8.

# Zur Frage von der Struktur des Protoplasmas der Nervenzellen.

Taf. XXIV, Fig. 15—27.

Durch die von Apáthy, Bethe, Cajal und Bielschowski erfundenen Färbungsmethoden bei den Nervenzellen sind bekanntlich die schon von Max Schultze und anderen mehr oder weniger deutlich wahrgenommenen Fibrillensysteme in den verschiedenen Arten von Nervenzellen genauer erkannt und beschrieben worden. Es ist jedenfalls nicht meine Absicht, diese schon eine ansehnliche Literatur umfassende Frage hier zu besprechen; dies ist ja übersichtlich von mehreren Autoren geschehen. Dagegen wünsche ich diesmal eine hiermit innig zusammenhängende Frage kurz zu berühren. Ehe man das eben erwähnte Fibrillensystem der Nervenzellen genauer kannte, haben mehrere Forscher im Protoplasma mehrerer Arten von Nervenzellen verschiedene Strukturen feinfaseriger Natur beschrieben, welche man mehr oder weniger deutlich sah und bald als netzartig, bald als geflechtartig auffasste. Vor allem hat Flemming diesen Strukturen seine Aufmerksamkeit gewidmet und sie mehrmals geschildert. Im Jahre 1882 [1]) zeigte er also, dass in den Spinalganglienzellen tingierbare Körner und feine Fädchen von im ganzen gewundener Anordnung existieren, die mit jenen Körnern in Verbindung zu stehen scheinen. In den einen Zellen sind die Körner feiner und die Fadenwerke dichter, in den anderen erstere gröber und lockerer verteilt, weshalb die Zellen der ersteren Art (meistens die kleineren) ein dichtes, dunkles Aussehen haben, die letzteren heller und gröber scheckig erscheinen.

Die betreffende Frage wurde dann von Flesch und seinen Schülerinnen, sowie von Erik Müller, Nissl und Benda und dann noch von M. v. Lenhossék behandelt. Müller schloss sich im wesentlichen der Darstellung Flemming's an, wogegen v. Lenhossék anfangs zu einer sehr abweichenden Anschauung kam.

Nissl, welcher ganz besonders den dann gewöhnlich nach ihm bezeichneten stark färbbaren Schollen im Zellkörper verschiedener Nervenzellen seine Aufmerksamkeit widmete, äusserte u. a. hinsichtlich derselben: »die sich färbende Substanz tritt in Form von grösseren oder kleineren, rundlichen, ovalen oder sphärischen, manchmal auch eckig und unregelmässig geformten Knötchen auf, die allerfeinste fädige Ausläufer besitzen». v. Lenhossék fand »im Zellkörper weder eigentliche Fibrillen, noch aber kurze Fädchen, wie sie Flemming beschreibt, sondern eine schwach färbbare Grundsubstanz, und in diese in grosser Menge eingestreut *lauter kleine Körnchen*, die den angewandten Farbstoffen gegenüber (besonders Magentarothfärbung nach Nissl und *Thionin*) grosse Affinität zeigen. Diese Körper sind im allgemeinen sehr viel feiner als die beschriebenen Plasmaschollen in den centralen Nervenzellen . . . auch liegen sie viel dichter gedrängt als jene».

Im Jahre 1895 veröffentlichte Flemming [2]) eine neue Mitteilung über den Bau der Spinalganglienzellen, in welcher er sich gegen v. Lenhossék's Darstellung aussprach und seine früheren Angaben aufrecht hielt. Eine

[1]) W. Flemming, *Vom Bau der Spinalganglienzellen.* Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für I. Henle von seinen Schülern 1882. Das Referat von Flemming's Angaben und denen der anderen Autoren ist teilweise nach Flemming's eigenem Referat davon angeführt.

[2]) W. Flemming, *Ueber den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugethieren, und Bemerkungen über den der centralen Zellen.* Archiv f. mikrosk. Anatomie und Entwickl.-gesch. Band 46, 1895.

