

XVII.

Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe.

Von Prof. C. Kupffer.

(Nach einem im physiolog. Verein zu Kiel gehaltenen Vortrage.)

Auf der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden machte ich die Mittheilung, dass man bei gut gelungener, unter gewissen Cautelen ausgeführter Injektion der feinen intercellulären Gallenwege (Gallenkapillaren) der Leber durch in Wasser lösliches Berlinerblau gar nicht selten, namentlich bei der Kaninchenleber, Präparate gewinnt, die den Farbstoff innerhalb der Leberzellen in regelmässigen kleinen runden Portionen aufweisen, welche kleinen Portionen mit dem nächsten Gallenkapillarröhrchen, von dem aus das Eindringen in die Zelle erfolgte, durch äusserst feine blaue Fädchen in Verbindung stehn. Später stellte ich Untersuchungen darüber an, ob sich bei der natürlichen Injektion der Gallenwege durch Farbstoffe, nach der Methode von Chrońszczewsky, wohl Aehnliches darbieten würde. Dieser scharfsinnige Experimentator brachte Farbstofflösungen in's Blut und sah seine Erwartung glänzend bestätigt, indem sowohl die Zellen der Harnkanälchen, wie auch die Leberzellen den Farbstoff aus dem Blute in die betreffenden Drüsenkanäle ausschieden und so die letzteren, farbig injicirt, zur Anschauung brachten.

Ich verfuhr also in derselben Weise, injicirte theils Indigkarmin, theils in Wasser lösliches Anilinblau in die Venen von Kaninchen und in die Lymphsäcke von Fröschen und fand häufig an den Leberzellen ganz entsprechende Erscheinungen, als sie bei der direkten Injektion der Gallenwege sich ergeben hatten: kleine rundliche Portionen des Farbstoffes innerhalb der Zellen, durch äusserst feine blaue Fädchen

mit dem nächsten intercellulären Gallenkanälchen in Verbindung gesetzt. Ohne Zweifel fand also die vakuolenartig innerhalb der Zelle angesammelte Substanz auf dem durch das feine gefärbte Fädchen vorgezeichneten Wege ihren Abfluss in das System der ausführenden Wege. Ich fand aber bei dieser Methode, namentlich an Fröschen, noch mehr, als die oben erwähnte Erscheinung in den Zellen. Ich fand, dass der Farbstoff sich auch in feinen netzförmig verbundenen Zügen innerhalb der Zelle vorfinden könne, oder in gestreckten vereinzelt Fäden. Solche farbige Fäden können sich mit den runden vakuolenartige Portionen kombinieren, oder allein für sich vorhanden sein.

Damit sind durchaus nicht alle Möglichkeiten erschöpft. Man findet, namentlich wenn das Blut mit Farbstoff überladen ist, auch partiel oder total diffus gefärbte Zellen etc. Ich erwähne nur speciel das fadenförmige Vorkommen der Farbe weil es mir den Anstoss zu weiter gehender Erkenntniss gewährt hat.

Durch die bisherige Anschauung vom Bau der Leberzelle waren diese Erscheinungen nicht zu erklären, und es galt also zu untersuchen, ob sich bei speciellerer Prüfung werde weiter gelangen lassen. Ich wandte mich zunächst an die Leberzelle des Frosches und erkannte an derselben Verhältnisse, die mir von weittragender Bedeutung zu sein scheinen.

Der Bau der Froschleber ist im Allgemeinen durch Hering's Untersuchungen bekannt. Es schliesst sich derselbe, nach dem Verhältniss der Leberzellen zu den Gallenröhrchen einerseits, den Blutkapillaren andererseits, an die Leber der Nattern an, nur dass, wie Hering sich zutreffend ausdrückt, der tubulöse Bau, der bei der Natter nicht zu verkennen ist, an der Leber des Frosches nicht so prägnant hervortritt, weil die grossen Leberzellen nur in der Zahl von drei bis vier das centrale (axiale, Eberth) Gallenröhrchen umschliessen. Im Querschnitt dieser Schläuche sieht man drei bis vier keilförmig gestaltete grosse Zellen geschlossen um das central zwischen ihnen gelegene enge kreisförmige Lumen des Gallenröhrchens gruppirt.

Die Blutkapillaren stehen durchweg um den Durchmesser einer Leberzelle von den Gallenröhrchen ab. Der senkrecht auf den Verlauf des Gallenröhrchens gerichtete Durchmesser der Zellen ist durchgängig der längere und misst bei *rana esculenta* 0.035—0.04 mm., manche Zellen erreichen eine Länge von 0.048 mm., der Durchmesser parallel dem Verlauf des Gallenröhrchens ist kleiner und beträgt 0.032 mm. im Mittel. Die Kerne sitzen stets ganz am äussern, vom Gallenweg entfernten Ende der Zellen, hart an der von den Blutkapillaren tangirten Fläche und sind klare Kugeln von 0.01—0.012 mm. Durchmesser.

