Gebildes vor uns, welches Strassburger äquatoriale Stäbchenplatte genannt hat. Der Bau und die Anordnung desselben wie die weiteren Veränderungen, welche es erfährt, sind im Wesentlichen so übereinstimmend mit denen, welche jener Forscher an dem gleichen Körper pflanzlicher Zellen gesehen hat, dass eine solche Annahme wohl gerechtfertigt ist.

Nach den Beobachtungen von Strassburger und Bütschli leitet die Bildung der Kernplatte den Vermehrungsprozess der Zelle und zunächst des Kerns ein. In dem Aequator des veränderten Kerns erscheint eine aus glänzenden Körnern und Stäbchen gebildete Scheidewand oder Platte, die sich dann spaltet „so zwar, dass ihre zu einander parallelen Seitenflächen auseinander zu weichen beginnen“. Diese Trennung der Kernplatte scheint, soweit man aus den Erscheinungen bei *Spirogyra* schliessen darf, sehr schnell zu erfolgen. Wenigstens sah Strassburger hier die beiden Platten-

hälften so rasch sich von einander entfernen, dass ihre Bewegung bei 600facher Vergrösserung ohne Weiteres zu sehen war. Es mag uns dies auch erklären, weshalb die Anfänge der Spaltung an den Kernplatten der Corneaepithelien so selten zur Beobachtung kommen.

Die nächste Veränderung, welche die Körner und Fadenmasse in den Corneaepithelien erfährt, besteht darin, dass dieselbe sich etwas verdickt und verkürzt und so die Gestalt einer biconvexen Linse oder einer Kugel aus meridional angeordneten Stäbchen und Körnerreihen annimmt. Durch äquatoriale Spaltung trennt sich dieser Körper in 2 Halbkugeln (Taf. XVIII. Fig. 3 b. Taf. XIX. Fig. 9a'). Die Körnchen, denen man in einem früheren Stadium häufig begegnete, finden sich jetzt nur noch sparsam zwischen den Fäden, besonders in der Gegend der Pole. Sie haben sich wahrscheinlich durch Verschmelzung und Längenwachsthum in Fäden verwandelt. Denn diese sind jetzt zahlreicher als früher. Die den äquatorialen Spalt begrenzenden Fadenenden laufen bald in feine Spitzen aus, bald tragen sie kleine Anschwellungen. Wenn auch im Ganzen die Anordnung dieser Fäden eine ziemlich regelmässige ist, d. h. wenn dieselben meridional verlaufen, so folgen sie doch nicht in gleichen Entfernungen. Auch sind sie verschieden lang, und manche stehen durch schräge Anastomosen miteinander in Verbindung (Taf. XIX. Fig. 9b'). Die Trennung des gestreiften linsenförmigen Körpers vollzieht sich nicht gleichzeitig an allen Punkten der äquatorialen Fläche, und so kommt es, dass die beiden Halbkugeln öfters durch einige longitudinale Fäden einige Zeit miteinander verbunden bleiben.

Sobald einmal die Trennung der beiden Halbkugeln erfolgt ist, erkennt man, dass ihre Fäden nur die äussere Begrenzung jener bilden, dass sie also Faserkörbe darstellen. Auch in früheren Stadien sah ich die Körner des schmalen spindelförmigen Körpers — der Kernplatte — oft in Form eines Ringes angeordnet (Bütschli's Körnerkreis).

Die beiden Faserkörbe rücken nun immer mehr auseinander. Dabei erscheint oft eine feine, unterbrochene körnige Streifung in dem Spaltraum, als wären die glänzenden Fäden zu feinen Fädchen ausgezogen worden (Taf. XIX. Fig. 11). Sind endlich auch diese letzten Verbindungen zerrissen und die Faserkörbe noch näher gegen die Peripherie der Zelle gerückt, dann scheint zuerst an den Polen,

wo die stark convergirenden Fäden sich berühren, eine Verschmelzung derselben stattzufinden. Wenigstens sind die einzelnen Fäden hier nicht mehr deutlich zu unterscheiden, sie enden hier in einem Haufen glänzender Körner oder einer halbmondförmigen Figur (Taf. XIX. Fig. 11 d). Auf Kosten der Fäden vergrößert sich diese, als würden jene nach und nach in die polare Masse aufgenommen (Taf. XIX. Fig. 15 b, Fig. 16 b). An Stelle eines Faserkorbes bleibt dann ein ovaler, etwas zackiger, von einem hellen Hof umgebener Körper zurück — der neue Kern. Jetzt gleicht er allerdings wenig den gewöhnlichen Kernen der Hornhautepithelien, denn er ist nicht nur ziemlich kleiner wie jene, nicht rund, sondern schalenförmig, membranlos und enucleolär und besteht aus einer homogenen Substanz (Taf. XVIII. Fig. 3 c).

