Zur

Lehre von der Struktur der Zellen

von

Prof. Dr. C. Frommann.

Hierzu Tafel XXII.

Die Untersuchung der feineren Strukturverhältnisse der Knorpelzellen von Salamandra mac.[1]), der Ganglienzellen der Retina[2]) und der Epidermiszellen, Bindegewebszellen und Capillarmembranen aus dem Schwanze von Froschlarven[3]) hatte ergeben, dass das Protoplasma und die Kerne aus feinen und engmaschigen Fadennetzen bestehen, in welche derbere Fäden von wechselnder Form und Länge eingelassen sein und sich untereinander zur Bildung eines weitmaschigeren Fadennetzes verbinden können. Es hatte sich ausserdem gezeigt, dass eine Kernmembran gar nicht existirt und dass die Contouren, welche als Ausdruck der letzteren angesehen worden sind, derbere Fäden bezeichnen, welche in dem Oberflächennetz des Kerns eingeschlossen nach verschiedenen Richtungen hin verlaufen können, theils in Form von Ringen und Spangen in äquatorialer oder meridionaler Richtung den Kern umfassen, theils mehr schräg über seine Oberfläche hinziehen, vereinzelt oder zu mehreren parallel und dicht nebeneinander verlaufen und hie und da miteinander anastomosiren. An den Knorpelzellen waren durch Methylgrün fast ausschliesslich die Kernnetze gefärbt worden, so dass sich hier das Verhalten der Kerngrenzfäden auch an der Kernoberfläche ermitteln liess, während an den übrigen untersuchten Zellen eine solche

---

[1]) Sitzungsbericht der Gesellschaft für Medic. und Naturwissensch. v. 24. Januar 1879.

[2]) Sitzungsbericht der Gesellschaft für Medic. und Naturwissensch. v. 21. Februar 1879.

[3]) Sitzungsbericht der Gesellschaft für Medic. und Naturwissensch. v. 5. März 1880.

Beschränkung der Färbung auf die dem Kern zugehörigen Formelemente nicht eingetreten war und sich nur aus dem Verhalten der Grenzfäden innerhalb des äquatorialen Kerndurchmessers und einer beschränkten Zone ober- und unterhalb desselben schliessen liess, dass die Grenzfäden einem Oberflächennetz des Kerns angehören, welches in seiner ganzen Ausdehnung sowohl mit den Netzen des Kerninnern als mit denen des Protoplasma zusammenhängt. Wie nun die derberen in das Oberflächennetz des Kerns eingelassenen Fäden nicht der Ausdruck einer membranösen Kernhülle sind, eben so wenig sind derbere Fäden, welche an den Knorpelzellen die Zellgrenze bezeichnen, der Ausdruck einer membranösen Zellhülle oder einer peripheren Verdichtungsschicht des Protoplasma im Sinne von M. Schultze; es ergab sich vielmehr auch hier, dass wie die Netze des Zellinnern, so auch das Oberflächennetz der Zelle von derberen Fäden und Fasern durchzogen wird, die theils untereinander und den Zellrändern parallel verlaufen, theils sich überkreuzen, theils aber sich miteinander zur Bildung eines unregelmässigen Netzes verbinden, dessen relativ weite Maschen kleinere und grössere Gruppen von terminalen Maschen einschliessen. Dem entsprechend hängt es ganz von der Anordnung und Vertheilung der derberen Fäden und Fasern des Oberflächennetzes der Zelle ab, ob und wie weit bei einer bestimmten Einstellung ein derberer fasriger oder fädiger Grenzsaum der Zelle vortritt oder nur ein sehr feiner Grenzfaden, feine wie derbere Grenzfäden bilden aber immer integrirende Bestandtheile des Oberflächennetzes und hängen nicht nur mit den unmittelbar anstossenden Netzabschnitten des Zellinnern zusammen, sondern häufig auch durch feine und kurze Fäden mit der Knorpelgrundsubstanz.

Eine weitere Bestätigung erhielten diese Befunde durch die Untersuchung der Zellen der Epidermis und des Rete Malpighi vom jungen Hühnchen, die besonders deshalb zur Untersuchung dieser Strukturverhältnisse geeignet sind, weil die Fäden der Protoplasmanetze, namentlich in den Epidermiszellen, durch ihr stärkeres Brechungsvermögen die Wahrnehmung der netzförmigen Verbindungen erleichtern.