Durch diese Grösse erweisen sich die Zellen sehr geeignet zur Untersuchung. Ich will das wesentliche Ergebniss gleich voranstellen:

Die Leberzelle des Frosches besteht, abgesehn vom Kern, aus zwei deutlich von einander unterscheidbaren Substanzen, einer hyalinen, der Masse nach überwiegender Grundsubstanz, die der eigentlich formbedingende Theil ist, und einer spärlichern, feinkörnig fibrillären, die in die erstere eingebettet ist.

Am schärfsten erkennt man diese beiden Substanzen in ihrem Verhältniss zu einander nach vorausgegangener Behandlung mit Osmiumsäure, und da die Controle des hierbei gewonnenen Bildes durch die Untersuchung der frischen Leberzelle die vollständige Naturtreue desselben verbürgt, so gehe ich in der Schilderung davon aus. Es ist im Grunde gleich, ob man einen aus der frischen Leber mittels des Doppelmessers hergestellten Schnitt Osmiumsäuredämpfen während einiger Minuten bis zur leichten Bräunung aussetzt oder ein Stück der frisch dem Thier entnommenen Leber in einer halbprocentigen Lösung bis zur Schnittfähigkeit erhärtet. Das letztere Verfahren empfiehlt sich aber aus einigen Rücksichten von nebensächlicher Bedeutung: der Schnitt aus der erhärteten Leber ist eleganter und reiner, die Gefässlumina klaffen deutlicher, alle Grenzen sind schärfer und die Fettpartikel in den Zellen sind wegen der längern Einwirkung der Säure tiefer schwarz und dadurch von den übrigen Körnchen sicherer zu unterscheiden.

Die hyaline Substanz der Zelle bleibt bei dieser Behandlung mit Osmiumsäure durchaus pellucide und gleichartig, und nimmt eine schwach graubräunliche Färbung an; es erfolgen keine Ausscheidungen irgend welcher Art, es tritt keine Schichtung hervor, woraus man etwa auf Differenzen zwischen centralen und peripheren Parthien schliessen könnte, kurz, man hat es mit einer homogenen Masse thun.

Eingebettet in diese Hauptmasse der Zelle findet sich die zweite, tiefer braun gefärbte, fibrilläre Substanz, die also nicht erst gesucht werden muss, sondern auf den ersten Blick durch Färbung und Vertheilung prägnant in die Augen fällt. Analysirt man dieselbe unter Vergrösserungen von $\frac{500}{1}$ und darüber, so überzeugt man sich leicht, dass sie nicht überwiegend aus disparaten Körnchen und Tröpfchen, sondern im Gegentheil, der Hauptsache nach, aus einer zusammenhängenden Masse besteht, welche ein netzförmig geordnetes Fadenwerk bildet. Schon die Kombination von Hartnack Obj. 8 mit Oc. 3 giebt ein ganz hinreichend deutliches Bild dieser Verhältnisse.

Da die beiden Massen so bestimmt zu unterscheiden sind, empfiehlt sich auch eine praecise Sonderung in der Bezeichnung und, — in der Voraussetzung, dass es sich durch das Nachfolgende recht-

fertigen dürfte — will ich die hyaline Substanz des Paraplasma, die feinkörnig fibrilläre, das Protoplasma der Leberzelle des Frosches nennen.

An den meisten Zellen einer Leber wird man nach Behandlung mit Osmiumsäure finden, dass das Protoplasma um den Zellkern oder neben demselben am beträchtlichsten angehäuft ist. Aber diese Disposition ist keineswegs konstant, es kann die Hauptmasse desselben auch von dem Kern abrücken. Stets aber kehrt der Umstand wieder, dass das Protoplasma nicht gleichmässig innerhalb des hyalinen Paraplasma vertheilt ist, sondern an einer Stelle eine kompaktere Centralmasse zeigt, von welcher aus Netzfäden peripherisch ausstrahlen. Nie habe ich das Protoplasma in getrennten Portionen, sondern stets als Continuum angetroffen. Die Centralmasse nun erscheint am deutlichsten granulirt, einmal durch die eingelagerten Fetttröpfchen verschiedener Grösse, dann durch andere, ohne Zweifel eiweissartige Partikeln, aber auch die von derselben ausstrahlenden Fäden zeigen sich granulirt. Hier ist dieses Aussehn nicht allein durch dieselben anhaftenden und eingebetteten Partikeln bedingt, sondern zum grossen Theil auch durch kleine Knötchen, Erweiterungen und Anschwellungen der Fadenmasse selbst.