Hauptsache ist, sagt er, »dass in den Zellen *aller* untersuchten Thiere ausser diesen Körnern auch *Fäden* vorkommen. Dies muss ich v. Lenhossék gegenüber ganz bestimmt aufrecht halten und belege es hier durch eine Anzahl Figuren . . . Die Fädchen stehen jedenfalls vielfach, wenn nicht durchweg, mit den Körnerhaufen in Verbindung und es macht mir den Eindruck, als ob letztere nur Ein- oder Auflagerungen von tingirbaren Granulis an den Fäden wären. Letztere haben, wie ich früher beschrieb, geknickte, wellige Verläufe. An stärker ausgezogenen (Eisenalaunhämatoxylin-)Präparaten kann man diese Verläufe sehr gut verfolgen und sehen, dass sie nicht eben »minimal kurz» sind, wie v. Lenhossék meine Beschreibung aufgefasst hat, man ist aber nicht in der Lage zu entscheiden, ob sie etwa ein zusammenhängendes Netzwerk bilden; bei stark extrahirten Präparaten thun sie dies nicht . . . Ausser den Körnergebilden und Fäden existirt in der Zelle eine interfilare, kaum färbbare Zwischensubstanz, welche mir bei verengter Blende mehr einen feingranulirten als einen schaumigen Eindruck macht; doch wage ich nicht zu entscheiden, ob diese Granulirung Reagentienprodukt oder Natur ist». »Die Existenz eines Fadenwerkes in den Zellen an den Präparaten steht also ausser Zweifel», fügt Flemming hinzu: »Es könnte nun höchstens noch die Frage sein, ob dieses als ein Kunstprodukt der Reagentien anzusehen wäre. Bekanntlich hat Alfred Fischer kürzlich in Peptonlösungen etc. durch Fixirungsmittel Ausfällungen erzielt, die die Form theils von Körnchen, theils von netzigen Structuren haben. Dass es sich aber hier um derartiges handeln könnte, ist nicht anzunehmen.»

In den zentralen Nervenzellen, betonte Flemming im Wiederspruch zu den Angaben von Nissl und v. Lenhossék, dass er nicht daran zweifle, dass sie das gesehen, was sie schildern; »ich . . . möchte aber nach meinen eigenen Prüfungen doch daran festhalten, dass *neben* diesen Schollen noch eine feine streifige Structur des Zellleibes von im Ganzen längsparalleler Anordnung existirt.»

In seiner letzten referierenden Schrift über die Morphologie der Zelle [1]) gab Flemming auch eine Übersicht der neueren Angaben und Ansichten der Autoren über die Struktur der Nervenzellen. Er hob hierbei hervor, dass er unter »fibrillärer Struktur» nicht bloss »eine parallelfaserige oder radiäre verstehe, wie sie an Fortsätzen und Polkegeln vorkommen, sondern auch das *retikuläre* Fadenwerk, das im Körper der Zellen vorliegt». Mehrere Autoren (Solger, Lugaro, Levi, Marinesco, Van Gehuchten) hatten einen »fibrillären» Bau des Körpers der Nervenzelle anerkannt und geschildert, während v. Lenhossék und Held nicht damit einverstanden waren. Held hat, sagt er, »einen fibrillären Bau weder in der Substanz der Nervenzelle finden können, noch auch in den Axencylindern». Die »zweifellose Längsstruktur» betrachtete Held »nicht als einen Ausdruck von Fibrillen, sondern als den eines längsmaschigen Wabenwerks». Hierzu betonte Flemming, dass er gar nichts dagegen habe, »dass die Fibrillen der Nervenfasern, wie es einige wollen, nicht ganz isolierte Gebilde, sondern durch schräge Zwischenfäserchen verbunden sein können»; und er gab zu, »dass in der That netzförmige Zusammenhänge der Fadenwerke in Zellen vorkommen».