Der helle Hof, welcher die Faserkörbe umgiebt, und der, wie früher bemerkt wurde, der veränderte Kern ist, wird durch die von einander rückenden Faserkörbe in die Länge gezogen, dann erhält er in der Mitte eine Einschnürung (Taf. XIX. Fig. 11 a, Fig. 16 a) und wird so bisquitförmig. Hierauf trennt er sich in der Mitte und zerfällt damit in 2 gleiche ovale Stücke, deren jedes in seinem Centrum einen Faserkorb enthält.

Die Zelle zeigt erst eine auffällige Betheiligung an der Vermehrung der Kerngebilde, wenn die Faserkörbe beginnen sich zu verdichten und in zackige Körperchen umzuwandeln. Dann tritt eine seichte quere Einschnürung in der Mitte der verlängerten Zelle hervor, wodurch diese zunächst gitarrenförmig wird. Der dünne, die beiden Zellhälften verbindende Stiel verschmächtigt sich und endlich trennt sich die Zelle in 2 Hälften. Oder die Theilung beginnt mit einer ganz schmalen ringförmigen Einschnürung, die als feine Linie oder Scheidewand die Zelle zu halbiren scheint (Taf. XVIII. Fig. 1 c).

Ich habe die jungen Kerne in einem Stadium verlassen, wo sie zackige, kleine Körperchen darstellen. Diese wandeln sich aber später in grössere bläschenförmige Kerne um. Wenigstens dürfte das Vorkommen von länglichen Zwillingzellen mit kleineren, runden, membranösen Kernen, die einen stärker granulirten Inhalt besitzen, für jene Annahme sprechen (Taf. XVIII. Fig. 3 d). Den aus einfacher Theilung hervorgegangenen Kernen fehlt der trübe Inhalt.

Auch die in der Substanz der Hornhaut gelegenen Zellen, sowohl die sternförmigen Hornhautkörper wie die ründlichen Plasmazellen bieten die gleichen Veränderungen des Kerns wie die Epithelien. Von Eiterkörpern unterscheiden sich die Plasmazellen durch den etwas grösseren Durchmesser und den meist einfachen, runden, elliptischen oder nierenförmigen Kern. In Gold werden sie stärker tingirt wie die übrigen Zellen.

Die frühesten Stadien der Kernumwandlung der Plasmazellen habe ich leider nicht zu Gesicht bekommen, denn es sind im Ganzen nur wenige Zellen, in denen die Fäden und Körner auftreten. Da aber die Anordnung dieser, wenigstens später die gleiche ist, wie in den Epithelien, so darf man wohl annehmen, dass auch keine grossen Verschiedenheiten in der ersten Anlage jener Gebilde bestehen. Die jüngsten Formen traf ich in den äussersten Schichten von Hornhäuten, denen vor 3—4 Tagen ein Theil des Epithels mit dem Messer entfernt worden war. An diesen Zellen fiel vor Allem der Mangel einer Membran und der Kernkörperchen des runden oder nierenförmigen Kerns auf. Dieser erschien als ein heller Fleck, umgeben von einem schmalen Saum dunklen Protoplasmas. Die helle Kernsubstanz war durchsetzt von glänzenden, mitunter gebogenen und an den Enden leicht angeschwollenen radiären Fäden, zwischen denen auch einige kleine glänzende runde Körner, ungefähr von dem Durchmesser jener Fäden lagen, die ebenfalls radiär angeordnet waren. Dann schien der helle Kern sich etwas zu verlängern und die Fadenmasse durch eine Querspaltung in 2 Hälften zu zerfallen. Jeder dieser Körper wandelt sich darauf in einen Faserkorb um.

Ferner traf ich die Kernfäden noch vor Ende der ersten Woche nach Chlorzinkätzung oder Entfernung des Epithels im Proliferationsbezirk in den vergrösserten und zu Spindeln ausgewachsenen Hornhautkörpern wie in den grossen Protoplasmasträngen und ihren spindelförmigen Theilstücken. Die Zellen, welche diese Fäden enthalten, sind übrigens auch hier spärlich. An Stelle des Kerns findet sich ein länglichrunder, hüllenloser Fleck, der etwas grösser ist wie die von Membranen bekleideten Kerne. Das Protoplasma der Zellen ist intensiv gefärbt und bildet, sowohl um die mit Hüllen versehenen wie um die nackten Kerne dunkle Säume. Nucleoli fehlen den nackten Kernen. Die Vermehrung dieser letzteren wird auch hier eingeleitet