Wie die Centralmasse des Protoplasma verschiedene Lagerung, so zeigen die ausstrahlenden Fäden wechselnde Entwicklung und Vertheilung, zwar stets netzförmige Verbindung mit eckigen und runden Maschen, aber breitere und feinere Fäden, manche so fein ausgezogen, dass sie mit Hartnack x. Oc. 4 eben wahrgenommen werden. Bei allem Wechsel macht sich indessen ein Verhältniss so häufig geltend, dass ich es als ein Wesentliches betrachten muss: der Hauptzug der Fäden des Protoplasma geht von der das Blutgefäss tangirenden Oberfläche der Zelle zu der das Gallenröhrchen begrenzenden Kante hin. Besonders schön sieht man dieses Verhalten an Querschnittsbildern, wo drei bis vier Zellen keilförmig zugeschräfft, das kreisrunde kleine Lumen des Gallenröhrchens umstellen. Die Fäden drängen sich geradezu an einander gegen den einen Punkt hin, und reichen bis an die äusserste das Lumen begrenzende Kante der Zelle. Und wenn dieses Lumen, was nicht immer deutlich zu sehen ist, von einem merklich breiten Saum (Cuticula?) umfasst wird, habe ich diesen Saum von perforirenden Ausläufern des Fadenwerks gestreift gesehn, so dass ich annehmen muss, Protoplasmafädchen dringen bis in das Lumen vor.

Die vorherrschende Richtung des Zuges der Protoplasmafäden gegen das Gallenröhrchen hin, ist auch da nicht zu verkennen, wo das letztere in der Ebene des Schnittes liegt. — Einzelne Fäden

schweifen seitlich von dieser praevalirenden Richtung ab und verbinden sich dann meist in grössere polygonalen Maschen unter einander diese abschweifenden Fäden gehören zu den feinsten und entbehren häufig der anhaftenden Körnchen.

Wo in einer Zelle die Centralmasse des Protoplasma von dem Kern abgerückt ist, finde ich doch eine geringe Portion desselben in unmittelbarer Umgebung des Kerns, bisweilen in so dünner Lage, dass die Entscheidung zweifelhaft wird, es gehn aber stets Fäden von der Centralmasse bis hart an die Oberfläche des Kerns und breiten sich entlang derselben aus, so dass ich, in Zusammenfassung aller Beobachtungen, nicht anstehe es auszusprechen, der Kern bleibe stets in Contact mit derjenigen Substanz, die ich eben, zum Unterschiede von der andern, speciel als Protoplasma bezeichnet habe. Ein anderes Verhalten, als das bisher geschilderte, begegnete mir zwar seltener indessen doch immerhin so oft, dass es bei der Schilderung nicht unberücksichtigt bleiben darf. Es ist die Erscheinung, dass das Protoplasma gar nicht in Fäden ausstrahlt, sondern klumpig um den Kern geballt ist. Die Masse erscheint dann ganz kompakt und kann den Kern völlig verhüllen.

Diese Darstellung kann ohne Einschränkung auf die frische Zelle übertragen werden. Mag man dieselbe in humor aqueus, 0.6 proc. Kochsalzlösung, Jodserum untersuchen, stets gewahrt man das Protoplasma innerhalb des hyalinen Paraplasma als minder durchsichtige fein gekörnte Substanz in der mannigfaltigen Entwicklung zu netzförmig zusammenfliessenden Fäden, in dem wechselnden Verhalten zum Kern, seltener ganz um den letztern konzentriert — genau wie an dem Osmiumsäurepräparat. Das Bild ist natürlich weniger scharf, weil die dunklere Färbung des Protoplasma fehlt, und es gelingt aus diesem Grunde nicht so leicht, die feinsten Fäden zu verfolgen. Es empfiehlt sich daher bei derartigen Beobachtungen stets hinter einem hohen gewölbten Schilde zu arbeiten, der vor das Mikroskop gestellt wird und nur in der Höhe des Spiegels eine ausreichende runde Oeffnung zum Durchtritt des Lichtes hat, aber alles auf das Präparat auffallende, wie das direkt in das Auge des Beobachters fallende Licht ausschliesst. Die Wahrnehmung wird hierdurch bedeutend geschärft.

Die Gesamterscheinung der als Protoplasma bezeichnete Substanz giebt also im Kleinen das Bild eines Pseudopodiennetzes, oder des zu Netzfäden sich verbindenden circulirenden Protoplasma's von Pflanzenzellen und die wechselnde Gestaltung der Masse, wie sie, durch die Osmiumsäure fixirt, in verschiedenen Zellen sich darbot, erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe innerhalb der fixirten Leberzelle kontraktile und strömend sich verhalten würde. In der That

ist es mir gelungen, an frischen Zellen in der feuchten Kammer Bewegungen an den Fäden zu beobachten. Der Objektisch war dabei, etwas schwankend, auf 20—24⁰ Cels. erwärmt. Die Frösche waren Winterfrösche, welche aber zwei Tage vorher in's Zimmer genommen waren. Die Erwärmung des Objektisches übertraf um 3 Grade die Zimmertemperatur, in welcher die Frösche zuletzt gehalten worden waren, als die, wenn auch sehr langsamen Bewegungen unverkennbar wurden. Ich sah Körnchen sich von einander entfernen, einige Fäden zusammenfließen und Verbindungsbrücken zwischen benachbarten Fäden wandern. Nach einer halben Stunde trat mehrfach eine Tendenz zu centripetaler Contraction ein. Ich überzeugte mich also davon, dass das in das Paraplasma eingelagerte Protoplasma beweglich sei.