Ich habe die obigen Anführungen hier gemacht, um zu betonen, dass man in dem Körper der Nervenzellen Fäserchen und Körner schon ziemlich lange wahrgenommen hatte, obwohl die Anschauungen hinsichtlich derselben ziemlich schwankend waren. Flemming, welcher diese Bildungen am genauesten schilderte, veränderte auch in seinen Darstellungen ein wenig die Begriffe; aus seinen späteren Äusserungen scheint hervorzugehen, dass er ausser den von ihm früher (1882) beschriebenen feinen gewundenen Fädchen und den Körnern und Schollen in einer homogenen Grundsubstanz, noch dazu in der »fibrillären Struktur» — »dem retikulären Fadenwerk» — noch eine »parallelfaserige» oder »radiäre» Struktur wahrgenommen hatte, die er besonders in den Fortsätzen und Polkegeln fand, und die als dem von Max Schultze schon längst mehr oder weniger deutlich beobachteten Fibrillenwerk gehörig angesehen werden muss. Infolge der noch zu wenig ausgebildeten histologischen Technik konnte aber Flemming die einzelnen von ihm wahrgenommenen Faserarten nicht voneinander differenzieren und deutlich unterscheiden.

Erst durch die Erfindung der neuen Färbungsmethoden von Apáthy, Bethe, Cajal und Bielschowski gelang es, in den Körpern der Nervenzellen Systeme von Fibrillen nachzuweisen, welche in mehr oder weniger reichlicher Menge und in verschiedener Weise in den verschiedenen Zellarten das Protoplasma durchziehen und von manchen Forschern als das eigentlich wichtige, »leitende» Element in dem Nervensystem betrachtet wurden. Durch die verhältnismässig leichte Darstellungsweise dieser Fibrillensysteme in scharf gefärbter, differenzierter Form zog die nähere Untersuchung dieses Zellelementes in erster Linie die Aufmerksamkeit auf sich, woneben die

---

[1]) W. Flemming, *Morphologie der Zelle.* Merkel-Bonnet's Ergebnisse, 1897.

besonders durch Nissl's Färbungsmethode leicht färbbaren Körnerschollen in den grösseren Nervenzellen auch mit Recht eingehend studiert wurden.

Die übrigen, zwischen diesen beiden Bestandteilen vorhandenen Partien des Körpers der Nervenzellen, für deren Darstellung man keine derartigen spezifischen Färbungsmethoden erhalten hatte, traten dabei natürlich immer mehr in den Hintergrund. Man wusste nicht, wie viel von einer solchen Zwischensubstanz es in der Tat gab. Die eben genannten, scharf färbbaren, »leitenden» Fibrillensysteme und die Nissl'schen Schollen nehmen durch ihren Reichtum einen ansehnlichen Platz im Zellkörper ein; dazu kamen noch die Golgi'schen Netze und die Holmgren'schen Trophospongien, sowie in mehreren Zellarten die Pigmentkörnerhaufen. Wie viel Platz kann in den Körpern der verschiedenen Arten von Nervenzellen für eine »Grundsubstanz» noch übrig bleiben? Oder gibt es überhaupt in diesen Zellen in der Tat eine solche Substanz echt oder primitiv protoplasmatischer Natur, ungefähr der Art, wie sie z. B. in den Eiern vorkommt? Ist in den Nervenzellen alles ursprüngliche Protoplasma, welches in den embryonalen Nervenzellen nachweisbar ist, zu höher differenzierten Zellelementen verbraucht? Gibt es in den fertigen, im Dienste des Nervensystems physiologisch wirksamen Zellen noch eine solche Substanz, die aus Paramitom und Mitom im Sinne Flemming's besteht? Es wäre nicht ohne Interesse, dies genauer zu wissen. In morphologisch-physiologischer Hinsicht verlieren ja die Nervenzellen gewisse wichtige Eigenschaften. Vor allem verlieren sie schon sehr früh ihre Teilbarkeit durch Mitose; nur in den frühesten Stadien, als Neuroblasten, besitzen sie diese wichtige Eigenschaft; dies hängt indessen wohl wesentlich von den Verhältnissen im Kern ab.

Es kann interessant sein, nachzusehen, welche Anschauungen einige der bedeutenderen Fachmänner der Nervenkunde in diesen Beziehungen in ihren neueren Arbeiten vertreten. In seiner Abh. »Zur Kenntnis der Spinalganglienzellen» hat sich v. Lenhossék 1906 bestimmt für eine fein netzförmige Struktur in ihnen geäussert.

