

ZUR KENNTNIS DER STRUKTUR DES PROTOPLASMAS IN DEN LYMPHATISCHEN ZELLEN, DEN KNORPELZELLEN UND DEN EMBRYONALEN BINDEGEWEBSZELLEN.

Taf. XIII.

A. Die Protoplasmastruktur in der äusseren lymphatischen Zellschicht (der Belegschicht) der Salamanderleber.

(Tafel XIII, Fig. 1—9.)

In dem vorigen (XVII.) Bande dieser Serie habe ich schon dieses Thema behandelt und meine von denen von MEVES abweichende Befunde und Ansichten mitgeteilt¹⁾. Ich hatte in diesen lymphatischen Zellen ein echtes Mitomgeflecht mit Mikrosomen gefunden und in meinen Präparaten nicht das Vorhandensein der von MEVES beschriebenen und abgebildeten Chondriokonten resp. Plastokonten bestätigen können. Weil aber MEVES schon vorher die von mir hierfür angewandten Methoden unterschätzt hatte, entschloss ich mich, auch die von ihm berühmten Methoden in eingehender Weise zu prüfen. Dies wurde im vorigen Frühjahr ausgeführt, wobei meine neuen Untersuchungen nur dazu führten, dass meine früheren Befunde bestätigt wurden. In meiner im Anfang dieses Jahres erschienenen Schrift »*Was sind die Plastosomen?*«²⁾ habe ich schon hierüber kurz berichtet und einige Abbildungen mitgeteilt. Fortgesetzte Studien über dieses Thema führten nur zu denselben Ergebnissen. Ich kann mich also hier darauf beschränken, die Befunde in kurzgefassten Punkten zusammenzustellen und nebst den früheren Abbildungen noch einige andere solche zu veröffentlichen.

1. Das ich mit denselben Fixierungs-Gemischen, die ich früher angewandt hatte, die gleichen Resultate bekommen würde, war ja von vornherein anzunehmen, und so geschah es auch. Von den danach wiedergegebenen Abbildungen wurde schon auf der Taf. XIII im XVII. Bande eine ganze Reihe veröffentlicht, auf die hier verwiesen werden kann. Hier teile ich deshalb aus den neuen Präparaten nur zwei neue Figuren mit, und zwar zum Vergleich mit den nach Präparaten gemachten, die mittelst der anderen Fixierungsmethoden gewonnen wurden. Die Fig. 8 und 9 der Taf. XIII, hier unten, stellen also zwei solche mit dem Carnoy'schen Gemische fixierte und mittelst der Heidenhain'schen Hämatoxylinmethode gefärbte Zellen dar und in der Fig. 7 ist eine nach Zenker-Heidenhain behandelte Zelle wiedergegeben; man erkennt in beiden ein schönes und distinktes Mitomgeflecht mit Mikrosomen; in den beiden Zellen der Fig. 8 und 9 ist dies Geflecht nicht dicht, sondern im Gegenteil mit verhältnismässig weiten Paramitomräumen versehen; in Fig. 7 ist das Geflecht relativ reichlicher und dichter gedrängt;

¹⁾ GUSTAF RETZIUS, *Zur Frage von dem Problem der Protoplasmastruktur*. Biol. Unters., N. F., Bd. XVII, 5, Taf. XIII, Fig. 1—8, 1912.

²⁾ GUSTAF RETZIUS, *Was sind die Plastosomen?* Archiv f. Mikrosk. Anat., Bd. 34, Abt., I, 1914.

in zwei von diesen Zellen (Fig. 7 und 8) ist die Zentrosphäre mit mehr oder weniger deutlicher Strahlung in dem Schnitte sichtbar.