Das Paraplasma ist, was kaum nöthig wäre zu erwähnen, keine wässerige Flüssigkeit. Ob und in welchem Sinne es sich der Consistenz nach von dem Protoplasma unterscheidet, ist schwer zu ermitteln. — Mit verdünnter wässriger Jodlösung, verdünnter Carminlösung behandelt nimmt es, wie das Protoplasma, eine gesättigtere Färbung an, als die der Lösung ist. An in Spiritus erhärteten Lebern färbt sich das Paraplasma bisweilen durch Jod intensiver, als das Protoplasma.

Behandelt man eine frische Leber mit 10 pCt. Kochsalzlösung, indem man Stücke und Schnitte derselben 12—24 Stunden in dieser Lösung liegen lässt, so verkleinern sich die Dimensionen der Zellen nur in geringem Maasse, im Kern erfolgt eine feste Ausscheidung, das Protoplasma bleibt deutlich sichtbar, löst sich aber häufig ganz vom Kern ab, das Paraplasma bleibt ganz klar.

Färbt man nun so behandelte Zellen mit wässriger Jodlösung, so wird das Protoplasma, wie früher, lebhaft gelb, Paraplasma und Kern dagegen fast gar nicht, nicht lebhafter als die Lösung ist.

Die erwähnte Salzlösung wirkt mithin in merklichem Grade verschieden auf beide Substanzen.

Sehr verdünnte Salzsäure (1 pr. mille) übt gleichfalls verschiedene Wirkung aus.

Das Paraplasma quillt sehr bald auf, wird wasserklar, stärker lichtbrechend und löst sich auf, in Tropfen austretend. Das Protoplasma widersteht viel länger, wird zunächst wenig verändert und zerbröckelt schliesslich. Der Kern unterscheidet sich von beiden, wird fein getrübt und scheidet mehrere stark lichtbrechende Kernkörperchen aus.

Essigsäure trübt das Paraplasma mit steigender Concentration in steigendem Grade so dass bei concentrirter Säure durch die dichte feinkörnige Trübung desselben das Protoplasma ganz verdeckt wird.

Durch Auswaschen mit Wasser kann man die getrübten Zellen, wenn auch nicht vollständig, wieder klären, so dass das Protoplasma in der frühern Form wieder sichtbar wird.

Dieses Verhalten kann auf einen beträchtlichen Mucingehalt des Paraplasma bezogen werden. Indessen will ich mich hier gar nicht auf den Versuch einer chemischen Characterisirung einlassen, sondern begnüge mich nach dem eben Angeführten darauf hinzuweisen, dass entschiedene Differenzen in der Zusammensetzung beider Bestandtheile bestehn.

Das, was ich Protoplasma der Leberzelle des Frosches nenne, zeigt, bei allem Wechsel seiner Gestaltung, doch so sehr häufig eine derartige Vertheilung, dass der Schluss nahe liegt, es beherrsche die Stoffbewegung durch die Zelle von der Blut- und Lymphbahn zur Sekretbahn. Der Zug der Fäden, in die es ausgezogen ist, verbindet vorwiegend die beiden diametral entgegengesetzten Endflächen, die einerseits den Perivascularraum, andererseits das Gallenröhrchen tangiren.

Diese Vorstellung wird entschieden gestützt durch einen Umstand, auf den ich im Eingang dieser Mittheilung hinwies. Setzt man experimentel die Bedingungen, dass Farbstoffe durch die Leberzelle aus der einen Bahn in die andere übergeführt, secernirt werden, so findet man dieselben häufig in der Zelle derart vertheilt, als es der Anordnung des Protoplasma entspricht, in vereinzelt oder netzförmig verbundenen Fäden oder in rundlichen Portionen, die dann vakuolenartig innerhalb des Protoplasma sich finden und durch einen feinen gefärbten Faden mit der Sekretbahn in Verbindung stehn. Nun will ich durchaus nicht behaupten, dass an einer derart in sekretorischer Thätigkeit begriffenen Zelle das Paraplasma gar nicht in Beziehung zu dem Farbstoffe tritt, ich habe vielmehr schon bemerkt, dass man auch diffuse Färbungen der Zellen trifft, an denen in gleicher Weise das Paraplasma Theil hat, aber wo es sich um eine Concentration des in der Zelle enthaltenen Stoffes und um eine Weiterbeförderung partiel angehäufter Portionen desselben handelt, da scheint mir, nach allem was ich sehe, das Protoplasma aktiv und an erster Stelle betheilig zu sein.