Durch Zerzupfen der die Oberfläche der Zehen bedeckenden Epidermisplatten werden grössere und kleinere Schollen isolirt an deren Rändern die einzelnen Zellen soweit frei vorragen, dass sie der Untersuchung keine Schwierigkeiten darbieten, während man daneben auch vollkommen isolirte Zellen, sowie kleine Gruppen noch verbundener Zellen erhält die der innersten, dem Rete Mal-

pighi unmittelbar aufliegenden Schicht der Epidermis angehören. Die Befunde waren ganz die gleichen, sowohl bei Untersuchung des frischen Gewebes als nach Härtung der Theile in Spiritus.

Das Protoplasma hat in der bei Weitem grossen Mehrzahl der Zellen in der ganzen Ausdehnung derselben ein fädiges Gefüge und besteht bald ganz aus siebförmigen Netzen mit runden oder ovalen Maschen, bald schliessen siebförmige Netze kleinere oder grössere Abschnitte ein, in welchen die Netzfäden sich rechtwinklig kreuzen und ein Maschengitter mit quadratischen Maschen bilden. Innerhalb der Netze sind häufig einzelne Knotenpunkte und Septa durch grössere Derbheit vor den übrigen ausgezeichnet; die derberen Knotenpunkte finden sich zu 6—12 in einer Zelle, besitzen einen bald nur matten bald stärkeren Glanz und erreichen die Grösse eines Kernkörperchens oder übertreffen dieselbe noch um das Doppelte oder Mehrfache. Während ein Theil dieser Körner durch stielartige kürzere oder längere Fäden mit den kleineren Knotenpunkten der umgebenden Netze zusammenhängt, werden andere von dicht gestellten Körnchen und von kurzen, mit den letzteren zusammenhängenden Fäden dicht umschlossen und einzelne liegen frei im Innern eines hellen, vakuolenartigen Raums, der ausser dem Korn nur sparsam und sehr feine Körnchen und Fäden einschliesst und mitunter längs eines grösseren oder geringeren Theils seines Umfangs durch einen ring- oder bogenförmigen Faden begrenzt wird, so dass das Ganze dann den Eindruck eines Miniaturkerns macht. Andere ähnliche, lichte, von einem Fadenring oder einer Fadenschleife umschlossene Räume enthalten kein Korn, sondern nur feine und blasse, sparsam eingestreute Körnchen. In manchen Zellen sind Netze nur stellenweise sichtbar und an anderen Stellen Körnchen, Knotenpunkte und kurze, zum Theil gabelig gespaltene Fäden, während längere, meist gekörnte Fäden, die die Länge des einfachen oder doppelten Durchmesser eines Kerns erreichen, in grösserer Häufigkeit vorkommen, sowohl in Zellen oder Zellabschnitten mit deutlichem Netzgerüst als da wo das geformte Protoplasma vorwiegend nur aus Körnchen und aus vereinzelt zwischen die letzteren eingestreuten Fäden und Septa besteht und ein ziemlich wechselndes Verhalten nach ihrer Häufigkeit und der Art ihrer Anordnung und Vertheilung zeigen, Zusammenhänge mit den umgebenden Theilen der Netze bald häufig bald sparsam und vereinzelt erkennen lassen. Finden sie sich sparsam, so durchziehen sie das Zellinnere nach verschiedenen Richtungen, umschliessen theils bogenförmig einen Theil des Kerns

und sind von dessen Grenzfäden häufig nur durch eine schmale, leere oder vereinzelte Körnchen einschliessende Spalte getrennt, theils durchziehen sie in geradem, bogen- oder zickzackförmigem Verlauf das Zellinnere nach verschiedenen Richtungen und lassen nicht selten Anastomosen und gabelige Spaltungen erkennen. Bei grösserer Häufigkeit vereinigen sie sich bald zur Bildung eines weitmaschigeren, das Zellinnere durchziehenden, derberen Gerüsts oder bilden unter spitzwinkligen Kreuzungen und Anastomosen ein dichtes Fadengeflecht, bald treten sie bei parallelem Verlauf und zu 3—8 ziemlich dicht neben einander geordnet in Form kleiner Bündel auf, die namentlich in der Nähe der Zellränder häufig werden und schmale Spalten begrenzen, die ganz leer sind oder nur hie und da Körnchen einschliessen.