2. Wenn ich nun zu den mit den anderen, von MEVES selbst empfohlenen Fixierungsgemischen behandelten Präparaten übergehe, beginne ich v. a. mit den mit seiner eigenen Modifikation des Flemming'schen Gemisches fixierten. In der Fig. 1 der Taf. XIII ist aus einem solchen Präparat eine Gruppe von Zellen wiedergegeben, in denen die ziemlich starke Osmiumeinwirkung des Gemisches hier und da durch Verdunkelung des Paramitoms hervortritt. Im ganzen ist aber doch die Mitomstruktur deutlich vorhanden. Ganz besonders klar tritt sie an den Stellen hervor, wo die Strahlungen ringsum die Zentrosomen vorkommen und gut ausgebildet sind, wie dies in den fünf mittleren Zellen zu sehen ist, ebensowohl wie dort, wo das Mitomgeflecht sparsam und mehr zerstreut liegt, wie in den beiden untersten Zellen. In der Fig. 2 ders. Tafel, in welcher auch eine mit dem Meves'schen Gemisch fixierte Zellgruppe vorliegt, sieht man in vier Zellen ausserordentlich schön solche Strahlungen ringsum die Zentrosomen. Die Fig. 5 gibt eine mit dem gewöhnlichen Flemming'schen Gemisch fixierte Zellgruppe wieder, in welcher eine Zelle in Zweiteilung begriffen ist; sowohl in dieser Zelle, wie in den anderen Zellen, ist die Mitomstruktur sehr deutlich und klar. Bei sehr starker Behandlung mit dem Meves'schen und dem Flemming'schen Gemisch, wie dies besonders an den oberflächlichsten Zellen der Belegsschicht vorkommt, wird die Paramitoms substanz mehr oder weniger homogen und dunkel, so dass das Mitomgeflecht in ihr nur schwach hervortritt, wie dies in den Fig. 3 und 4 der Taf. XIII zu sehen ist; man erkennt doch auch in solchen Präparaten die Mikrosomenreihen, und dies besonders in den Strahlungen ringsum die Zentrosomen, auch in Fig. 4; diese beiden letzten Figuren sind bei schwächerer Vergrößerung wiedergegeben (Zeiss' Apochr. 2 mm, Ap. 1,30, Komp. Ok. 12), während alle die übrigen Fig. noch dazu in doppelter linearer Vergrößerung abgebildet sind. — Schliesslich ist in Fig. 6 eine Zelle gezeichnet, welche mit dem HELLY'schen Gemische fixiert worden ist; hierbei wird ebenfalls das Paramitom homogen und dunkel, so dass das Mitomgeflecht nur sehr schwach hervortritt; man bemerkt aber die mit Hämatoxylin gefärbten Reihen von Mikrosomen, und dies besonders in den radiierenden Strahlungen ringsum die Zentrosphären. — Ich habe hier ja auch die Altmann'sche Fixierungs- und Färbungsmethode versucht. Sie wirkt ungefähr wie die Helly'sche Methode, mit homogen erscheinender Zwischensubstanz, in welcher die scharf roten Mikrosomen mehr oder weniger deutlich reihenweise eingebettet liegen.

Nach der hier gelieferten Darstellung bekommt man also in den Zellen der Belegsschicht der Salamanderleber mit allen den von mir geprüften Methoden, mehr oder weniger distinkt ausgeprägt, dieselben Strukturverhältnisse: ein echtes Mitomgeflecht, welches aus mehr oder weniger dicht liegenden, umeinander schlängelnden, Mikrosomen enthaltenden Fäden besteht und um die Zentrosphären herum hier und da in schönen radiären Strahlungen angeordnet ist; zwischen den Mitomfäden findet sich ein helles, scheinbar strukturloses Paramitom, welches nach starker Osmiumeinwirkung homogen fixiert und durch das Hämatoxylin dunkler gefärbt wird, so dass die Mitomfäden mehr oder weniger verborgen und oft nur durch die Mikrosomenreihen angegeben werden.

Dagegen gelang es mir in diesen Zellen nie die von MEVES beschriebenen und abgebildeten langen Stäbchen, die Chondriokonten oder Plastokonten, nachzuweisen. Bei sehr starker Osmiumverdunklung der Präparate meinte man hier und da das Vorkommen solcher Stäbchen zuweilen ahnen zu können. Bei genauerer Untersuchung in starker Beleuchtung zeigte es sich jedoch, dass dieselben aus den gewöhnlichen Mitomfäden mit den in ihnen eingeschlossenen Mikrosomen bestanden.

Infolge dieser meiner neuen Untersuchungen der lymphatischen Zellen an der Oberfläche (in der Belegsschicht) der Salamanderleber, und zwar mittelst einer Anzahl verschiedener Fixierungsmethoden, unter denen ganz besonders die von FR. MEVES empfohlenen, v. a. seine eigene Methode (das Meves'sche Gemisch), zu betonen sind, bin ich also zu dem Ergebnis gelangt, dass ich meine vorigen Anschauungen vollständig aufrecht halten kann.

B. Zur Kenntnis der Protoplasmastruktur der Knorpelzellen und der embryonalen Bindegewebszellen.

Tafel XIII, Fig. 10—24.

Über den feineren Bau der Knorpelzellen liegt ja seit Alters eine grosse Reihe von Angaben und Beschreibungen vor. Es ist jedenfalls nicht meine Absicht, hier über die Literatur dieser Frage zu berichten, was schon von anderen Autoren mehrmals getan worden ist. Mir liegt es hier nur ob, einige der hauptsächlichsten Momente in dieser Literatur kurz zu berühren, welche für die Beurteilung der Protoplasmafrage besonders wichtig sind. Und ich beginne deshalb mit FLEMMING's Befunde im Jahre 1882.¹⁾ Im Anschluss an frühere Arbeiten gab er nun eine Darstellung vom Bau der Knorpelzellen, wie er ihn im frischen (lebenden) Zustande bei starker Vergrösserung in der Kiemenleiste der Salamanderlarve beobachtet hatte. Ich hebe hier diese seine Darstellung, die seitdem oft angeführt wurde, hervor, weil sie als ein Ausgangspunkt für seine Lehre vom Bau des Protoplasmas angesehen worden ist.