Leider laborirt die Methode, Farbstoffe in die Blut- oder Lymphbahn einzuführen, um sich danach ein Urtheil über die sekretorische Thätigkeit der Drüse zu verschaffen, an einem Uebelstande für die Erkenntniss, welche Rolle die einzelnen Theile der Zelle bei diesem Akte spielen. Es ist nemlich das Fixationsverfahren zur Verhütung einer postmortalen Diffusion des Farbstoffes wenig geeignet, die Verhältnisse an den Zellen, wie sie zuletzt während des Lebens bestanden, zu konserviren. Bei Anwendung von Indigkarmin wird, nach dem

Vorgange von v. Wittich und Heidenhain, die Fixation durch Alcohol erreicht, bei der Benutzung von Anilinblau durch starke Salzlösungen, in die man die frisch dem Thiere entnommene Leber wirft. Ich habe zuletzt hierzu eine Mischung verwendet, die aus gleichen Volumtheilen einer dreiprocentigen Chromsäurelösung und einer kalt gesättigten Lösung von schwefelsaurem Natron besteht und sich sowohl für die Fixirung der Farbe als für Erzielung einer tauglichen Erhärtung der Leber empfiehlt. Aber bei beiden Verfahrensweisen, der Behandlung mit Alcohol, wie mit dieser kombinirten Lösung, wird das Protoplasma kontrahirt, mitunter ganz zertheilt, so dass die damit verbundenen Farbstofftheilchen ebenfalls Lageveränderungen erfahren können und man nicht immer zuverlässige Bilder erhält. Es empfiehlt sich daher auch, von so behandelten Lebern im frischen Zustande mit dem Doppelmesser Schnitte anzufertigen.

Wenn ich nach verschiedenen Erfahrungen dem Protoplasma bei der Bewegung des Farbstoffes durch die Leberzelle und aus dieser in das Gallenröhrchen, die wichtigere Rolle im Vergleich zum Paraplasma zuschreiben muss, so habe ich gar keine Anhaltspunkte zum Diskutiren der Frage, wie sich beide Substanzen bei der Gallenbereitung verhalten.

Ich will überhaupt in dieser Mittheilung das Gewicht nicht auf die physiologische, sondern auf die morphologische Seite der in Rede stehenden Verhältnisse legen und die Befunde an der Leberzelle des Frosches zum Anlass nehmen, darauf hinzuweisen, dass sich Entsprechendes auch an den Zellen mancher anderer entwickelter Gewebe finde.

Um hier mit Zellen zu beginnen, die nach Herkunft, Gestalt und Function von der Leberzelle weit abstehn, den Elfenbeinzellen (Odontoblasten), so zeigen sie ganz Aehnliches. Ein bequem zu erlangendes und durch die Grössenverhältnisse geeignetes Object bieten die Backzähne junger Kälber. Die Elfenbeinmembran erscheint von dem Aussehn eines mächtig entwickelten Cylinderepithels. Die langen Zellen dieser Schicht sind an ihrem peripheren, dem Dentin anliegenden Ende, von dem die Zahnfasern ausgehn, am stärksten, kantig-prismatisch, und verjüngen sich meist gleichmässig gegen das centrale, fadenförmig ausgezogene oder sich spaltende Ende hin. Der Kern liegt unterhalb der Mitte, näher der Pulpa, als dem Dentin. Diese Zellen nun werden als feinkörnig beschrieben. Indessen, sowohl frisch, als nach Behandlung mit Osmiumsäuredämpfen, halbprocentiger Lösung dieser Säure, oder auch mit Müllerscher Flüssigkeit lassen auch diese eine fibrillär gestaltete Substanz erkennen, eingelagert in eine hyaline Grundsubstanz. Der fibrilläre Körper ist zugleich feinkörnig. Die hyaline

Grundsubstanz überwiegt beträchtlich am peripheren Ende und nimmt da eine Zone von wechselnder Breite ein, ohne sich aber irgend gegen den centralen Theil der Zelle abzugrenzen. Die feinkörnig-fibrilläre Substanz umgiebt den Kern, hat dann vor dem Kern, d. h. peripherisch von demselben, ihre stärkste Ansammlung und strahlt von dort in Fäden und Netzen von sehr wechselnder Entwicklung aus. Gegen das mehr hyaline periphere Ende werden die Fädchen gestreckter, parallel und können diesem Theile ein gestricheltes Aussehn verleihen. Gegen das Dentin schliessen die Zellen mit einem meist deutlich sichtbaren, wenn auch schmalen Cuticularsaum ab, den die Dentinfortsätze der Zellen, die Zahnfasern, durchsetzen. Die hyaline Zone gehört also unbedingt noch zur Zelle. Der körnig fibrilläre Theil der Zellen erscheint sehr wechselnd in seiner Gestaltung, bald stark kontrahirt, so dass der hyaline Theil breit ist und nur wenige, schwer zu entdeckende feine Fädchen führt, bald in deutlichen Zügen der Fäden, bis an die Cuticula sich vorstreckend. Ich zweifle nicht daran, dass solche Fädchen auch in die Zahnfasern eindringen, die aber überwiegend aus der hyalinen Substanz bestehn, wie schon Franz Boll es geschildert hat (Arch. f. micros. Anat. Bd. IV. pag. 82).