In der 5. Auflage des grossen Handbuchs von Obersteiner [1]), welche eben erschienen und mir vom Verfasser gütigst zugeschickt worden ist, finde ich (S. 197) folgende Darstellung des Zellprotoplasmas. Nachdem die Zusammensetzung der Nissl-Körperchen oder Schollen aus feineren Granula erwähnt worden ist, äussert der Verfasser: »Innerhalb der grösseren Schollen bemerkt man auch nicht selten Vakuolen, ja es wird ihnen sogar von manchen geradezu eine spongiöse Struktur zugeschrieben. Von ihrer Peripherie kann man bei starker Vergrösserung feinste Balken abgehen sehen, die sich mit den basischen Farbstoffen auch mehr minder färben und ein das ganze Zellprotoplasma durchziehendes Trabekelwerk (Cajal's Spongioplasma) bilden.» Dann folgt eine eingehendere Beschreibung von dem Verhalten und den Verschiedenheiten der Nissl-Körperchen und ferner: »In der zwischen den Schollen übrigbleibenden, mit basischen Farbstoffen hell erscheinenden Substanz haben wir dann noch die Neurofibrillen und die Interfibrillärsubstanz zu unterscheiden.» Nachdem ferner die Anordnung der Fibrillen geschildert worden ist, äussert der Verfasser: »Am wenigsten lässt sich über die Struktur der *Interfibrillärsubstanz* aussagen, die jedenfalls die Fibrillen in den Dendriten und im Zellkörper umhüllt; im Achsenzylinderfortsatz verliert sie sich an der Stelle, wo er sein Mark erhält, vollständig oder fast gänzlich, um der Perifibrillärsubstanz der Nervenfaser Platz zu machen; es ist nämlich nicht sicher, ob die Interfibrillärsubstanz der Zelle mit der Perifibrillärsubstanz der Nervenfaser ganz identisch ist. Es sei hier auch an das Spongioplasma von Cajal erinnert.»

In der ebenfalls ganz kürzlich erschienenen und mir gütigst verehrten 8. Auflage seiner Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane des Menschen und der Tiere (1911) äussert Edinger: [2]) »Das Protoplasma der Zelle hat wahrscheinlich eine Struktur etwa wie ein Schwamm, doch gibt es, wie überall, wo man einen grösseren Zellleib bisher erforschen konnte, auch Ansichten, welche den Aufbau anders auffassen . . . In den Maschen, welche die Züge des Zellschwammes, das *Spongioplasma*, bilden, aber auch in ihren Knotenpunkten, liegen zahllose feinste, regelmässige Körnchen. Sie erstrecken sich über alle Teile der Zelle und auch hinaus in den Axenzylinder, sowie in die Dendriten. Da, wo Zellausläufer enden, liegen sie besonders dicht. Held, der erste Untersucher dieser später viel bearbeiteten Körnung, hat sie als *Neurosomen* bezeichnet. Es hat sich später herausgestellt, dass es möglicherweise — das Verhalten der Farbstoffe spricht dafür — mehrere Arten oder doch chemisch verschiedene Zustände dieser Körperchen gibt. Vielfach finden sich nach Held gerade da auf der Zelloberfläche Neurosomenanhäufungen, wo feine Nervenfäden aus der Peripherie an den Zellkörper herantreten . . .

---

[1]) H. Obersteiner, *Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane im gesunden und kranken Zustande.* Fünfte, vermehrte und umgearbeitete Auflage. 1912.

[2]) L. Edinger, *Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane* des Menschen und der Tiere. Erster Band. Achte umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage, 1911.

Eine besondere Art von Körnern, durchweg gröberer Art und nicht in bestimmten Beziehungen zur Protoplasmastruktur, haben wir durch Nissl kennen gelernt»: die Nissl'körperchen oder die tigroide Substanz.