»Der Zellkörper«, sagt FLEMMING, »ist durchzogen von ziemlich stark lichtbrechenden Fäden, von weniger als 1 μ Durchmesser und gewundenem Verlauf; sie sind meistens um den Kern dichter angeordnet und zugleich mehr wellig verschlungen; in Zellen, die den Oberflächen der Knorpel nahe liegen, vielfach im ganzen concentrisch zum Kern angeordnet, wie ich es früher beschrieb; in der Mitte der Knorpel meist ohne solche Regel der Anordnung... Die Peripherie der Zelle wird bald von Fäden ganz oder fast freigelassen, bald auch nicht; zuweilen sind sie hier selbst recht dicht. Dass man eine netzförmige Verbindung der Fäden unter einander sehen könnte, oder auch eine wirkliche Verbindung von Fäden mit dem Umfang des Kerns, oder gar eine Fortsetzung von Fäden in's Innere des Kerns, muss ich, trotz FROMMANN's positiven Angaben in dieser Hinsicht, in Abrede nehmen... Das Protoplasma zwischen den Fäden ist in diesen Knorpelzellen entweder im Leben selbst *flüssig* oder, was ebenso möglich bleibt, es enthält im Leben *flüssigkeitshaltige Vacuolen*, deren Grenzen der Blässe wegen nicht zu sehen sind. Dass eins von Beiden der Fall sein muss, folgt aus der früher von mir mitgetheilten Beobachtung, dass die feinen Körnchen oder Fetttropfchen, die in den Zellen vorkommen, grossentheils BROWN'sche Molecularbewegung zeigen... Wenn man die Knorpel mit Osmiumsäure, Alkohol oder Chromsäure fixirt und nachher ungefärbt in Wasser, oder gefärbt in Glycerin beobachtet, so sieht man die Anordnung der Fadenwerke mehr oder weniger verändert. An Osmiumpräparaten meist stärker wellige Richtungen, oft ähnlich wie bei Leberzellen nach Chromsäurewirkung, locale Zusammenballungen des Fadenwerks; dabei körnige Gerinnungen an den Fäden klebend oder frei. Chromsäurepräparate in Damarlack zeigen mir die Verhältnisse der Knorpelzelle noch am ähnlichsten denen an der lebenden Zelle; Alkoholpräparate, ob mit oder ohne Färbung, recht viel undeutlicher. Aber aus all diesen Behandlungen gewinnt man doch die Überzeugung, dass die präformirten Fäden in ihnen vorliegen und nur in ihrer Lage etwas verändert, etwas durch Gerinnsel beschlagen und undeutlich gemacht sind. Dies ist die Beschreibung, die ich nach möglichst sorgfältiger Prüfung geben kann«, fügte FLEMMING hinzu.

Aus dieser Darstellung FLEMMING's geht also hervor, dass er zu jener Zeit hinsichtlich des Baues der Knorpelzellen hauptsächlich folgende Ansichten hegte:

1. Im *lebenden* Zustande der Zellen lässt sich im Zellkörper eine Anzahl von ziemlich stark lichtbrechenden, gewundenen oder wellig verschlungenen, vielfach concentrisch um den Kern verlaufenden, nicht netzförmig verbundenen Fäden und mehr oder weniger weite flüssigkeitshaltige Vakuolen mit in ihnen wahrnehmbarer Molecularbewegung demonstrieren.

2. In den mit Osmiumsäure, Alkohol oder Chromsäure fixirten Präparaten sieht man die Anordnung der Fadenwerke mehr oder weniger in der Weise verändert, dass zwar locale Zusammenballungen entstanden sind, aber, besonders in den Chromsäurepräparaten, davon überzeugend, dass die präformirten Fäden in ihnen vorliegen, nur in ihrer Lage etwas verändert, durch Gerinnsel beschlagen und undeutlich gemacht.

In den von FLEMMING beigefügten Abbildungen der Knorpelzellen erkennt man die beschriebenen Fadenwerke, aber an ihnen keine solchen Körner oder Mikrosomen, wie er sie in mehreren anderen Zellarten wiedergab.

¹⁾ W. FLEMMING, *Zellsubstanz, Kern, und Zelltheilung*, 1882.

Seit jener Zeit ist die Struktur der Knorpelzellen hin und wieder der Gegenstand näherer Untersuchungen und Beschreibungen gewesen. Von diesen will ich indessen hier nur diejenigen berühren, welche aus den späteren Jahren stammen, während welcher die Technik der Fixierung und Färbung in besonderer Weise Fortschritte gemacht hat.