Wieder zu Drüsenzellen mich wendend, weise ich auf die Verhältnisse hin, die Heidenhain's Scharfblick an den Epithelien der gewundenen Harnkanälchen entdeckt hat (Arch. f. micr. Anat. Bd. x. pag. 4.) Diese Zellen bestehn nach ihm aus zweierlei Substanz, einer den Kern umgebenden innern, die er als Protoplasma bezeichnet, und einer zweiten äussern, die in cylindrische „Stäbchen“ zerfällt, die erstere Substanz umgiebt. Die Stäbchen sind parallel der Axe der Zellen gelagert und reichen von einem Ende der Zelle bis zum anderen, während das Protoplasma weder das innere, noch das äussere Ende erreichen soll. Zwischen den Stäbchen nimmt Heidenhain eine Kittsubstanz an, lässt aber das Protoplasma nicht scharf abgesetzt sein gegen den in Stäbchen zerfallten Theil der Zellen, sondern mit Fortsätzen in die Kittsubstanz übergehen. — Das Bild, das Heidenhain von diesen Nierenzellen entwirft, finde ich sehr zutreffend und rechne es ihm zu hohem Verdienste an, auf diese Complication des Baues zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt zu haben. Ich finde nur keine Nöthigung, noch ein drittes, eine von Protoplasma unterschiedene Kittsubstanz hier anzunehmen. Ich sehe die Fortsätze des Protoplasma zwischen den »Stäbchen« bis an das äussere und ebenso bis hart an die Oberfläche des inneren Endes der Zellen reichen, kenntlich an feinen Granulis und Anschwellungen.

Auf Grund meiner Wahrnehmungen möchte ich den Bau der in Rede stehenden Zellen dahin auffassen, dass dieselben aus zwei Sub-

stanzen bestehen, einer centralen, in engster Beziehung zum Kern stehenden, fein granulirten, und einer äussern mehr hyalinen. Erstere sendet aber zahlreiche, unter sich und der Axe der Zelle parallele Fortsätze gegen beide Enden, namentlich aber gegen das äussere (centrale, der Propria der Harnkanäle aufsitzende) Ende aus, die die hyaline Substanz durchsetzen und so eine Spaltbarkeit dieser Substanz in longitudinale, Stäbchen ähnliche Stücke praedisponiren. Je nachdem dieses Verhältniss mehr oder weniger ausgeprägt ist, d. h. je nachdem die hyaline Substanz reichlicher oder spärlicher ist und die sie durchsetzenden Protoplasmafortsätze mehr oder weniger entwickelt sind, wird die »Stäbchenstruktur« schärfer hervortreten oder zurückstehen. Eine ganz ähnliche Struktur finde ich an den Zellen der Malpighischen Gefässe vieler Insekten.

Es wird nichts dem im Wege stehn, die centrale Substanz nach ihrer Beziehung zum Kern und nach der fein granulirte Beschaffenheit, als Protoplasma aufzufassen, wie das bereits Heidenhain thut.

Es wäre nun von Interesse zu ermitteln, ob dem Protoplasma auch dieser Zellen, wie an der Leberzelle des Frosches, unter Umständen, z. B. bei der Ausscheidung von Farbstoffen, eine aktivere Rolle zuzuschreiben wäre, im Vergleich zu der andern Substanz. Die Frage ist hier, schon wegen der geringern Grösse, dann aber auch wegen der geringern Durchsichtigkeit der Elemente viel schwerer zu entscheiden. Dass an einer Niere, die in lebhafter Ausscheidung von Indigkarmin begriffen ist, sich dieser Farbstoff innerhalb der Epithelien der an dieser Sekretion beteiligten Abschnitte des Kanalsystems nachweisen lässt, haben Heidenhain's Arbeiten dargethan (Archiv f. microsc. Anat. Bd. X, pag. 40 und Archiv f. Physiologie Bd. IX). Man kann (ganz abgesehen vom Kern) an dem Zellkörper, der gefärbt ist, zweierlei Verhalten unterscheiden, eine diffuse Färbung, und eine streifige Färbung. In letzterm Falle giebt Heidenhain an, dass sich die Farbe in den »Stäbchen« fände, während die Zwischensubstanz farblos geblieben wäre. An einer andern Stelle (Archiv f. microsc. Anat. Bd. X, pag. 7) sagt derselbe, dass wenn Fett in den Epithelien vorhanden wäre, dieses in reihenweise geordneten Tröpfchen innerhalb der Stäbchen vorkäme. Nun würde aber gerade das, was Heidenhain Zwischensubstanz nennt, der Lage nach mit den Protoplasmafäden coïncidiren, die ich von der centralen den Kern umgebenden Masse aus durch die ganze Länge der Zelle sich erstrecken sehe und meiner Voraussetzung nach hätte sich sowohl das Fett, solange es noch in geringer Menge, in einzelnen kleinen Tröpfchen innerhalb der Zelle sich findet, als auch das die Zelle passirende Pigment, sobald