Am eingehendsten hat aber Ramón Cajal [1]) die Struktur des Protoplasmas der Nervenzellen in seinem grossen neuen Werke besprochen. »Lorsqu'on examine des cellules nerveuses pleines de vie, il est impossible de découvrir, dans leur protoplasma, trace d'une structure quelconque». Höchstens einige Körnchen. Nach dem Tode und nach der Fixierung treten aber im Zellkörper mehrere Gebilde hervor. In dem »Spongioplasma ou charpente protoplasmique» erkennt man: »Un réseau de teinte pâle, dont les trabécules, courtes et rugueuses, parfois membraniformes, limitent des mailles polygonales de faible étendue. Ces trabécules, que Nissl et Lenhossék ont les premiers signalées et dont l'existence a été confirmée par nous, Marinesco, Van Gehuchten et Held, servent de trait d'union... Au point où ces filaments s'entrecroisent et parfois, aussi, le long de ces filaments eux.-mêmes, on aperçoit de minuscules granulations de matière basophile, avide, comme le mot l'indique, de substances colorantes basiques et par suite identique a celle des amas. Cet arpect du réseau spongioplastique et des mailles par lui délimitées est celui que présente le protoplasma du corps, de l'espace le plus large de la cellule. Ailleurs, dans les prolongements dendritiques, au cône d'origine du cylindre-axe, il varie, de manière si sensible même, qu'il semble tout autre. Ainsi, au niveau des premières, les fils du réseau s'amincissent, se rapprochent, deviennent plus ou moins parallèles; au même temps, les mailles interposées s'allongent, la trame spongieuse se resserre... Quant à la région du cône d'origine de l'axone, le même mode d'examen y démontre que, malgré la pâleur plus grande du spongioplasma par perte ou absence de granulations basophiles, comme l'ont remarqué Simarro, Schaffer, Lenhossék et d'autres, malgré le tassement et la convergence des trabécules, convergence passant graduellement au parallélisme dans le cylindre-axe, malgré la délicatesse de plus en plus grande de ces trabécules, il s'agit là, toujours, d'un réseau.» Wie nun die Neurofibrillen sich zu dem Spongioplasma verhalten, will Cajal nicht entscheiden; sie gehen aber teilweise in dessen Zusammensetzung ein. »Nous croyons», sagt er, »aussi que ce réseau renferme des facteurs nouveaux, c'est-à-dire des travées et des reticulums granuleux, produits vraisemblablement par une substance protéique coagulée. En résumé, une grande partie du spongioplasma n'est, pour nous, qu'une production artificielle».

Aus den obigen neueren Anführungen einiger auf diesem Gebiete speziell wirksamer Forscher geht offenbar hervor, dass man noch gewiss nicht zu endgültigen Ergebnissen gelangt ist. Durch neue, ausgezeichnete Färbungsmethoden ist es gelungen, in dem Körper der fixierten Nervenzellen teils ein reichliches Fibrillensystem, teils eine besondere aus Körnern bestehende Substanz, welche sich in Schollen ansammelt, nachzuweisen. Die übrige, diese Gebilde umfassende »Grundsubstanz» des Protoplasmas hat sich aber einer genauen Erforschung entzogen. Man scheint sie grösstenteils als eine *netz*förmige oder sogar schwammige oder maschige Substanz (ein »Reticulum» oder einen »Schwamm») aufzufassen; Ramón Cajal scheint diese ihre Beschaffenheit, wenigstens teilweise, als von der Behandlung herrührend zu betrachten (»une production artificielle»). Die Frage, wie sich diese Substanz zu den Neurofibrillen verhält, ist noch ganz ungelöst.

Da ich hin und wieder bei der Untersuchung gut fixierter und gut gefärbter Nervenzellen verschiedener Tierarten schöne Bilder von der Struktur derselben erhalten habe, kann ich nicht umhin, im Anschluss an meine Befunde in den Eiern mancher Tiere, diesmal auch einiges über die Protoplasmastruktur beizufügen. Weil ich aber hoffe, auf die Behandlung dieser Frage bald wieder zurückkommen zu können, will ich jetzt nur einige dieser Befunde mitteilen, welche bei einem Knorpelfische und einem Säugetier gewonnen sind. Auf der Tafel XXIV sind aus meinen Präparaten in den Fig. 15—27 einige Abbildungen wiedergegeben. Das betreffende Material wurde ganz frisch teils im Carnoyschen Gemisch, teils im Zenkerschen Gemisch, teils in Pikrinessigsäure gehärtet, und die 2—3 μ dünnen Schnitte mit Eisenalaun-Hämatoxylin und Eosin gefärbt. Dass die Schönheit und Deutlichkeit der Protoplasmabilder von einer möglichst passend abgewägten Differenzierung der Präparate abhängt, brauche ich wohl kaum zu betonen.