durch das Erscheinen einer aus dicht aneinander gelegenen Körnern und Fäden gebildeten Platte oder eines Rings, der sich nirgends bis zur Oberfläche des Nucleus erstreckt und quer zu dessen Längsaxe steht. In einem späteren Stadium finden wir statt der Körner radiär angeordnete, an dem äusseren Ende leicht kolbig angeschwollene glänzende Stäbchen und Fäden (Taf. XX. Fig. 1a). Diese Sternfigur spaltet sich, nachdem sie sich etwas verlängert hat, der Quere nach in 2 Hälften, die sich allmählich von einander entfernen und gegen die Kernpole rücken (Taf. XX. Fig. 1 b). Die zwischen den inneren Enden der beiden kegel- oder halbkugelförmigen Stäbchengruppen gelegene Kernsubstanz, zeigt manchmal eine unterbrochene, sehr feine Streifung, als hingen die innersten Stäbchenenden noch durch feine Fäden zusammen (Taf. XX. Fig. 1c). Je mehr die beiden Kernanlagen von einander rücken, desto undeutlicher wird der frühere blasse Kern. Die Fäden und Stäbchen gruppieren sich dann regelmässiger, so dass nun jede der Halbkugeln aus meridional angeordneten, gegen die Pole stark convergirenden und dort miteinander verschmolzenen Stäbchen gebildet wird. Eine feine Querlinie, welche den Raum zwischen den beiden Kernanlagen quer durchsetzt, dürfte wohl die erste Andeutung einer beginnenden Zelltheilung sein.

Der Bildung der Körner und Fäden in den Descemet'schen Zellen des Kaninchens geht ebenfalls eine Auflösung der Kernmembran voraus. Oft scheint es als zerfielen die Kernhülle in feine Körnchen. Die Nucleoli sind um diese Zeit noch vorhanden. Ein weiteres Stadium wird durch solche Zellen repräsentirt, welche polygonale und ovoide dunkle Protoplasmakörper darstellen, die an Stelle des früheren elliptischen und nierenförmigen Kerns einen hellen ovalen Fleck enthalten, dessen Längsaxe von glänzenden Körnern und Fäden eingenommen wird, die ziemlich dicht liegend bei schwacher Vergrösserung eine ununterbrochene Scheibe oder Körnerzone zu bilden scheinen (Taf. XIX. Fig. 4). Der blass membranlose Kern wird dann mehr rund, die Körner entwickeln sich zu Fäden, welche longitudinal gestellt, einen linsenförmigen oder kugligen Körper bilden. Der Inhalt dieses Gebildes ist die gleiche feinkörnige Masse, aus welcher der alte Kern besteht und die Fasern stellen nur die äussere Begrenzung jenes Körpers dar. Durch äquatoriale Spaltung theilt sich dann die Fasermasse in 2 Faserkörbe (Taf. XIX. Fig. 10). Diese rücken von einander, der

alte Kern verlängert sich und theilt sich endlich der Quere nach in 2 Hälften (Taf. XIX. Fig. 14a). Die weiteren Veränderungen der beiden Faserkörbe sind so übereinstimmend mit denen in Epithelien, dass ich auf eine Detailschilderung verzichte.

Ausserdem finden sich in dem Descemet'schen Endothel polygonale Zellen mit nierenförmigen, membranlosen Kern und Kernkörperchen, deren homogene Substanz von einem dichten Netz feiner, gewundener Fäden durchzogen ist (Taf. XVIII. Fig. 7).

Die Cornea und die Nickhaut des Frosches sind vortreffliche Objecte für das Studium des geschilderten Processes, der auch hier mit einer Vergrösserung des kugligen doppelt conturirten Kerns beginnt. In der hellen, aber noch etwas körnigen Kernsubstanz, deren Kernkörperchen verschwunden sind, treten kleine glänzende runde Körner auf, die im Centrum des Kerns einen Haufen bilden, von dem starre und leicht gebogene, an den äusseren Enden geknöpfte Fäden ausstrahlen. Statt der äquatorialen Platte findet man öfter einen spindelförmigen Körper aus longitudinalen, gegen die Pole stark convergirenden Stäbchen, Fäden und Körnern bestehend. Diese bilden gewissermaassen die vielfach durchbrochene Begrenzung dieser Spindel, denn der Raum, welchen sie umschliessen, enthält nichts weiter als die gleiche helle, wenig körnige Substanz wie der Kern. In derselben Weise wie beim Kaninchen trennt sich der spindelförmige Körper durch einen queren Spalt in 2 hohle Kegel oder Halbkugeln, deren Stäbchen durch einzelne quere und schräge Anastomosen unter sich zusammenhängen. Die beiden Halbkugeln rücken mehr auseinander, die wenigen longitudinalen Verbindungsfäden trennen sich (Taf. XIX. Fig. 8b, Fig. 12b), die Fäden beginnen an den Polen der beiden Kegel oder Halbkugeln zu verschmelzen und verkürzen sich in dem Grad als die Verschmelzung fortschreitet. Jeder der jungen Kerne bildet eine flache Schale aus einer glänzenden, durch einige Körner unterbrochenen Substanz und erscheint im Profil als ein kleiner Halbmond. Die äussere Begrenzung dieser Halbmonde ist meist glatt, die concave Fläche dagegen durch einige über den Rand des Hauptkörpers hervorragende Körner und Fäden uneben.