es überhaupt in bestimmter Weise lokalisiert sich zeigt, dem Zuge der Protoplasmafäden folgen müssen. Nach eigenen Erfahrungen glaube ich das auch aussprechen zu dürfen. Was das Fett anlangt, mit Bestimmtheit, denn ich habe an der fetthaltigen Niere einer Ratte, die Heidenhain mit Recht zum Studium dieser Verhältnisse empfiehlt, die Reihen der Tröpfchen deutlich dem Zuge der fein gekörnten Fäden bis zu der centralen Masse hin folgen sehen. In Betreff des von der Zelle secernirten Pigments kann ich mich nicht so bestimmt äussern. Ich habe an den Nieren mehrerer Kaninchen nach Injektion von Indigkarmmin sehr scharf streifig gefärbte Epithelzellen erhalten. Die Farbenlinien waren mitunter ganz kontinuierliche vom äussern Ende der Zelle bis fast zum innern reichende, daneben diskontinuierliche aus reihenweise geordneten Farbstoffpartikeln bestehende, und von solchen unterbrochenen Streifen glaube ich zu erkennen, dass die Träger des Farbstoffes von der centralen Masse ausgehende Fäden sind. Ich will indessen diese Differenz zwischen meinen und Heidenhain's Anschauungen nicht weiter urgiren, weil ich das Objekt nicht für ausreichend zur Entscheidung halte, und ich mit fernern Untersuchungen fortlaufend beschäftigt bin. Zunächst begnüge ich mich selbst damit, dass, was ich auch hier wahrgenommen habe, meinen an der Leberzelle des Frosches gewonnenen Erfahrungen nicht widerspricht.

Die bisher besprochenen Zellen gehören entschieden zu solchen, deren Leib oder Zellkörper, in seiner Totalität, von der heute leitenden Schule der Histiologie als Protoplasma aufgefasst worden ist. Wer von dem Protoplasma der Leberzelle, der Elfenbeinzelle, der Nierenepithelien sprach, der verstand darunter die gesammte Zelle und das ganz mit Recht, auf Grund des bisherigen Kenntniss. Seitdem unter Max Schultze's Führung die Lehre von der thierischen Zelle den fruchtbringenden Anschluss an die bedeutend weiter vorgeschrittene Erkenntniss der Botaniker wieder gewonnen hatte, seitdem die Protoplasmatheorie allgemeine Geltung auf beiden Gebieten erlangt hatte, war es durchaus korrekt und konsequent, die aus der Theilung der Eizelle hervorgegangene thierische Zelle solange und insoweit als Protoplasmakörper aufzufassen, als nicht ganz bestimmte, seien es chemische, seien es morphologische Anhaltspunkte dafür vorlagen, dass dies Protoplasma sich differenzirt, oder in seiner Totalität sich in eine neue Substanz mit neuen Qualitäten umgewandelt hatte. Der dehnbare Begriff des Protoplasma und die Mannigfaltigkeit der Funktionen desselben an Protozoën, gestattete es, den Zellen, auch ohne dass eine spezifische Differenzirung an ihnen wahrzunehmen war, je nach ihrer Stellung im Organismus ganz verschiedene physiolo-

gische Dignitäten zuzuschreiben, und es war der Nachweis einer besonders Gestaltung des Protoplasma in morphologischem Sinne, je nach der Besonderheit der Gewebezelle, keineswegs ein Postulat der Theorie.

Bestimmte Anhaltspunkte indessen, eine erfolgte Differenzirung resp. Umbildung des ursprünglichen Protoplasma anzunehmen, liegen für viele Zellen thierischer Gewebe vor, so für die Muskelzellen, die Bindegewebszelle, die Knorpelzellen, die rothen Blutkörperchen, die verhornten Epithelzellen, die Linsenfäsern, die Zellen der Schleimdrüsen etc. etc. Es fällt Niemandem ein, die spezifische Substanz dieser Zellen als Protoplasma aufzufassen, man beschränkt sich vielmehr darauf nur die granulirte den Kern umlagernde Substanz, wenn eine solche überhaupt noch vorhanden ist, als Rest des Protoplasma zu bezeichnen. Für viele andere Zellen, und dahin gehören namentlich Epithel- und Drüsenzellen, bestanden solche Anhaltspunkte nicht und es wird die Aufgabe sein, diese einer genauere Prüfung zu unterwerfen. Dass man scharfe Differenzirungen trifft, wo sie bisher nicht angenommen waren, ergeben die vorhin besprochenen Beispiele. — Mir hat sich eine solche eingehendere Untersuchung des Zellkörpers verschiedener Drüsenzellen als unerlässliche Vorarbeit aufgedrängt bei Inangriffnahme des delikaten Problems, die Verbindung zwischen Nerv und Drüsenzelle im Einzelnen festzustellen. Ich habe diese Verhältnisse an einer Drüse, die ein in dieser Hinsicht besonders günstiges Object abgiebt, genauer beschrieben (die Speicheldrüsen von *Periplaneta orientalis* und ihr Nervenapparat. Beiträge zur Anatom. und Physiol. als Festgabe Carl Ludwig gewidmet). Es ergibt sich an dieser Drüse, dass feine Nervenfibrillen in die Drüsenzellen eindringen, und mit einer netz- oder gitterförmig gestalteten Substanz der Zellen in Zusammenhang treten. Der Zellkörper dieser Drüsenzellen besteht also gleichfalls aus zweierlei Substanz, einer hyalinen Grundsubstanz und der zweiten, in die erstere eingebetteten, netzförmig angeordneten Substanz, die einmal mit den eintretenden Nervenfibrillen sich verbindet und andererseits in enger Beziehung zum Kern steht, indem das Netz durch zahlreiche Fäden gegen die Oberfläche des Kernes ausstrahlt. Der Kern schwebt gleichsam in dem Netzwerk. — Es fragte sich, wie man dieses Netzwerk aufzufassen habe. Ich sprach mich in dem angeführten Aufsätze dahin aus, dass es ja zunächst liege, diese Substanz nach ihrer Beziehung zum Kern und zu den Nerven als das Protoplasma der betreffenden Zellen anzusehen. Die Anordnung wäre kein Hinderniss gewesen. Netzförmiges Protoplasma kennt man vielfach von Pflanzenzellen her. Indessen boten sich zur Entscheidung doch nicht ausreichende Momente, und