Die mittleren Abschnitte der Zelle *b*, Fig. 2, werden von Fadennetzen eingenommen, in denen einzelne längere Fäden nach verschiedenen Richtungen verlaufen, während in den peripheren Zellabschnitten theils dichte Fadengeflechte, theils dem Zellrand parallele Fäden vortreten.

An manchen Zellen werden in der Nähe des Zellrandes an einer oder an ein Paar Seiten die Fäden blasser und feiner, so dass sie kaum noch zu unterscheiden sind oder sie verschwinden ganz und das Protoplasma erlangt ein vollkommen homogenes Aussehen.

In der grossen Mehrzahl der Zellen findet sich ein Kern, seltener deren 2, von runder, ovaler, mitunter biskuitförmiger oder unregelmässiger Gestalt dessen Inneres ein merklich schwächeres Brechungsvermögen besitzt als das umgebende Protoplasma, geformte Theile überhaupt in geringerer Menge enthält als das letztere, neben einzelnen derberen Körnchen und Fäden aber häufig noch sehr feine und blasse, dichter gestellte Körnchen einschliesst, während Fadennetze ganz fehlen oder nur in beschränkter Ausdehnung unterschieden werden können. Ein central oder excentrisch gelegenes derberes Korn (Kernkörperchen) kann vorhanden sein oder fehlen, mitunter finden sich aber deren 2—3, die, wenn sie nahe beisammen liegen, durch feine Fäden zusammenhängen. Glatte oder gekörnte Grenzfäden des Kerns von etwas derberer Beschaffenheit treten als geschlossene oder unterbrochene hervor und innerhalb der im letzteren Fall zwischen ihren Enden frei bleibende Lücken wird die Kernperipherie entweder durch einen feineren Faden geschlossen oder durch Körnchenreihen oder durch zum Theil mit einander verbundene Körnchen und Fäden. Häufig

ist bei einer bestimmten Einstellung nur ein einziger Grenzfaden vorhanden, der den grössten Theil oder nur die Hälfte, den 3ten oder 4ten Theil des Kernumfangs begrenzt, in anderen Fällen finden sich statt eines einzigen 2 oder mehrere durch kleinere oder grössere Lücken getrennte Grenzfäden, die durch Körnchenreihen oder durch feinere gekörnte Fäden miteinander verbunden werden. Beim Wechsel der Einstellung kann die Länge, die Form der Krümmung wie die Zahl der sichtbaren Grenzfäden wechseln, es können dieselben somit auch hier nur als derbere Bestandtheile des Fadengerüsts aufgefasst werden, die wie an den Knorpelzellen, den Ganglienzellen, den Epithel- und Bindegewebszellen aus dem Schwanze von Froschlarven, sowohl mit den Fäden der Protoplasmanetze als mit einzelnen der im Kerninnern enthaltenen Fäden zusammenhängen, während ausserdem durch die Lücken zwischen den Enden von Grenzfäden, sowie durch die Spalten zwischen übereinander liegenden Grenzfäden Fäden aus dem Kerninnern direkt und ohne Verbindungen mit den letztern einzugehen in die Protoplasmanetze übertreten können. Derbere Fäden des Kerninnern senken sich aber häufig nicht blos in Grenzfäden ein, sondern bilden dieselben, wenn sie im Bereiche einer Lücke aus dem Kerninnern austretend umbiegen, um dann längs der Kernperipherie weiter zu ziehen, während andererseits nicht selten Grenzfäden aus ihrer der Krümmung des Kernumfangs entsprechenden Verlaufsrichtung ausbiegen und noch eine Strecke weit in die Protoplasmanetze ausgreifen, wie dies namentlich an den Enden von Grenzfäden vorkommt, welche den Kern in Form einer den einen Pol frei lassenden Schlinge umfassen und mit dem einen Ende oder mit beiden frei in das Protoplasma auslaufen, während im Umfang des frei gelassenen Kernpols die Kernperipherie durch einen feineren Faden oder durch eine kleine Körnchenreihe abgeschlossen wird. Es sind somit die Kerngrenzfäden, wenn sie auch meist die Kernperipherie spangen- oder gürtelförmig umfassen, doch nicht in ihrem Verlauf an die letztere gebunden, sondern können ausbiegend sich in die umgebenden Protoplasmanetze hinein erstrecken und zu Theilen derselben werden. Fig. 3 *a—i* sind Kerne abgebildet, deren Grenzfäden einen bald grösseren, bald geringeren Theil des Kernumfangs umschliessen; bei *d* und *i* derbere Fäden, welche den Grenzfäden ziemlich dicht anliegen, bei *h* aus dem Kern austretende Fäden und bei *i* ein Grenzfaden, der mit seinen Enden sich in das Protoplasma fortsetzt.