Die Kernmembran und die Nucleoli sind meist schon verschwunden, bevor noch die Trennung der Fadenmasse begonnen hat. An Stelle des Kerns finden wir dann einen hellen Fleck, der

sich anfangs noch scharf gegen das Protoplasma absetzt, später aber nur als eine lichtere Scheibe mit verwaschenen Conturen die beiden Kernanlagen einschliesst und noch vor der Theilung des neuen Kerns undeutlich wird, so dass dieser frei im hellen Protoplasma zu liegen scheint.

Die Spaltung des spindelförmigen Körpers vollzieht sich aber nicht immer in der angegebenen Weise, ja es ist sogar fraglich, ob ein solcher stets angelegt wird und ob die Abscheidung der Körner und Fäden nur in der Mitte und nicht auch an verschiedenen Stellen des Kerns erfolgt. Hierfür dürfte das Vorkommen membranloser Kerne mit einer grösseren Zahl zerstreuter Körner und Fäden sprechen. Manche Zellen enthalten nemlich radiär angeordnete, an den Enden leicht angeschwollene, getheilte und anastomosirende (Taf. XIX. Fig. 21) Fäden, die oft einem kurzen axialen Faden aufsitzen, während andere frei daneben liegen (Taf. XIX. Fig. 20b.). Mitunter sind die Fäden zu länglichen, in der Mitte etwas eingeschnürten Bündeln vereinigt (Taf. XIX. Fig. 7b), oder sie bilden ein Netz oder ein Knäuel (Taf. XVIII. Fig. 5), dann liegen sie vielfach gewunden regellos herum in der Zellsubstanz oder sie sind zu einem Kranz oder Ring angeordnet (Taf. XVIII. Fig. 4).

Während die ovalen und nierenförmigen Kerne der normalen Descemet'schen Zellen eine doppelt conturirte Hülle und mehrere Kernkörperchen besitzen, sind jene in denen bereits Körner und Fäden aufgetreten sind, membranlos und enucleolär und auch die Form ist eine andere. Jeder Kern gleicht nemlich einer kurzen Spindel. In der Queraxe verdickt sich diese zu einem Wulst oder einer Leiste und nun erscheint der Kern als eine aus 2 gleichgrossen, rechtwinklig in der Mitte verschmolzenen Spindeln bestehende Figur (Taf. XVIII. Fig. 1b. Taf. XIX. Fig. 1a, Fig. 2a)<sup>1)</sup>.

Sobald einmal diese Veränderung der Kerne begonnen hat, ist auch bereits die erste Anlage des künftigen Nucleus gebildet. Diese stellt einen glänzenden schmalen spindelförmigen Körper oder Streifen dar, der, wie eine stärkere Vergrösserung lehrt, aus rundlichen Körnern, gewundenen und an den Enden leicht angeschwollenen

<sup>1)</sup> Aehnliche Bilder haben wahrscheinlich auch Tschistiakoff (Botanische Zeitung 1875 S. 20 von *Isoetes Duriei* und S. 84 von *Magnolia*) vorgelegen, wie ich aus den Fig. XX u. XXVI Taf. I vermute, denn die Beschreibung ist mir nicht ganz verständlich.

Fäden besteht (Taf. XIX. Fig. 1b, Fig. 5). Die Körner dieses Gebildes entwickeln sich zu gebogenen, in feine Knöpfchen endigende Fäden, der spindelförmige Körper verbreitert sich, wird mehr elliptisch oder eiförmig, die Fäden stellen sich longitudinal und dann erfolgt die Trennung der Fadenmasse in 2 Hälften. Oder die mittlere Partie dieser wird successiv durchgeschnürt und so halbiert (Taf. XVIII. Fig. 6). Mitunter löst sich auch die ganze Fadenmasse in einzelne Fäden auf, die jedoch immer die centralen Partien der Zelle einnehmen. Obgleich die Fäden frei zu liegen scheinen, so erkennt man doch an stark tingirten Präparaten, dass sie einer lichterem Zellpartie angehören, oder dass sie, wenn sie zerstreut sind, von hellen Säumen umgeben werden (Taf. XIX. Fig. 22a). Einige scheinen allerdings ganz frei zu liegen (Taf. XIX. Fig. 22). Vielleicht ordnen sich diese zerstreuten Fäden erst später zu dem spindel- oder tonnenförmigen Gebilde.