Vom *Squalus acanthias* L. (Acanthias vulgaris O. F. Müller) teile ich also in den Fig. 15—17 einige kleine Stücke aus Schnitten von Nervenzellen aus dem Ganglion gasseri mit. Die Fig. 15 gibt die Randpartie einer solchen Zelle wieder, in welcher man ein reichliches Geflecht von sehr feinen, Körnchen enthaltenden Fäserchen deutlich wahrnimmt. In dem Präparate kann man hier und da an den dünneren Stellen diese Fäserchen streckenweise recht weit verfolgen und sieht sie sich wiederholt dichotomisch teilen, aber kein wirkliches Netz bilden.

---

[1]) S. Ramón Cajal, Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. T. I., 1909.

Durch das Heben und Senken des Tubus kann man sie in ihrem perspektivisch angeordneten Verlaufe gut auffassen und sieht sie einander kreuzen, ohne sich miteinander direkt zu verbinden. Die Fig. 16 und 17 stellen kleine Stücke von Randpartien sehr dünner Schnitte dar, in welchen man die betreffenden gekörnten Fasern frei auslaufen sieht.

Die Fig. 18 und 19 zeigen Partien von dünnen Längsschnitten von Axenzylindern breiter, markhaltiger Nervenfasern aus dem Nervus trigeminus; hier sieht man lange, ziemlich parallel verlaufende, in ungefähr gleichen Entfernungen dunklere Körnchen enthaltende Fäserchen, welche in der Längsrichtung des Axenzylinders ziehen, aber hier und da einander doch in schiefen Winkeln kreuzen. Zwischen ihnen, wie auch zwischen den Fäserchen in den Ganglienzellen (Fig. 15—17), war eine helle, scheinbar strukturlose »Grundsubstanz» vorhanden, in welcher wohl die wirklichen Neurofibrillen sich in ungefärbtem Zustande vorfinden, denn dass die hier durch Hämatoxylin gefärbten gekörnten Fäserchen die Neurofibrillen seien, widerspricht allen meinen Erfahrungen. Ich betrachte sie als zu dem Mitom des Protoplasmas gehörig. Die Fig. 15—19 sind bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Okul. 12 und dazu noch 3 mal linear vergrössert abgebildet. Die Fig. 20 zeigt ein kleines Stück eines solchen Präparates, wie die in Fig. 18 und 19 wiedergegebenen Partien, ohne die 3-malige lineare Vergrösserung. In dem monographischen Werke »Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes», Vol. II, von A. Key und *mir* (1876) haben wir Längsschnitte von Axenzylindern abgebildet (z. B. Taf. VII, Fig. 1 und 2), in welchen Längsreihen von Körnchen gezeichnet sind, und die auch im Texte beschrieben wurden; wir sahen aber damals nicht die die Körner verbindenden Fäden.