Eine besondere, sich gleichmässig über die Zelloberfläche erstreckende und aus verdichtetem Protoplasma bestehende Hülle existirt nicht, sondern an der ersteren treten vereinzelte oder mehrere anastomosirende, sie umstrickende derbere Fäden und Leisten hervor, deren Zahl, Anordnung und Stärke sehr wechselt, die bald glatt sind, bald ein körniges Aussehen besitzen und durch ihre Verbindungen Felder von wechselnder Form und Grösse umschliessen, welche mitunter sehr schmal werden, wenn 2 solcher Leisten parallel und dicht nebeneinander an der Oberfläche hinziehen. Dem entsprechend zeigen auch die Grenzleisten bei Einstellung des grössten Durchmessers der Zelle ein verschiedenes Verhalten, indem bald nur eine einzige vortritt, welche einen grösseren oder geringeren Theil des Zellumfangs umfasst, bald mehrere von verschiedener Länge, während im Uebrigen die Zellgrenzen überall durch die feinen Netzfäden gebildet werden, welche die äusserste Maschenreihe abschliessen, soweit nicht das Protoplasma in der Zellperipherie eine mehr homogene Beschaffenheit und ein sehr blasses Aussehen erlangt hat. In die Grenzleisten senken sich die Fäden der anstossenden Netze bald unter spitzen, bald unter rechten Winkeln ein und schliessen mit den ersteren bald mehr gestreckte, bald mehr runde oder quadratische Maschen ein, ausserdem finden sich ziemlich häufig Verbindungen zwischen den Grenzleisten und den derberen in den Netzen des Zellinnern eingeschlossenen, in querer oder schräger Richtung an die ersteren herantretenden Fäden. In Fig. 4, *a—d* sind 4 Zellen mit den an ihrem Umfang und an ihrer Oberfläche vortretenden Grenzseiten abgebildet.

Innerhalb der Zellschicht, welche den Uebergang zwischen Rete M. und Epidermis bildet, finden sich continuirliche, zahlreiche derbere, kernkörperchenartige Körner einschliessende Netzschichten, die in grösserer Ausdehnung, bis zum halben Durchmesser des Gesichtsfelds, überhaupt keine Grenzleisten und Zellgrenzen erkennen lassen, während die Kerne in gleichen Abständen wie in den angrenzenden zelligen Schichten und sparsamer eingelagert sind als im Rete Malpighi. Das letztere besteht aus einem continuirlichen Netzlager, in welchem sich einzelne Zellen nicht abgrenzen lassen und das zahlreiche und ziemlich dicht gestellte runde und ovale Kerne einschliesst, die bei ihrem hellen, lichten Aussehen wie Vakuolen innerhalb der umgebenden dichten Fadennetze erscheinen, mitunter geformte Theile ausser den Kernkörperchen überhaupt nicht oder nur wenige Körnchen einschliessen,