Während dieser Vorgänge hat auch der alte Nucleus sich verändert. Je mehr sich die spindelförmige Fadenmasse verbreitert, die gewundenen Fäden sich strecken und zu einander parallel stellen, desto mehr verkürzen sich die quer zum Längsdurchmesser der Spindel stehenden Schenkel des 4strahligen alten Kerns und sobald einmal die Trennung des spindel- oder tonnenförmigen Körpers in 2 Halbkugeln begonnen, hat der blasse membranlose Kern die Gestalt eines Ellipsoids angenommen. Entsprechend der Spaltlinie in dem tonnenförmigen Gebilde wird der alte Kern eingeschnürt und gewinnt dadurch Bisquit- oder Guitarren-Form. Die Einschnürungsstelle zieht sich später zu einem kurzen Stiel aus, der Kern ist nun hantelförmig (Taf. XIX. Fig. 13a). Die Fäden und Fadenkörbe liegen in den Polen der kugelförmigen Hälften des alten Kerns. Dann trennt sich dieser an der Einschnürungsstelle vollständig, die ovalen, mit ihrem längsten Durchmesser in der longitudinalen Zellenaxe gelegenen Fadenmassen verbreitern und verkürzen sich, so dass sie mit ihrem grössten Durchmesser den der Zelle kreuzen.

Während beim Kaninchen, soweit ich aus der nicht geringen Zahl meiner Beobachtungen dies schliessen darf, stets eine Theilung des jungen Kerns stattfindet, trennt sich mitunter, aber wie es scheint nicht häufig, die Fadenmasse der Descemet'schen Zellen des Frosches in 4 Theile. Der Kern, in dem dies geschieht, bildet die schon erwähnte 4strahlige Figur, aber statt der spindel-



förmigen Fadenmasse findet sich in jedem Kernfortsatz ein länglicher Haufen von Fäden, die im Centrum des Kerns durch einige Fäden unter sich verbunden sind. Diese Fadenballen lösen sich dann von einander und jeder derselben bildet nun eine birnförmige Figur, deren Spitze nach innen gekehrt ist. Die weiteren Veränderungen der Theilstücke sind genau die gleichen, wie die früher erwähnten (Taf. XIX. Fig. 19).

Die Zellen selbst haben schon früh eine der Gestalt des Kerns entsprechende Form angenommen. Correspondirend den 4 Kernfortsätzen ist der Zellkörper in 4 Zipfel ausgezogen.

Für eine noch ausgiebigere Theilung der Kerne dürften solche Zellen sprechen, die einen hellen in 6—7 ungleich grosse Strahlen sich fortsetzenden Kern enthalten, der sehr unregelmässig angeordnete, bald in den Kernfortsätzen gelegene Fadenballen, bald schräg durch den Kern verlaufende Züge von Fäden enthält (Taf. XX. Fig. 2a).

Man wird vielleicht an dieser Schilderung tadeln, dass sie aus einer willkürlichen Combination verschiedener Bilder eine Entwicklungsgeschichte des Kerns abzuleiten versuche ohne die Möglichkeit zu erwägen, ob nicht etwa in einer anderen, vielleicht der umgekehrten Folge die Veränderungen des Kerns sich vollziehen. Es ist ein solcher Entwicklungsgang aber kaum wahrscheinlich, auch wenn ich mich nicht auf die im Wesentlichen mit den meinigen übereinstimmenden Beobachtungen Strassburger's und Bütschli's an lebenden Objecten berufen könnte. Denn wollte man auch annehmen, dass statt einer Theilung vielmehr eine Conjugation von Zellen vorliege, dass die Zellen mit Körnern und Fäden, die ich als zur Theilung sich vorbereitende oder bereits in dieser begriffene Elemente gedeutet habe, vielmehr conjugirte Zellen seien, die Bilder, welche nach meiner Meinung eine bis zur endlichen Trennung fortschreitende Einschnürung des zwischen 2 Kernen gelegenen Protoplasmastücks zeigen, lassen sich im anderen Sinne kaum erklären. Wenn 2 neben einander gelegene und auf eine grössere Strecke sich berührende Zellen eine Conjugation eingehen, so geschieht doch höchst wahrscheinlich die Verschmelzung in der ganzen Berührungsfläche. Wie dann jene schmale Verbindungsbrücke zwischen den 2 grösseren Protoplasmaballen, die ich als die nicht durchgeschnürte Zellsubstanz betrachte, sich bilden soll, dürfte schwer verständlich sein.

