

Ueber den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugethieren, und Bemerkungen über den der centralen Zellen.

Von

Walther Flemming in Kiel.

Hierzu Tafel XIX.

Vor längerer Zeit habe ich eine Beschreibung der Structur der Spinalganglienzellen bei Säugethieren gegeben¹⁾, welche besagte, dass in ihnen tingirbare Körner und feine Fädchen von im Ganzen gewundener Anordnung existiren, 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 vertheilt, daher die Zellen der ersteren Art (meistens die kleineren) ein dichtes dunkles Ansehen haben, die letzteren heller und gröber scheckig erscheinen (Fig. 3 am cit. Orte, Fig. 1 und 2 hier). — Für ältere Angaben, welche diese Structuren betreffen, darf auf die dortige Literaturbesprechung verwiesen sein. — Zum Vergleich untersuchte ich mit denselben Methoden (besonders Chromsäure und Pikrinsäure, ferner Alkohol und Osmiumsäure) auch centrale Nervenzellen (Vorderhorn); es zeigten sich auch hier gröbere oder feinere, körnige Portionen einer stärker tingirbaren Substanz und dazwischen ein feiner fibrilläres Wesen; der Unterschied gegenüber den Spinalganglienzellen war, dass diese Structur sowohl als die gröberen tingirbaren Portionen und Streifen bei den Vorderhornzellen eine längsparallele Anordnung zeigten, während bei den spinalen wie gesagt ein unregelmässiger, gewundener Verlauf derselben vorlag.

1) Vom Bau der Spinalganglienzellen. Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für J. Henle von seinen Schülern. 1882. S. 12.

Eine vorläufige Mittheilung über das hier Folgende gab ich auf der Baseler Anatomenversammlung (Ueber die Structur der Spinalganglienzellen. Verhandlungen 17. April, S. 19).

Seitdem sind verschiedene auf diese Dinge bezügliche Arbeiten erschienen. Flesch¹⁾ und seine Schülerinnen Helene Koneff²⁾, Anna Gitiss³⁾ und Anna Kotlarevsky⁴⁾ haben sich hauptsächlich mit den Färbbarkeits-Verschiedenheiten der einen und anderen Zellen in den Ganglien beschäftigt, ohne auf die feinere Structur, in der jene in letzter Instanz bedingt sind, nähere Rücksicht zu nehmen, daher ich diese Arbeiten hier nicht zu berücksichtigen habe. Erik Müller⁵⁾ hat die Structur der Spinalganglienzellen im Wesentlichen ebenso gefunden wie ich. Nissl⁶⁾ und Benda⁷⁾ haben sich vorzüglich mit den tingirbaren Körnergebilden in den Nervenzellen beschäftigt, die ja jetzt vielfach nach ersterem Forscher benannt werden. Ich glaube aber annehmen zu dürfen, dass Nissl in den Spinalganglienzellen auch in Bezug auf die sonstige feinere Structur des Zellenleibes Aehnliches gesehen hat wie ich, da er⁸⁾ sagt: „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.“

Im letzten Winter gab M. v. Lenhossék in seinem Buche: Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuerer Forschungen, Berlin, 2. Auflage (Abschnitt V: Zur Zellstructur der Nervenzellen) eine von der meinigen sehr abweichende Schilderung, vom

1) Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, Nr. 1169—1194.

2) Beiträge zur Kenntniss der peripheren Ganglien. Diss. Bern, 1886.

3) Beiträge zur vergl. Histol. der peripheren Ganglien. Diss. Bern, 1887.

4) Physiolog. u. mikrochem. Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen in den peripheren Ganglien. Diss. Bern, 1887.

5) Untersuchungen über den Bau der Spinalganglien. Nordisk med. Arkiv, B. 23, Nr. 26.

6) Die zahlreichen Arbeiten Nissl's sind citirt in dem Aufsatz: Der gegenwärtige Stand der Nervenzellenanatomie und -Pathologie. Centralbl. f. Nervenheilkunde und Psychiatrie, Januar 1895.

7) Verhandl. der physiol. Gesellsch., Berlin, 1885—86, Nr. 12, 13, 14; Berliner Gesellsch. für Psychiatrie und Nervenkrankh. 8. Januar 1895; ebenda 8. Juli 1895.

8) Mittheilungen zur Anatomie der Nervenzelle. Zeitschrift für Psychiatrie Bd. 50.