In seiner Arbeit über die Zentralkapseln und Pseudochromosomen behandelte somit MARTIN HEIDENHAIN¹⁾ u. a. auch die Struktur der Knorpelzellen. Er betonte hierbei, dass durch O. VAN DER STRICHT nachgewiesen war, dass bei diesen Zellen in jugendlichem Zustande ein zentriertes Zytomitom vorhanden ist, das sich aber bei älteren Knorpelzellen verliert, indem diese durch Flüssigkeitsaufnahme im Verhältnis zu den jüngeren ungeheuer gewachsen sind. Es bilden sich Vakuolen, die miteinander konfluieren, und so entsteht ein Strangwerk, welches von der ursprünglichen Struktur durchaus verschieden ist. Aus den gröberen Strängen und ihren Verzweigungen differenzieren sich Fäden heraus, welche durch ihr individualisiertes Gepräge, durch ihren häufig schleifenartigen Verlauf, ihr gleichartiges Kaliber und übereinstimmendes Aussehen sich als etwas Spezifisches dokumentieren. Diese Gebilde, welche bei rechtzeitig unterbrochener Entfärbung in den Eisenhämatoxylinpräparaten intensiv auf klarem Grunde hervortreten, sind äusserst selten verzweigt, im Gegensatz zu dem Strangwerk, in welches sie eingelagert sind, und sie kommen merkwürdigerweise ebenso wie die Pseudochromosomen, denen sie so sehr gleichen, auch unter der Form kleiner Ringelchen vor. Von diesen Knorpelzellen mit den fadenartigen Körpern lieferte HEIDENHAIN einige interessante Abbildungen, in denen man auch das feine Geflecht des Zytomitoms in reichlicher Menge wahrnimmt.

Im Knorpel des Caput femoris des Frosches beschrieb in Jahre 1907 N. LOEWENTHAL²⁾ in den Zellen je eine, zuweilen aber auch zwei bis drei Gruppen oder Herde von eigentümlichen geknickten oder gewundenen, scharf gezeichneten Fäden, die bald lockerer angelegt sind, bald ein kompakteres, etwa knäueiförmiges Klümpchen bilden und meistens in der breiteren Region der Zelle zwischen dem exzentrisch gelegenen Kerne und der Zellperipherie sich finden. Diese Fadengkonglomerate seien durchaus nicht zu verwechseln mit der viel zarteren faserigen Struktur des Knorpelzelleibes; der faserige Anteil desselben hat eine andere Beschaffenheit, denn es handelt sich eigentlich nicht um kontinuierliche Fäserchen, sondern um Züge von angereichten, äusserst zarten Granulis; die eigentlichen Plasmafäden unterscheiden sich von den zusammengeballten Fäden ausserdem durch die geringere Dicke und durch geringeres Lichtbrechungsvermögen.

Unter den französischen Histologen haben in neuerer Zeit mehrere der Frage vom Bau der Knorpelzellen ihre Aufmerksamkeit gewidmet, unter denen ich hier besonders RENAUT, DUBREUIL, PRENANT, RETTEREE und LAGUESSE zu nennen habe. Im Jahre 1911 hat der letztgenannte³⁾ in dieser Frage eine eingehende historisch-kritische Beleuchtung veröffentlicht, auf die ich verweisen und aus welcher ich auch einige Anführungen machen will. LAGUESSE färbte bei der Salamanderlarve die Zellen mit Janusgrün und fand in ihnen im Mikroskope Fasern, welche offenbar den von FLEMMING beschriebenen entsprachen; aber auch nach Fixierung erhielt er solche Fasern; diese Fasern sind selten gerade, sondern gewöhnlich gebogen oder etwas wellig oder gekrümmt und finden sich in den Zellen in wechselnder Anzahl. Andererseits haben sie aber auch die Beschaffenheit mitochondrialer Bildungen und sind offenbar die Chondriokonten von MEVES. FLEMMING hat aber in seinen betreffenden Präparaten nur diese Chondriokonten und nicht die eigentliche Fadenstruktur des Protoplasmas selbst gesehen. Hinsichtlich dieser Struktur schliesst sich LAGUESSE an die Ansicht von KÖLLIKER und HENNEGUY, welche auch PRENANT und BOUIN in der Weise ausgedrückt haben: »Les diverses structures du protoplasme n'ont rien de fixe et se transforment l'une dans l'autre selon les états fonctionelles de la cellule«. Und LAGUESSE fügt hinzu: »La plupart de ces formations nous semblent être plutôt l'expression d'une *architecture* du corps cellulaire (au sens d'ARNOLD) que d'une *structure* intime du protoplasme«. »Ce qui nous parait le plus vraisemblable, c'est l'existence d'un protoplasme primitivement homogène le plus souvent, pourtant parsemé d'un grand nombre de fins granules (cytomicrosomes), qui en représentent les uns une différenciation (mitochondries, plasmosomes, chromidies), les autres un déchet ou des formations paraplastiques secondaires«.

Ich habe hier diese Anführungen gemacht, um zu zeigen, wie die auf der Struktur der Knorpelzellen gebaute Lehre von der Struktur des Protoplasmas im ganzen schwebend und unklar geworden war; ich gehe jetzt zu einer kurzgefassten Besprechung meiner eigenen Befunde an den Knorpelzellen über.

¹⁾ MARTIN HEIDENHAIN, *Ueber die Zentralkapseln und Pseudochromosomen in den Samenzellen von Proteus etc.* Anatom. Anz., Bd. 18, Dez. 1900, No 22 und 23.