Das Ergebniss dieser Untersuchungen wäre demnach folgendes: Manche Zellen vermehren sich zunächst nicht durch einfache Theilung, sondern erfahren vorher verschiedene Metamorphosen. Diese beginnen mit einer Vergrösserung der Zelle und ihres Kerns. Durch Aufnahme von Flüssigkeit aus dem Zellprotoplasma und durch Differenzirung der Kernsubstanz in hellen Saft und glänzende Körner und Fäden, welche besonders das Centrum des Nucleus einnehmen, wird dieser, wenigstens in der Peripherie, lichter. So sehr auch die glänzenden Körner den Kernkörperchen gleichen, so sind sie doch nicht aus solchen hervorgegangen, denn diese existiren oft noch, wenn jene bereits in grösserer Zahl aufgetreten sind, schwinden aber bald. Die Kernmembran hat sich schon früher aufgelöst; ihr Schwund fällt meistens mit dem Erscheinen der ersten Körner und Fäden zusammen. Eine Vermischung der Kernsubstanz mit dem umgebenden Protoplasma findet übrigens trotz dem Untergang der Kernmembran nicht statt. Auch treten manchmal die Körner und Fäden auf, so lange der Kern noch doppelt conturirt ist, so dass also kaum eine vollständige Karyolyse als Einleitung des eben geschilderten Differenzirungsprozesses im Kern behauptet werden kann, wie dies von Auerbach <sup>1)</sup> geschieht.

Die Körner und Fäden bilden entweder eine zackige oder schmale spindelförmige Figur, oder einen kugligen Körper. Die oft in Reihen angeordneten Körner verschmelzen mit einander und den Fäden, diese verlängern sich, wodurch der Körper einen fasrigen Bau erhält. Bald erscheint er als eine von Längsreifen umzogene Tonne, bald als ein Stern, dann wieder als eine Kugel mit meridionalen Fasern. Mitunter sind die Fäden auch regellos im Kern zerstreut oder zu Knäueln vereint, oder sie stellen einen aus einem dichten Netz gebildeten Ballen dar.

Diese Fadenmassen theilen sich und zwar so, dass im Aequator des rundlichen oder elliptischen, hohlen längsgestreiften Körpers eine feine Querspalte erscheint, die jenen in 2 hohle Halbkugeln oder Faserkörbe trennt. Wo die Fäden zu einem sternförmigen Gebilde radiär angeordnet sind, wird dieses gleichfalls durch eine Querspalte halbirt, die Fäden stellen sich mehr parallel zu einander und bilden

<sup>1)</sup> Medicinisches Centralblatt 1876 No. 1.

2 halbkuglige, gestreifte Körper, die sich, indem die äusseren Enden der Fäden sich einander bis zur Berührung nähern, in die erwähnten Faserkörbe verwandeln.

Sind die Fäden unregelmässiger vertheilt, so ordnen sie sich allmählich zu sternförmigen oder spindelförmigen Gruppen. Wo sie verworrene Knäuel bilden, scheint die radiäre oder longitudinale Anordnung erst zu erfolgen, wenn die ganze Fadenmasse entweder durch eine Querspaltung oder successive Durchschnürung in 2 oder mehr Gruppen zerfallen ist (Descemet'sche Zellen des Frosches).

Die im Mutterkern entstandene Fadenmasse ist der neue Kern, der durch Theilung meistens in 2, seltener in mehr Tochterkerne sich trennt. Der membranlose Mutterkern ist auch während der späteren Perioden wenigstens beim Kaninchen und in den Descemet'schen Zellen des Frosches noch vorhanden und geht in die Substanz der Tochterkerne über. Mit der Trennung der Fadenmasse in 2 Hälften streckt sich der Mutterkern in die Länge, dann theilt er sich in der Mitte successiv in 2 oder mehr gleich grosse Stücke.

Die Kerne der Descemet'schen Endothelzellen des Frosches erleiden noch besondere Formveränderungen, indem mit dem Erscheinen der ersten Körner und Fäden der elliptische Kern Citronen- oder Tonnenform gewinnt und sich in seiner Queraxe so verbreitert, dass er jederseits in einen Zipfel ausgezogen erscheint. In diesem 4strahligen Mutterkern entsteht ein aus Fäden und Körnern gebildeter spindelförmiger Körper — der neue Kern — der nun bald die gleichen Veränderungen erfährt wie jener der Epithelien.