Die Fig. 21 und 22 stellen zwei motorische Nervenzellen aus den *Vorderhörnern des Rückenmarks* von einem erwachsenen *Kaninchen* dar. In diesen, in den Präparaten ausserordentlich schön und deutlich vorliegenden grossen Nervenzellen erkennt man ringsum den Kern eine, auch von anderen Forschern erwähnte hellere Zone, in welcher feine gekörnte Fäserchen in mehr weniger ausgeprägter zirkulärer Anordnung verlaufen. Nach aussen davon ist die breite Zone der Nissl'schen Schollen (der Tigroidsubstanz v. Lenhossék's), in welcher diese aus feinen, schwarz gefärbten Körnchen bestehenden Schollen hier und da eingebettet liegen, um in der äussersten Zone des Zellkörpers mehr weniger früh aufzuhören. Die Ränder der verschieden grossen und dichten Schollen sind gewöhnlich uneben und gezackt; dass sie aber durch Ausläufer und Brücken intim miteinander zusammenhängen, wie in den mit Methylenblau nach Nissl gefärbten Nervenzellen oft geschildert wird, ist in meinen betreffenden Präparaten nicht zu sehen. Dagegen findet sich überall in der hellen Grundsubstanz zwischen den Schollen eine bedeutende Anzahl feinster gekörnter Fasern von derselben Art wie die in den inneren und äusseren hellen, schollenfreien Zonen; diese Fäserchen verlaufen in verschiedenen Richtungen und kreuzen hier und da einander, jedoch ohne netzartig zusammenzuhängen; zuweilen nähern sie sich intim den angrenzenden Schollen und laufen scheinbar in sie hinein, was vielleicht zu der erwähnten Annahme von Brücken zwischen den Schollen Anlass gegeben hat. In der äusseren hellen Zone verlaufen die Fäserchen, obwohl mehr oder weniger gewunden, überwiegend der Oberfläche parallel. Zuweilen sieht man die Fäserchen dichotomisch geteilt; nie bilden sie aber ein *Netz*, ein *Reticulum*, sondern höchstens ein *Geflecht*.

Auch betreffs dieser Fäserchen in dem Körper der Nervenzellen des Kaninchens habe ich mich überzeugen können, dass sie mit den Neurofibrillen nicht identisch sind. Sie sind feiner als die meisten der letzteren, welche von verschiedener Dicke sind, während die hier beschriebenen Fäserchen überall ungefähr dieselbe Feinheit haben. Diese Fäserchen sind ferner stets moniliform gekörnt und hängen nicht, wie die versilberten Neurofibrillen zu Netzen mit langen, schmalen Maschen zusammen. Sie sind auch nicht so gestreckt und gerade wie diese, sondern verlaufen meistens in gewundener, oft sogar schlingernder Anordnung. Sie ähneln in hohem Grade eben den Flemming'schen Mitomfäserchen im Protoplasma mancher Eier (z. B. von Gobius niger) und anderer Zellen. Im grossen und ganzen stimmen sie auch mit jenen Fäserchen überein, welche Flemming in dem Körper der Nervenzellen beschrieb und abbildete, obwohl er sie nicht so scharf und deutlich gesehen zu haben scheint, wie ich sie in meinen Präparaten wahrnehmen und verfolgen konnte. Für Flemming fehlte ja auch die genauere Kenntnis der Körnerschollen und der Neurofibrillen, wodurch er diese Elemente, obwohl für ihn nur unscharf sichtbar, mit den Fäserchen des Protoplasmamitoms verwechseln konnte oder sie jedenfalls weniger sicher zu unterscheiden vermochte.

Von besonderem Interesse ist es, in dieser Beziehung die Abgangsstelle des Axenzylinderausläufers zu studieren. Schon lange hat man in der Partie der Nervenzelle, von welcher dieser ausgeht, eine Streifung gesehen, welche mehr oder weniger parallele oder von der Austrittstelle nach dem Zellkörper radiierende Streifen darbietet,

obwohl Flemming u. a. zuweilen auch hier, besonders im Inneren, eine gewundene Anordnung beobachten konnten, was von einer spiraligen Anordnung der Fibrillen des Axenzylinders herrühren dürfte. Ebenso zeigte man (Flemming, Nissl, v. Lenhossék), dass die färbbaren Schollen nicht in dieser Abgangspartie, dem »Polkegel» des Axenzylinders, vorhanden sind, sondern mit ziemlich scharfer Grenze nach innen von ihr aufhören.

In der Fig. 22 (unten) habe ich auch in der motorischen Rückenmarkszelle des Kaninchens eine solche Abgangspartie wiedergegeben. Hier hören auch die Nissl'schen Schollen schon früh und mit bestimmter Grenze auf, ohne in den Polkegel einzutreten. In dieser Partie sind die Neurofibrillen nicht sichtbar. Dagegen sieht man überall die feinen gekörnten Fäserchen des Mitoms, welche in verschiedenen gewundenen Richtungen verlaufen, in dem Anfang des Axenzylinders selbst aber eine mehr parallele Anordnung annehmen.