²⁾ N. LOEWENTHAL, *Zur Kenntnis der Knorpelzellen.* Anatom. Anz. Bd. 30, No 1, 1907.

³⁾ E. LAGUESSE, *Les chondriocentes de la cellule cartilagineuse et la structure du protoplasme.* Bibliographie anatomique. Tome 21, 1911,

Zur genauen Untersuchung wählte auch ich erstens das klassische Objekt FLEMMING's, die Knorpel der *Salamanderlarven*; dann noch die der *Hühnerembryonen*, ferner auch die Knorpel junger *Meerschweinchen* und *Kaninchen*. Um zu endgültigeren Schlüssen zu gelangen, sollte man aber eigentlich auch betreffs der Knorpelzellen ein manche verschiedene Vertreter des ganzen Tierreichs umfassendes Studium der verschiedensten Knorpelarten durchführen, wie es z. B. JOSEPH SCHAFFER hinsichtlich dieser Gewebsart im allgemeinen in grossem Umfange ausgeführt und wie F. C. C. HANSEN ihr Verhalten zu den verschiedenen Fixierungs- und Färbungsflüssigkeiten in eingehendster Weise geprüft haben. Dazu fehlte mir die Zeit, ja sogar die Lust, weil ich schon früh erfahren habe, dass für die Eruierung der allgemeinen Protoplasmastruktur eben die Knorpelzellen kein besonders dankbares Objekt bilden. Ich habe mich deshalb darauf beschränkt, diesmal nur die Zellen der genannten Knorpelarten zu studieren.

1. In den verschiedenen Knorpeln junger *Larven von Salamandra mac.* fand ich also sowohl im frischen (lebenden) als im fixierten Material in den Zellen die längst von FLEMMING beschriebenen und abgebildeten Strukturen, nämlich teils mehr gerade, teils mehr oder weniger konzentrisch im Verhältnis zum Kern verlaufende, teils gebogene oder gekrümmte, hier und da sogar geknickte oder wellige, leicht färbbare Fasern, welche entweder keinen inneren Bau oder auch eine mehr oder weniger deutliche Zusammensetzung aus in ihnen eingeschlossenen Körnern darboten. Diese Fasern waren in den einzelnen Zellen bald zahlreich, bald nur verhältnismässig sparsam vorhanden; bald liegen sie stellenweise dichter gedrängt und an anderen Stellen nur spärlich, oder fehlen sie stellenweise ganz. In einzelnen Zellen trifft man aber auch nur ein feines Geflechtwerk fein körniger Fäserchen von dem Aussehen eines grazielen Mitoms. Auf der Tafel XIII sind in den Fig. 10, 11 und 12 drei Knorpelzellen aus Extremitätknorpeln wiedergegeben, welche in Carnoy'schem Gemisch und mit Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbt worden sind, welche Zellen offenbar sehr gut fixiert und gar nicht geschrumpft waren; sie füllten auch ihre Kapselhöhlen vollständig aus. Diese drei Zellen geben einige der am meisten vorkommenden Typen wieder. Die Fig. 13 und 14 stellen zwei im Meves'schen Gemisch gut fixierte und ebenso gefärbte Zellen aus dem Schulterblatt einer Larve dar; man sieht auch hier teils echt fadenartige, teils mehr körnige, in verschiedenen Richtungen gekrümmte Gebilde. Diese Figuren (10—14) sind alle bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 in doppelter linearer Vergr. wiedergegeben. Die Fig. 15 stellt schliesslich aus einem Wirbelknorpel der Larve eine Gruppe von Zellen dar, ebenfalls mit dem Meves'schen Gemisch fixiert, aber nur bei einfacher linearer Vergrößerung des Zeiss'schen Bildes gezeichnet; in diesen Zellen bemerkt man überall nur echte Fäden, zwar von wechselnder, aber doch beschränkter Länge und verschiedener Anordnung, ohne einen merkbaren inneren Bau und von verhältnismässig sparsamer Anzahl in jeder Zelle. Im ganzen lässt sich also sagen, dass die Knorpelzellen der Salamanderlarven recht verschiedenartige Bilder darbieten, welche ihrem Grundschema nach den ursprünglichen FLEMMING'schen Fäden nahe stehen, und zwar nicht nur im lebenden Zustande, sondern auch nach guter Fixierung in den verschiedenen Flüssigkeiten; ich habe hier nur aus zwei solchen Fixierungsweisen Bilder dargestellt, aber auch mehrere andere geprüft. Ich stimme also auch der Ansicht von LAGUESSE bei, dass die von FLEMMING im lebenden Material gesehenen Strukturen mit den gut fixierten übereinstimmen und mit ihnen grossenteils identisch sind, obwohl es im lebenden Material nicht gerne gelingt, die feinsten gekörnten Fäserchen wahrzunehmen, welche das eigentliche, gewöhnliche Mitomgeflecht repräsentieren. Weil es aber in den verschiedenen fixierten Zellen zwischen den stärkeren, nicht körnigen Fadenbildungen und den feinen gekörnten Fäserchen verschiedene Übergangsformationen gibt, scheint auch in der Tat LAGUESSE darin recht zu haben, dass sie in den Knorpelzellen alle ein und derselben Natur sind, obwohl ihre extremen Variationen doch ein recht verschiedenes Aussehen darbieten. Wahrscheinlich bestehen deshalb die scheinbar nicht gekörnten Fäden auch sämtlich aus Körnern, obwohl dies in unseren Präparaten nicht oder nur andeutungsweise wahrnehmbar ist. Es gibt ja auch hier und da wirkliche Übergangsformen zwischen ihnen.