Als eine besondere Eigenthümlichkeit der Corneazellen gegenüber pflanzlichen dürfte hervorzuheben sein, dass die Differenzirung der Kernmassen nicht mit der Bildung von Längsstreifen, sondern sofort mit dem Auftreten der äquatorialen Körner und Fäden beginnt, welche, wenn auch nicht immer das Ganze, doch einen grossen Theil des Materials für die Tochterkerne liefern. In den jungen, schalenförmigen homogenen Kernen tritt später wieder eine Differenzirung auf, indem sich ihre Substanz in einen hellen Saft und anastomosirende Fäden sondert. Letztere zerfallen dann körnig oder wandeln sich in ein Netz feiner Bälkchen um und bilden so das Stroma der neuen Kerne (Taf. XX. Fig. 3). Damit hat dann auch der Kerninhalt ein granulirtcs Aussehen gewonnen. In dem Grad

als diese Umwandlungen sich vollziehen, vergrössert sich der junge Kern. Diese Zunahme erfolgt auf Kosten der Substanz des alten Kerns, dessen Saft wahrscheinlich von dem netzförmigen jungen Nucleus aufgesogen wird. Denn mit dem fortschreitenden Wachsthum und dem mehr und mehr sich differencirenden Stroma des jungen Kerns verschmächigt sich der Rest des alten Nucleus, der jenen als heller Ring umgab, und schwindet dann. Wenn die jungen Kerne ihre definitive Gestalt und Grösse erreicht und sich mit Membranen umgeben haben, sind sie durch ihren stärker granulirten Inhalt noch von den übrigen Kernen zu unterscheiden (Taf. XVIII. Fig. 3 d).

Während im Corneaepithel des Kaninchens und den Descemet'schen Endothelien des letzteren und des Frosches ausser der Fadenmasse noch ein Theil des alten Nucleus fortbesteht und vermuthlich in die neuen Kerne übergeht, scheint in den Corneaepithelien des Frosches der grösste Theil der Substanz des alten Kerns zur Bildung der Fäden aufgebraucht zu werden und der Rest sich mit dem übrigen Protoplasma zu mischen. Denn noch bevor die Trennung des neuen Nucleus in die Tochterkerne sich vollzogen hat, ist auch der Rest des alten Nucleus verschwunden, der als heller Saum die Anlage des neuen Kerns umgab.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XVIII.

- Fig. 1. Ein Stück Descemet'sches Endothel des Frosches aus der Umgebung der Proliferationszone um einen vor 7 Tagen mit dem Messer gesetzten Defect. a Normale Endothelien. Dicht am Kern ein dunkler Protoplasmaaballen. b Zackige, dunkle Endothelzellen mit 4strahligem, membranlosen Kern und dem spindelförmigen aus Körnern und Fäden bestehenden Körper. c Vor Kurzem vollzogene Theilung der Fadenmasse und des alten Kerns. d Vollständige Zelltheilung. Die Fäden und Körner radiär in den Theilstücken des alten Kerns gruppirt. Hartnack Syst. 7. Camera lucida. Chlorgoldpräparat.
- Fig. 2. Ein Stück der untersten Epithellage einer normalen Kaninchencornea. a Grössere, helle, runde Zellen, welche an Stelle des Kerns Haufen glänzender Körner und Fäden enthalten. Syst. 5 Hartnack, Camera lucida.
- Fig. 3. Aus der unteren Epithelschicht einer Kaninchencornea, der vor 5 Tagen ein Theil des Epithels mit dem Messer entfernt wurde. a Grosse kuglige Zelle mit hellem Inhalt und einem zackigen, aus glänzenden Fäden und

Körnern bestehenden Körper — dem neuen Kern. b Die beiden Halbkugeln oder Faserkörbe, in welche der neue Kern sich getheilt hat. c Umwandlung der hohlen Faserkörbe in längliche solide Körper, beginnende Zelltheilung. d Von Membranen begrenzte, junge dunkle Kerne. System 7 Camera luc. Hartnack.

- Fig. 4. Eine Epithelzelle aus der Cornea eines Frosches, der ein Theil des Epithels vor 8 Tagen mit dem Messer entfernt wurde. Glänzende, gewundene Fäden im Zellprotoplasma, der alte Kern undeutlich. Immersion 14 Hartnack, Condensor Ocul. 3. Nach dem Mikroskopbild vergrößert.
- Fig. 5. Der aus einem Fadenknäuel bestehende neue Kern. Aus dem vorigen Präparat. Mikroskopbild vergrößert gezeichnet. Vergrößerung wie in Fig. 4.
- Fig. 6. Descemet'sche Zelle des Frosches aus einer Hornhaut, der vor einigen Tagen ein Theil des Endothels mit dem Messer entfernt wurde. Der alte Kern undeutlich. In der Zelle gewundene glänzende Fäden — die Anlage des neuen Kerns. Immersion 14 Hartnack Ocul. 2.
- Fig. 7. Descemet'sche Zelle des Kaninchens aus einer Cornea, der ein Theil des Endothels durch stärkere Aetzung mit dem Chlorzinkstift vor 5 Tagen zerstört wurde. Im membranlosen Kern ein unregelmässiges Kernkörperchen, a. b Feine glänzende, anastomosirende Fäden im Kern. Immersion 12 Hartnack Ocul. 2.