In der Fig. 21 findet sich auch unten-links eine solche Abgangsstelle, schief oder mehr der Quere nach vom Messer getroffen; ob der mittlere der drei Ausläufer dem Axenzylinderfortsatz entspricht oder dieser hier ganz abgeschnitten ist, lässt sich nicht sicher entscheiden, aber an der hellen Partie erkennt man eine Menge von feinen Körnern, welche teils quer getroffene, beim Heben und Senken des Tubus sich fadenartig verlängernde Fäserchen darstellen, teils auch der Länge nach getroffene gewundene solche Fäserchen sind.

In den Zellen der *Spinalganglien* und Zerebrospinalganglien hat ja, wie oben angeführt wurde, Flemming schon lange feine gekörnte Fäserchen dargestellt. In meinen Präparaten habe ich sie in schöner Anordnung gefunden. Die Fig. 23 stellt den dünnen Schnitt einer solchen Zelle vom erwachsenen Kaninchen dar; unten sieht man die Abgangsstelle des gewundenen Axenzylinderfortsatzes mit in ihr angedeuteten gekörnten Fäserchen, und in der übrigen Zelle treten überall zwischen den schwarz gefärbten Schollen feine gekörnte Fäserchen in gewundener Anordnung hervor, während die eigentlichen Neurofibrillen hier nicht nachweisbar waren.

Schliesslich habe ich hier aus dem Kleinhirn des Kaninchens drei Purkinje'sche Nervenzellen wiedergegeben, in denen das Verhalten der gekörnten Fäserchen des Protoplasmas gezeigt wird. Die Fig. 25, 26 und 27 stellen solche Zellen dar, in welchen nur eine geringere Anzahl der Fäserchen wiedergegeben ist, die in ihrem Verlaufe besonders deutlich verfolgt werden konnten; man sieht sie hier und da dichotomisch geteilt, aber nicht netzförmig zusammenhängend. Die Fig. 25 und 26 stellen die Zellen bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30, Komp. Ok. 12 und in dreimaliger linearer Vergrösserung dar, während bei der Fig. 27 keine solche dreimalige Vergröss. angewandt wurde.

Aus der obigen Darstellung geht also hervor, dass ich, wie es schon längst besonders von Flemming, obwohl mit der damaligen Technik und Kenntnis vom feineren Baue des Nervensystems etwas unklar und schwankend, dargestellt wurde, in den Nervenzellen ein die Neurofibrillen und Nissl'schen Schollen und übrigen höher differenzierten Bildungen umschliessendes *Protoplasma* finde, welches aus einer hellen, scheinbar unstrukturierten *Grundsubstanz*, einem *Paramitom* im Sinne Flemming's, sowie aus in diese Substanz eingebetteten, feinen, in moniliformer Anordnung Körnchen enthaltenden, meist gewundenen, hier und da verästelten, aber *nicht netzförmig* zusammenhängenden *Fäserchen*, einem *Mitom* im Sinne Flemming's, besteht. Eine schaumige oder wabige Beschaffenheit konnte ich in meinen Präparaten nie finden; ebenso sah ich nie eine wirklich »retikuläre Struktur».

Durch die Hämatoxylinfärbung treten in den Präparaten nur die Schollen und die Mitomfäserchen mit ihren Körnern gefärbt hervor, die Neurofibrillen aber nicht. Ich habe mich bemüht, eine Methode zu finden, wodurch diese Gebilde gleichzeitig in verschiedener Färbung nachgewiesen werden könnten. Bisher ist mir dies zwar nicht gelungen. Ich beabsichtige aber die Versuche fortzusetzen und auf diese interessanten Probleme noch einmal zurückzukommen.

GUSTAF RETZIUS: Die Spermien des Schimpansen — Zur Frage von der Struktur des Protoplasmas der Nervenzellen — Biol. Unt., N. F., B. XVI, 9 u. 8.

Troglodytes niger
1—14

Squalus Acanthias
15—20

Lepus cuniculus
21—26

Gez. v. G. Retzius.

Repr. und Druck von Cederquists Graf. A.-G., Sthlm.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologische Untersuchungen

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: NF_16

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

Artikel/Article: Zur Frage von der Struktur des Protoplasmas der Nervenzellen 73-78