2. Bei den *Hühnerembryonen* vom 3.—13. Tage suchte ich in zahlreichen Präparaten die Entwicklung der Protoplasmastruktur mittelst verschiedener Fixierungsmethoden, v. a. aber der Carnoy'schen und der Meves'schen, zu verfolgen. In den Fig. 22, 23 und 24 habe ich einige solche mittelst der letztgenannten Methode fixierte Zellen abgebildet, von denen die ersten beiden in doppelter, die letzte in einfacher linearer Vergrößerung bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30, Komp. Okul. 12 wiedergegeben sind. Im Protoplasma dieser Zellen bemerkt man zwar auch, wie beim Salamander, feine, in verschiedenen Richtungen verlaufende Fädchen, von denen nur ein Teil eine körnige Zusammensetzung wahrnehmen lässt; im ganzen bieten diese kleinen Zellen jedoch keine so scharfen Bilder, wie die der Salamanderlarve, und sind zur Lösung der Protoplasmafragen wenig geeignet.

3. Bei einigen *Säugetieren*, v. a. beim *Meerschweinchen* und *Kaninchen*, bekam ich dagegen sehr schöne Bilder. In den Fig. 16, 17, 18, 19 und 20 habe ich also von Rippenknorpeln des Meerschweinchens fünf Zellen bei doppelter linearer Vergröss. des Zeiss'schen Bildes wiedergegeben, welche ein sehr deutliches, echtes, gekörntes Mitom darbieten, dessen Fasern teilweise von der Peripherie der in allen diesen Zellen den doppelten Zentralkörper enthaltenden, schön sichtbaren Zentralsphäre ausgehen. Zwischen den Mitomfasern sind grössere und kleinere, helle, strukturlose Vakuolen vorhanden, welche höchst wahrscheinlich im Leben eine stark wasserhaltige Flüssigkeit enthalten haben.

Von den Knorpelzellen der Innerohrenkapsel des jungen Kaninchens habe ich in Fig. 21 eine auch in doppelter linearer Vergröss. des Zeiss'schen Bildes gezeichnete Zelle wiedergegeben, in welcher, wie es bekanntlich in den Knorpelzellen oft vorkommt, zwei Kerne vorhanden sind. Das Mitomwerk ist spärlich; der übrige Innenraum der sehr grossen Zelle ist offenbar von einer bedeutenden Flüssigkeitsmenge gefüllt. Aus diesen und anderen Befunden hinsichtlich des Protoplasmas in den Knorpelzellen der untersuchten Vertebraten lassen sich nur folgende allgemeine Schlüsse ziehen:

Die *Knorpelzellen*, welche sich bekanntlich im ganzen in ihrer in der Knorpelzweischensubstanz eingeschlossenen Lage nur schwer ohne Schrumpfung fixieren lassen, geben jedoch bei sorgfältiger Fixierung, besonders in den der Oberfläche nahe gelegenen Partien, Bilder von ganz natürlichen und nicht geschrumpften, die Kapselhöhlen ganz ausfüllenden Dimensionen und Strukturen, welche mit denen der im lebenden Zustande untersuchten resp. gefärbten Zellen übereinstimmen.

Sie zeigen aber bei verschiedenen Tierarten, bei verschiedenem Alter und in verschiedenen Knorpeln des Körpers sowie in verschiedenen Schichten desselben Knorpels, eine etwas wechselnde Beschaffenheit, so dass man in betreff der Form und der Struktur kaum einen für alle geltenden Typus aufstellen kann. Dies gilt auch ganz besonders hinsichtlich der Struktur des Protoplasmas der Zellen. Bei allen lässt sich zwar ein Fadengeflecht nachweisen. Diese Fäden, welche in wechselnder Zahl, Dichtigkeit und Anordnung vorkommen, sind auch von wechselnder Stärke, bald sehr fein, kaum sichtbar, bald dicker, und verlaufen im Protoplasma in verschiedenen Richtungen, zuweilen ziemlich konzentrisch um den Kern, oft aber in sich kreuzenden Anordnungen, bald mehr gerade oder schwach gebogen, bald wellig, stark gebogen oder geknickt. Bald sind, wie dies bei der Salamanderlarve besonders gewöhnlich ist, diese Fäden strangförmig, nicht körnig, bald Körner reihenweise enthaltend und ein echtes Mitomwerk darbietend; bald sind sie ganz kurz und stäbchenartig, bald länger und können in beiden Fällen die Benennung Chondriosomen verdienen.