#### Tafel XIX.

Sämmtliche Figuren aus Hornhäuten mit in Regeneration begriffenem Epithel und Endothel. a Der alte Kern. b Die Körner und Fäden im alten Kern — die Anlage des neuen Nucleus.

- Fig. 1. Descemet'sche Zelle des Frosches mit membranlosem 4strahligen Kern a. b Äquatoriale Platte. Immersion 14, Camera lucid. H. Condensor.
- Fig. 2. Descemet'sche Zelle des Frosches. b Äquatoriale Platte aus Körnern und Fäden. System 9 Ocul. 3. · Vergleiche hierzu Fig. 5.
- Fig. 3 u. 4. Descemet'sche Zelle des Kaninchens. Fig. 3 Immersion 4, Fig. 4 Immersion 12.
- Fig. 5. Kern einer Descemet'schen Zelle des Frosches mit Körnern und Fäden. Immersion 14. Condensor Ocul. 3. Mikroskopbild vergrößert.
- Fig. 6. Epithelzelle des Kaninchens. Die Fäden b bilden eine sternförmige Figur. Immersion 11, Ocul. 2.
- Fig. 7. Epithelzelle der Froschornea mit einem garbenähnlichen Bündel glänzender, kolbig endigender Fäden. Die Conturen des alten Kerns undeutlich. Immersion 14. Condensor, Ocul. 3. Mikroskopbild vergrößert.
- Fig. 8. Aus dem Corneaepithel des Frosches. Die Fadenmasse durch äquatoriale Spaltung in 2 Faserkörbe getheilt. Vergrößerung wie in Fig. 7.
- Fig. 9. Schematische Darstellung der Anordnung der Fäden des biconvexen Körpers nach begonnener äquatorialer Spaltung; in b' schräge Anastomosen der Fäden.
- Fig. 10. Descemet'sche Zelle des Kaninchens. Die Fadenmasse durch Spaltung c in 2 Faserkörbe getheilt. Immersion 12.

- Fig. 11. Epithelzelle aus der Cornea des Kaninchens. c Die beginnende Einschnürung des Kerns. Zarte Streifung der zwischen den Faserkörben gelegenen Substanz. d Zu einem halbmondförmigen Körper verschmolzene Fäden. Immersion 14.
- Fig. 12. Epithelzelle der Froschcornea mit sehr verlängerten Faserkörben. Immersion 14, Ocul. 3 Condensor. Mikroskopbild vergrößert.
- Fig. 13. Endothelzelle des Frosches mit hantelförmigem Kern. Immersion 11.
- Fig. 14. Endothelzelle des Kaninchens mit vollkommen getheiltem alten Kern. Immersion 11.
- Fig. 15. Epithelzelle des Kaninchens. b Die Anlagen der neuen Kerne. Immers. 14.
- Fig. 16. Späteres Stadium als Fig. 15.
- Fig. 17. Endothelzelle des Frosches mit Einschnürung der Zelle. Syst. 9 mit Correction.
- Fig. 18. Epithelzelle der Kaninchencornea mit membranlosem, alten Kern a und sternförmigem Körper in letzterem. Immersion 14.
- Fig. 19. Zelle der Descemet'schen Membran des Frosches mit 4 Kernanlagen. Immersion 11.
- Fig. 20. Epithelzelle des Frosches mit verästelten Kernfäden. Der Rest des alten Kerns verschwunden. Immersion 14, Mikroskopbild vergrößert.
- Fig. 21. Epithelzelle der Froschcornea mit radiär angeordneten Kernfäden. Vergrößerung wie Fig. 20.
- Fig. 22. Endothelzelle des Frosches mit unregelmässig vertheilten Kernfäden im alten Kern. Bei c ein freier Faden im Protoplasma. Immersion 14.

## Tafel XX.

- Fig. 1. Wuchernde Hornhautzellen des Kaninchens. a Membranloser, alter Kern, mit radiär gruppirten Kernfäden. b Verlängerung der Fadenmasse, beginnende Spaltung. c In Faserkörbe umgewandelte Fadengruppen. Streifung der den Raum zwischen den Faserkörben ausfüllenden Masse. d Feine Scheidewand als Ausdruck der beginnenden Zelltheilung. Immersion 12.
- Fig. 2. Endothelzelle des Frosches mit membranlosem, 7strahligem Kern a und Bändern von Kernfäden. System 9 mit Correction.
- Fig. 3. Epithelzelle der Cornea des Kaninchens mit weit vorgeschrittener Theilung. Die Kernfäden a bilden ein Netz mit stärkeren Querfäden in der Substanz des alten Kerns b. Immersion 14.
- Fig. 4. Senkrechter Schnitt durch das regenerirte Epithel des Kaninchens. a Zelle mit verästelten Fäden im membranlosen Kern. System 9 mit Correction. Camera lucida.