Bau der Spinalganglienzellen des Rindes. Er fand, um seine eigenen Worte anzuführen: „im Zellkörper weder eigentliche Fibrillen, noch aber kurze¹⁾ 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, sie lassen sich mit ihnen gar nicht direct vergleichen, sogar der von Nissl benutzte Ausdruck Knötchen scheint mir etwas zu viel sagend für sie; auch liegen sie viel dichter gedrängt als jene. — Während am frischen Präparat die Körnelung wie gesagt durch die ganze Zelle eine gleichmässige zu sein scheint, ergiebt sich am Färbepreparat ein anderes Bild. Die Zelle scheint fast immer aus zwei Schichten zu bestehen. Der Kern erscheint umgeben von einer Zone, in der die Körner viel dichter stehen und dadurch eine dunklere Färbung der Zelle hier veranlassen. Nach aussen hin nimmt ihre Dichtigkeit und damit die Färbungsnuance ab. Die Peripherie der Zelle wird von einer helleren Zone gebildet. Die beiden Zellgebiete gehen in der Regel allmählich in einander über. Schon bei mittelstarken Vergrösserungen erkennt man noch ein zweites: die Thatsache, dass in dieser peripheren Zone die Körnchen nicht ganz regelmässig nebeneinander angeordnet sind, sondern dass sie sich zu kleinen Gruppen ordnen, die mit einander netzförmig zusammenhängen. Diese Anordnung geht in die durchaus gleichmässige des centralen Gebietes unmerklich über. — Von einer concentrisch-geschichteten Anordnung der Körnchen, wie sie Nissl, allerdings für die Spinalganglien des Menschen, beschreibt, konnte ich bei dem Ochsen in der überwiegenden Mehrzahl der Zellen nichts wahrnehmen. — Die Einzelform der Körnchen kommt in den peripherischen Schichten einer jeden Zelle, am besten aber

1) Es handelt sich hier um ein Missverständniss: ich gab a. a. O. S. 13 an, dass ich in den Abbildungen nur Bruchstücke der Fäden zeichnen konnte, um diese nicht zu undeutlich zu machen, was nicht als reell zu nehmen sei. In der That sind die Fadenzüge gar nicht so kurz, sondern auf längere Strecken im Zusammenhang verfolgbar.

an den tangential getroffenen Zellen zur Anschauung. Es ergibt sich, dass es feine, punktförmige Bildungen sind, bald von rundlicher, bald mehr von länglicher, stäbchenförmiger oder unregelmässiger Gestalt, doch scheint mir die Kugelform immerhin zu prävaliren. Als Fädchen könnte ich sie unmöglich bezeichnen, selbst wenn sie eine etwas längliche Form aufweisen. Die Angaben Nissl's, dass sie noch feinere Fädchen entsenden, konnte ich nicht bestätigen; ich sehe nur abgerundete, scharf begrenzte Knötchen. Dagegen stimme ich Nissl bei, wenn er sagt, dass die Körnchen nicht von gleicher Grösse sind; man findet etwas gröbere neben gerade noch an der Grenze der Sichtbarkeit stehenden.“

Dies wird von v. Lenhossék als das typische Verhalten beschrieben; es gebe aber viele Ausnahmen und zwar folgende:

„Zunächst findet man eine ganze Anzahl von Zellen, die sich durch etwas gröbere Beschaffenheit ihrer Körnchen auszeichnen. Schon bei Flemming (a. a. O. p. 13) finden wir diese Thatsache registrirt. Ich würde nicht anstehen, die Spinalganglienzellen ohne Weiteres in grobgranulirte und feingranulirte einzutheilen, wenn dadurch nicht etwa die Vorstellung einer numerischen Gleichheit dieser Elemente hervorgerufen werden könnte. Die grobkörnigen Zellen bleiben nämlich hinter den anderen, den typischen feinkörnigen, an Zahl beträchtlich zurück; es handelt sich immerhin nur um Ausnahmeformen. Eine locale Sonderung der beiden Zellengattungen besteht, wie schon Flemming bemerkt, nicht, sie liegen vielmehr bunt durcheinander gewürfelt. Ist auch keineswegs ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen der Grösse der Zelle und den Dimensionen ihrer Körnchen nachweisbar, so kann man doch im Allgemeinen sagen, dass eine gröbere Körnelung, im Gegensatz zu dem Verhalten bei den motorischen Vorderhornzellen, häufiger grade bei den kleineren Exemplaren angetroffen wird; die ganz grossen Zellen weisen nach meinen Erfahrungen durchgehend eine sehr feingranulirte Beschaffenheit auf.