Zwischen den Fäden oder Fadenbändern ist in der Regel eine recht bedeutende, scheinbar strukturlose Zwischensubstanz vorhanden, welche oft zu grösseren Ansammlungen in vakuolartigen Räumen zusammentritt und dann, wie FLEMMING betonte, sehr dünn und wasserhaltig, im Leben sogar Molekularbewegung darbietend, sein kann.

Die Knorpelzellen bieten also ein Protoplasma eigentümlicher, sehr wechselnder und verschiedenartiger Art dar, welches deshalb kaum als ein Paradigma für das Zellprotoplasma im allgemeinen aufgestellt werden kann, obwohl ihr näheres Studium doch in mehreren Beziehungen ein spezielles Interesse darbietet, und zwar ganz besonders deshalb, weil es sich im lebenden Zustande untersuchen lässt und für experimentelle Untersuchungen zugänglich ist.

C. Einige Worte zur Kenntnis der Struktur der sich entwickelnden subkutanen Bindegewebszellen.

Taf. XIII, Fig. 25—31.

Bekanntlich haben MEVES und seine Schüler in den Zellen des subkutanen Bindegewebes resp. des Mesenchyms und auch anderer Bindegewebspartien und anderer Organteile bei Hühnerembryonen zahlreich vorkommende, stäbchen- oder fadenförmige, stark färbbare »Chondriosomen« beschrieben.

Bei meinen Studien über das Protoplasma in den verschiedenen Zellarten bei solchen Embryonen vom 1. bis zum 15. Tage der Bebrütung, von denen ich nach der Anwendung verschiedener Fixierungsmethoden zahl-

reiche Schnittserien machen liess, bemühte ich mich v. a. diese Chondriosomen mittelst der Eisenhämatoxylin-Färbung darzustellen. Zur Fixierung benutzte ich, der Anmahnung von MEVES gemäss, v. a. seine Modifikation des FLEMING'schen Gemisches. Ich fand aber bald, dass es gerade in diesen Zellen schwer ist, mit überzeugender Sicherheit die fraglichen Fäden scharf wahrzunehmen. Diese Zellen sind nämlich in der Regel so unregelmässig und mit so zahlreichen, nach allen Richtungen ausstrahlenden Flügelplatten und verästelten Ausläufern versehen, welche im optischen Durchschnitte als die verschiedenartigsten dunklen Fäden und Stäbchen erscheinen, dass dieselben mit wahren Fäden und Stäbchen verwechselt werden können, und man in seinem Urteil leicht irreführt wird. Man muss deshalb mit grosser Kritik und Skepsis diese Untersuchung ausführen und v. a. solche Zellpartien aufsuchen, welche abgeflacht sind. Wenn man dies tut, bemerkt man indessen in den Protoplasmaausbreitungen hier und da verschieden geformte kleine Fäden und Stäbchen, welche in mehrfacher Beziehung den auch in manchen Knorpelzellen vorkommenden Gebilden ähneln, oft aber auch als verschiedenartige gekörnte Fäden hervortreten. In der Fig. 25 der Taf. XIII sind bei doppelter linearer Vergrösserung des Zeiss'schen Bildes (Apochr. 2 mm, Ap. 1,30 und Komp. Okul. 12) zwei solche Zellen wiedergegeben; und in der Fig. 2 sind ohne die doppelte lineare Vergröss. vier solche Zellen abgebildet, in denen diese Fäden noch distinkter hervortreten. Ein echtes gekörntes Flemming'sches Mitom liess sich dagegen in diesen jungen Bindegewebszellen nicht nachweisen. Ich wandte mich deshalb ganz besonders zu den in diesem Gewebe recht zahlreich vorkommenden sich teilenden Zellen; in diesen fand ich nun ein wahres gekörntes Mitom mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Die Fig. 28, 29, 30, 31 der Taf. XIII stellen Abbildungen solcher sich teilenden Zellen dar, von denen besonders die Fig. 28 mit ihren polaren Strahlungen der Mitomfäden, aber auch die Fig. 30 deutlich und klar das Verhalten zeigt; in den Fig. 29 und 31 sieht man zwar die Mikrosomen; ihre Anordnung zu Mitomfäden ist aber verwischt; schliesslich fand ich auch noch solche Zellen, wie die in der Fig. 27 abgebildete, in denen auch ohne vorhandenes Teilungsstadium ein wahres gekörntes Mitom zu sehen war. Die Zellen 27—31 sind bei doppelter linearer Vergrösserung des Zeiss'schen Bildes (Apochr. 2 mm, Ap. 1,30 und Komp. Okul. 12) wiedergegeben.