ich glaubte die Möglichkeit offen lassen zu müssen, dass man in der netzförmigen Masse eine besondere sekundäre Bildung, ein Produkt der Umwandlung des Protoplasma vor sich habe. Der tiefere Einblick in den Bau der Leberzelle des Frosches hat mich eines Andern belehrt. Es besteht nun für mich kein Zweifel mehr, dass, was ich dort als Protoplasma beschrieben habe, der gitterförmig angeordneten Substanz in den Speichelzellen von *Periplaneta orientalis* homolog ist. Die äussere Erscheinung ist nur eine abweichende, hier ist das Protoplasma viel regelmässiger gestaltet und gleichmässiger durch die ganze Zelle vertheilt. Immerhin wird man dieser Anordnung aber nicht Formbeständigkeit zuschreiben dürfen. Als das Formbeständigere und die äussere Gestalt der Zelle bedingende, erscheint vielmehr hier, wie an der Leberzelle des Frosches das Paraplasma. Die Nervenfibrillen aber treten mit dem Protoplasma in Verbindung, und es fällt jeder Anlass weg, einen besondern intracellulären Terminalapparat, an den die Nerven sich anschliessen, aufzustellen.

Wie für die Frage nach der Art des Zusammenhanges der Nervenfibrillen und Zellen, so ist auch zur Erklärung des Phänomen's, das ich an der Spitze dieser Mittheilung gestellt habe, eine genauere, als die bisherige Kenntniss vom Bau der Leberzelle der höhern Wirbelthiere unentbehrlich. Wenn bei der Injektion der Gallenwege eine leicht penetrirende Masse zuerst in der Form sehr feiner Fädchen in die Leberzelle eindringt, um dann in einiger Entfernung von der Oberfläche zu kleinen Portionen sich anzusammeln, so könnte man an feine praeformirte Kanälchen denken, die der Bewegung des natürlichen Sekrets dienen. Das war auch meine ursprüngliche Vorstellung. Ich nahm an, dass das Sekret sich in kleinen Vakuolen sammelt und von diesen aus durch feine Röhrchen, die eben so wenig, wie die Vakuolen, beständige zu sein brauchten, in das Gallenkapillarrohr abfließt. Die Injectionsmasse würde diese Wege dann rückläufig anfüllen. Nachdem ich an der Leberzelle des Frosches das Protoplasma in einzelnen Fäden bis an das Lumen der intercellulären Gallenbahn habe vordringen sehen, bin ich geneigt, die erste Vorstellung dahin zu modificiren, dass es nicht sowohl Kanälchen mit flüssigem Inhalt, als vielmehr solche isolirte Protoplasmafäden sind, die der Injectionsmasse die Bahn in das Innere der Zellen weisen. Es kann die Masse längs des Fädchens eindringen, es ist aber auch möglich, dass sich der contractile Faden vor der andringenden Masse zurückziehe. Leider bietet die Leberzelle der Vögel und Säugethiere nicht die klaren Verhältnisse, wie beim Frosche. Sie ist eher nach dem Typus der Speichelzelle von *Periplaneta orientalis* gebaut, spärliches Paraplasma, und darin ein Protoplasmanetz mit engen Maschen, das sich gleichmässig

durch die ganze Zelle vertheilt und nirgends stärkere Ansammlung zeigt. Ehe ich diese Zellen eingehender schildere und mit einer bestimmten Erklärung der Injectionsphänomene an denselben hervortrete, halte ich es für nöthig, erst eine ausgedehntere Basis zur Beurtheilung der Differenzirung des Protoplasma an analogen Zellen zu gewinnen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [1](#)

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

Artikel/Article: [XVII. Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe. 229-242](#)