„Auch in den grobkörnigen Zellen besitzen die Granula vorwiegend eine rundliche Gestalt, doch sind sie in viel grösseren Abständen von einander gelagert, als in der feinkörnigen Gattung, und dies ist ein zweites Characteristicum dieser Elemente. Eine

dritte Eigenschaft kommt nur einigen davon zu: diese Eigenschaft besteht in der Gruppierung der Körner zu parallelen Kreisen; dies ist aber eine äusserst seltene Erscheinung, was ich Nissl gegenüber besonders betonen möchte; nur ein kleiner Bruchtheil der grobgranulirten Zellen weist sie auf.

„Um nicht eine falsche Vorstellung aufkommen zu lassen, muss ich bemerken, dass die gröbere Beschaffenheit der Granula durchaus nur als eine relative zu betrachten ist. An sich vertragen auch noch diese Körnchen das Epitheton ‚fein‘, vor Allem im Vergleich mit den ganz anders beschaffenen derben Plasmascollen der centralen Nervenzellen.“

Die Methode, mittelst welcher v. Lenhossék diese, von meinen, Nissl's und Erik Müller's so sehr abweichenden Befunde erzielt hat, war Fixirung mit Alkohol von 90 oder 95 pCt., ausserdem mit Formol. v. Lenhossék hat auch die von mir benutzte Chromsäure versucht, aber damit offenbar keine brauchbaren Präparate bekommen; er sagt, „dass ihm daran stets das Protoplasma als eine undeutliche, matt granulirte, diffuse Masse erschien, die sich auch bei den stärksten Vergrösserungen einer Analyse des inneren Baues entzog“. Es steht ihm ausser Zweifel, dass die Methode in meinen Händen andere Resultate gegeben haben müsse, als in der seinigen; nach seinen Befunden glaubt er der Alkohohlärtung aber den Vorzug geben zu müssen.

Dass v. Lenhossék mit der Chromsäure so sehr von den meinigen verschiedene Resultate erhalten hat, liegt vielleicht daran, dass er die Behandlung damit nur 24 Stunden dauern liess; ich habe sie viel länger genommen.

Ich habe bei der starken Incongruenz unserer Befunde eine erneute Prüfung für erforderlich gehalten, obwohl die nicht abgeblassten meiner alten Präparate mir noch deutlich zeigten, was ich früher beschrieben hatte, und obwohl ich seit 1884 mit Chromosmiumessigsäure, welche auch Erik Müller benutzt hat, ähnliche Bilder bekam; doch zeigt allerdings dieses Reagens zwar die Körner recht scharf, die feineren Fadenwerke aber nur sehr blass. Für die neuen Präparate, Spinalganglien des Kaninchens, der Katze, des Rindes und des Menschen (von letzterem ein Ganglion Gasseri, etwa vier St. post mortem eingelegt, welches demzufolge die Zellen etwas stark geschrumpft zeigt), habe ich ausser Chromsäure und Chromosmiumessigsäure

besonders Sublimat (conc.) benutzt, von Färbungen ausser Safranin und Gentiana besonders M. Heidenhain's Eisenhämatoxylin-tinction angewandt, endlich Sublimatpräparate auch progressiv (also ohne jedes Wiederausziehen der Farbe) mit Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt.

Der Vergleich der Präparate vom Rind zeigte sofort, woran zum grossen Theil die Differenz der Befunde liegt. v. Lenhossék hat, wie es scheint, nur dieses Thier untersucht. Bei demselben sind nun in der That auffällender Weise, abweichend von den übrigen Thieren, die Körnergebilde in den Zellen relativ sehr klein, und es war gewiss motivirt, wenn v. Lenhossék nach diesem alleinigen Befund zu dem Schluss kam, dass sie mit den groben Körnerschollen der centralen Zellen nicht zu vergleichen seien. Es kommen beim Rind zwar auch Zellen mit etwas gröberen Körnern vor, sie sind aber, wie v. Lenhossék ebenfalls ganz richtig angiebt, selten. Endlich ist eine concentrische Anordnung der Körner in den bei weitem meisten Zellen beim Rind nicht ausgesprochen oder nur sehr undentlich, obwohl ich sie, nach der Analogie der Verhältnisse bei den anderen Thieren, doch als vorhanden annehmen möchte.

Auch in den Zellen des menschlichen Ganglion Gasseri sind die Körner ziemlich klein, wenn schon vielfach grösser als in den meisten Zellen beim Rind.