Also kann man in diesen Zellen nicht nur Fäden (Chondriosomen), sondern auch hier und da ein echtes Mitom finden. Diese Zellart ist aber, wie oben bemerkt wurde, im allgemeinen, infolge ihrer zahlreichen Ausläufer und Flügel, aber auch infolge ihrer geringen Grösse, jedenfalls zum Studium der Protoplasmastruktur sehr wenig geeignet.

Wenn man, wie ich, gewöhnt ist, das Protoplasma in den Eiern, v. a. der Knochenfische und gewisser Mollusken u. s. w., zu studieren, findet man deshalb bald, wie wenig es sich lohnt, die allgemeine Protoplasmastruktur in den Knorpelzellen und den Bindegewebszellen eingehender zu behandeln. Für spezielle Zwecke kann natürlich dies auch von Interesse sein, weniger aber für die Protoplasmafrage im allgemeinen.



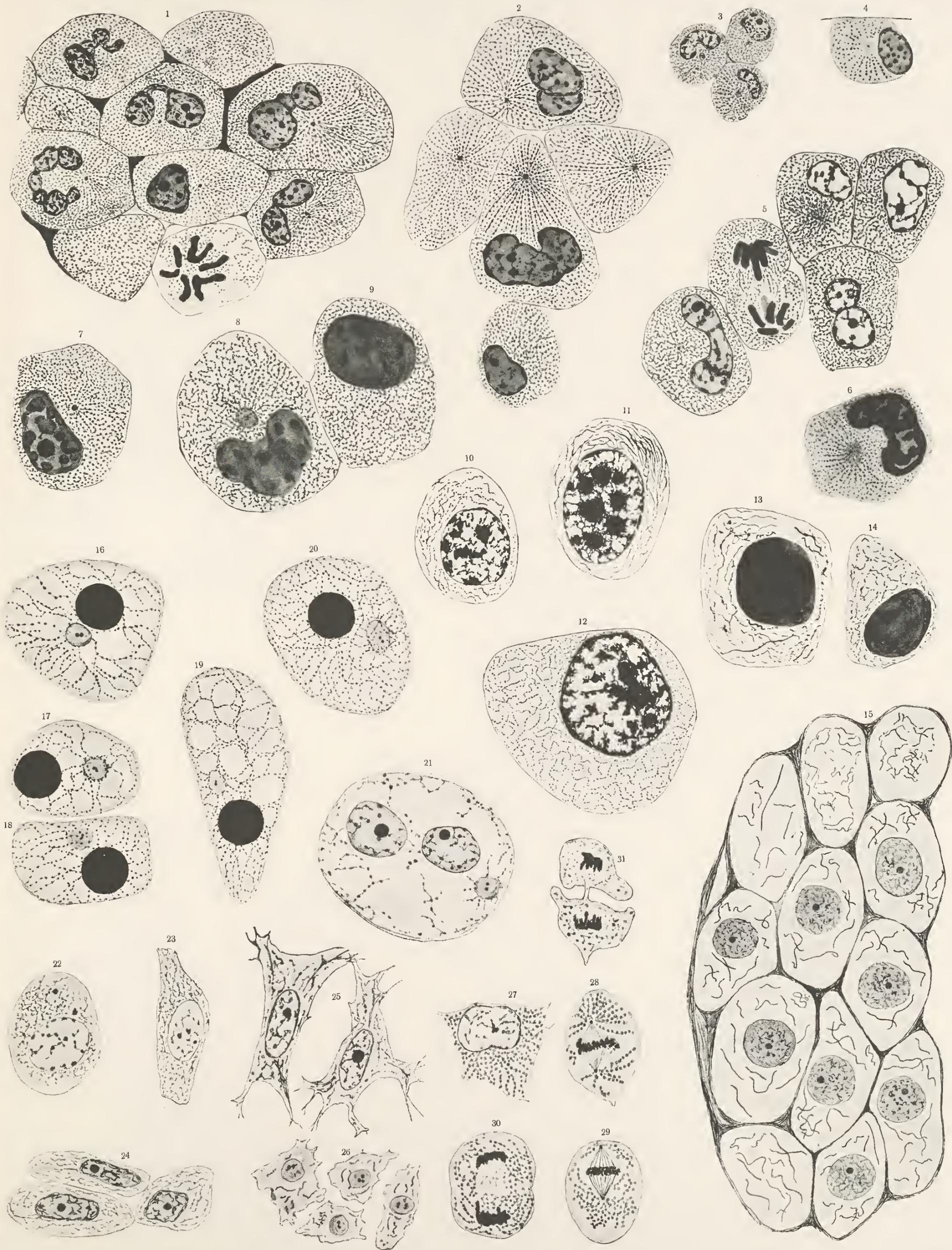
Lymph. Zellen der Salamanderleber.
1—9

Knorpelzellen der Salamanderlarven,
10—15

Knorpelzellen von Cavia und Lepus.
16—21

Knorpelz. von Hühnchenembr.
22—24

Bindegewebszellen von dito.
25—31



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [NF_18](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der Struktur des Protoplasmas in den lymphatischen Zellen, den Knorpelzellen und den embryonalen Bindegewebszellen 46-52](#)