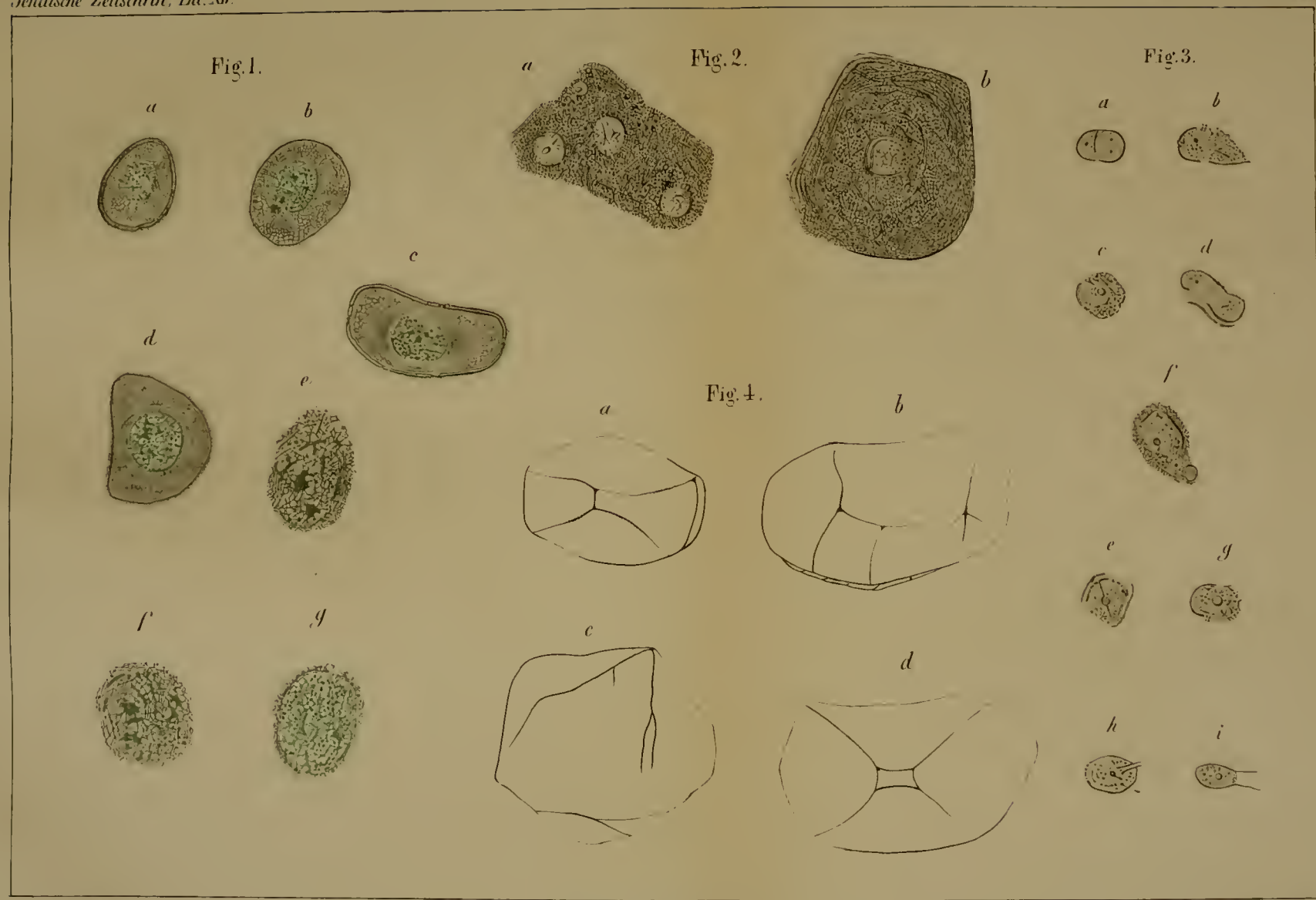
andre Male zwar von blassen und sehr feinen Körnchen dicht erfüllt sind, aber auch dann heller erscheinen als das umgebende Protoplasma. Kernkörperchen sind nicht in allen Kernen enthalten, wo sie sich finden, sind sie einfach oder doppelt vorhanden, verhältnissmässig gross, liegen mitunter excentrisch und einzelne besitzen stielartig von ihnen abgehende Fäden. Kerngrenzfäden sind fast an allen Kernen wahrnehmbar und zeigen in Bezug auf ihre Länge, Stärke, Zahl und ihr wechselndes Verhalten bei verschiedener Einstellung ganz ähnliche Verhältnisse, wie an den Kernen der Epidermiszellen. Einzelne spangen- oder halbkreisförmige Grenzfäden sind durch grosse Derbheit ausgezeichnet, laufen nach dem Ende fein aus, so dass sie ein sichelförmiges Aussehen erlangen und sind bei ihrer Stärke auch dann leicht wahrzunehmen, wenn sie bügelartig über die Oberfläche des Kerns von einer Seite zur anderen herüber verlaufen. Netzförmig verbundene Fäden waren im Kerninnern nur selten und in beschränkter Ausdehnung wahrzunehmen und es zeigen in dieser Beziehung wie nach der geringeren Menge ihrer geformten Bestandtheile überhaupt die Kerne des Rete M. und die der Epidermiszellen ein wesentlich verschiedenes Verhalten von den Kernen der Knorpelzellen bei Salamandra M., da in den letzteren die Netze dicht sind, verhältnissmässig scharf und deutlich vortreten, während sie innerhalb des Protoplasma ein blasseres Aussehen besitzen.

In Fig. 2 ist ein Gewebsfetzen aus dem Rete M. abgebildet, dessen nicht überall geschlossene Protoplasmanetze einzelne längere, nach verschiedenen Richtungen verlaufende Fäden und ausser ihnen eine Anzahl derberer Körner einschliessen. Die Kerne besitzen ein sehr helles Aussehen, enthalten nur sparsam eingestreute Körnchen und Fäden und werden längs eines Theils ihres Umfangs von Grenzfäden umfasst, die mit umgebenden Netzfäden zusammenhängen. Die 2 grösseren und der sehr kleine Kern links enthalten je ein Kernkörperchen, von welchem in dem mittleren Kern mehrere feine Fäden abgehen.

An Querschnitten durch die Epidermis wechselt die Häufigkeit der in den einzelnen Zellen und Zellreihen neben den Netzen vortretenden Fäden wie die Art ihrer Anordnung. Mitunter ist in der ganzen Ausdehnung des Gesichtsfelds eine Fibrillirung parallel der Oberfläche überwiegend, dann folgen rein netzförmige Abschnitte und andre wo die Fibrillen mehr schräg oder senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind oder wo die Fibrillen nach verschiedenen Richtungen hin verlaufend, sich durchkreuzen und

durchflechten. In den Netzen des Rete M. finden sich längere, nach verschiedenen Richtungen orientirte Fäden spärlicher als in den Epidermiszellen und nur in den tieferen Schichten werden sie zahlreicher und strahlen von da senkrecht oder schräg nach den oberen Schichten aus.

In Figur 1 sind zur Erläuterung der früher geschilderten Strukturverhältnisse in *a—d* Knorpelzellen aus dem Sternalknorpel von Salamandra m. bei 500facher, in *e—g* Kerne derselben bei 900facher Vergrösserung abgebildet. Die Färbung durch Methylgrün war ausschliesslich auf die Kerne beschränkt, so dass dieselben sich scharf von den ohnehin blasseren Protoplasmanetzen absetzten. Die letzteren durchsetzen die Zelle in nahezu ihrer ganzen Ausdehnung nur bei *b*, während sie in geringerer Ausdehnung in der unmittelbaren Umgebung des Kerns bei *d*, in grösserer Ausdehnung bei *c* durch homogenes Plasma ersetzt werden und bei *a* in der grösseren Ausdehnung der Zelle ihre Stelle durch Körnchen und Fäden eingenommen wird, die nur vereinzelt Verbindungen unter einander eingehen. Bei *b* schliessen die Netze ein derbes Korn und mehrere kleinere gefärbte Körner ein. Die Kerne enthalten mehr oder weniger zahlreiche, derbe, strahlige, untereinander direkt oder durch das Fadennetz verbundene Knotenpunkte, ausserdem längere geradlinige, gekörnte, feinere und derbere Fäden, welche den Kern zum Theil oder ganz durchsetzen und bei *c* mehrere durch eine Lücke zwischen den Grenzfäden aus dem Kerninnern in das Protoplasma übertretende Fäden. Ein vollständig geschlossener Grenzfaden findet sich nur bei *d*, bei *b* zeigt er am untern Umfang eine kleine Unterbrechung, bei *a* und *c* je eine grössere am unteren und am oberen Umfang des Kerns. In den stärker vergrösserten Kernen *e*, *f* und *g* tritt ein derberes, aus strahligen und strangartigen, zum Theil verzweigten Knotenpunkten bestehendes Gerüst mit dem zwischen ihnen ausgespannten gitterförmigen Fadennetz sehr deutlich hervor, während ein Grenzfaden in grösserer Ausdehnung nur am linken Umfang des Kerns bei *g* vorhanden ist, am rechten Umfang desselben dagegen wie im ganzen Umfang der Kerne *e* und *f* Grenzfäden nur in Form kurzer Bruchstücke vortreten und in den Lücken die feinen, nicht oder wenig gefärbten Netzfäden der Kernperipherie sich ohne alle scharfe Grenze in die umgebenden nicht gefärbten Protoplasmanetze fortsetzen.



C. Fromm ... del. Verlag v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: NF_7

Autor(en)/Author(s): Frommann C.

Artikel/Article: Zur Lehre von der Struktur der Zellen. 458-465