Dagegen bei Kaninchen, Katze und Hund sind die Unterschiede zwischen grob- und feingranulirten Zellen viel ausgesprochener, die ersteren kaum weniger zahlreich als die letzteren. Die feingranulirten Zellen sind durchweg kleiner. Die Körnerschollen bestehen, bei starker Vergrösserung untersucht, aus einzelnen feinsten Körnern. Es lässt sich kein Grund sehen, weswegen man diese Schollen nicht mit denen der centralen Zellen gleichwerthig setzen sollte, da sie dieselbe Färbbarkeit besitzen und in den grobscholligen Zellen auch von ziemlich gleichen Dimensionen, manchmal auch grösser sind wie jene. Dann wird diese Gleichwerthigkeit aber wohl auch für die kleineren Körnergebilde, die beim Rind und beim Menschen vorkommen, zu gelten haben.

Eine Hauptsache ist nun aber, 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 (Fig. 3—12, 14—15). Sie sind beim Rind nicht minder deutlich als bei den übrigen Thieren, ja noch deutlicher, da hier nicht so viel gröbere Körner ihre Ermittlung stören. Am klarsten präsentiren sie sich an Eisenhämatoxylinpräparaten, die in der Eisenlösung so weit wieder ausgezogen sind, dass sie blass blau-grau aussehen (Fig. 3, 4, 8—12). Man kann die Fädchen zwar auch an dickeren Schnitten erkennen, thut aber besser dafür solche zu wählen, die nur wenige Mikren dick sind, wo man dann natürlich nur kürzere Fädenbruchstücke erhält. Ich kann meine frühere Beschreibung dieser Gebilde nur wiederholen. 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 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, aber es kann hier durch die Ausziehung streckenweise Farbe aus ihnen entfernt sein; und bei nur progressiv gefärbten Präparaten (Fig. 5) sind wiederum die Bilder weniger klar, da hier eben Alles gefärbt ist, die körnerhaltigen Strecken stärker, die körnerlosen blasser, und man zufrieden sein muss, einzelne Fadenzüge der letzten Art eine Strecke weit verfolgen zu können.

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.

Zum Vergleich habe ich auch Ganglien in Alkohol gehärtet, mit dem ja v. Lenhossék seine Bilder gewonnen hat. Ich hatte den Alkohol schon bei meinen früheren Arbeiten benutzt (a. a. O.) und damit wesentlich das Gleiche gesehen wie es hier beschrieben ist, also Körner und Fäden, nur blasser und zarter als mit Chromsäure und Sublimat. Mein jetziges Ergebniss ist dasselbe. Es wurden Ganglien vom Rind drei Tage in 90 procentigem, allmählich verstärkten Alkohol gehärtet, geschnitten (theils Paraffin

theils Celloidin) und die Schnitte einige Stunden mit dünnem Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt. Auch diese Präparate zeigen die Fäden, allerdings blasser als die Sublimatobjekte; ich verzichte darauf, solche Bilder zu zeichnen, da sie eben durchaus nichts Anderes bieten, als jene. — Ich habe auch die Thioninfärbung von Alkoholpräparaten, in der Weise, wie sie v. Lenhossék benutzte, versucht; auch hier finde ich geknickt verlaufende feine Fadenstränge in den Zellen gefärbt, die vielfach allerdings nur den Eindruck von Körnchenreihen machen. Die grösseren Körnerschollen (das Ganglion war von der Katze und die Zellen enthielten also solche) sind nicht zu sehen und wohl extrahirt. Uebrigens sind in diesen Präparaten die Zellen stark geschrumpft und es mag sein, dass ich kein besonderes Glück mit der Methode gehabt habe; ich glaube auch gewiss, dass v. Lenhossék's Alkohol-Thionin-Präparate und Alkohol-Magenta-Präparate so aussehen werden, wie er sie beschreibt. Aber ich sehe nicht, wie sie zur Beurtheilung der Structur maassgebend sein können. Denn es handelt sich ja bei diesen Methoden um Extractionsfärbungen, und wenn sie in der That nur Körnchen gefärbt und die Fädchen unsichtbar lassen, so muss man meines Erachtens eben die übrigen Methoden, welche auch letztere zeigen, für vollkommener ansehen.

Die von v. Lenhossék erwähnte Erscheinung, dass beim Rind der centrale Theil der Ganglienzelle dichtere Lage der Körner zeigt, als der periphere, finde ich hier und da einigermaassen ausgesprochen; etwas besonders Typisches aber kann dies wohl nicht sein, da bei den anderen Thieren davon nichts zu finden ist.

Bei der Katze, dem Kaninehen und dem Hund sind, wie schon erwähnt ist und wie die Abbildungen Fig. 1 und 2 hier zeigen, die kleineren Zellformen durchweg dichter gebaut, dunkler und stärker färbbar. Bei den kleinsten, dunkelsten Exemplaren ist es oft nicht mehr möglich, zwischen den dichten Körnern noch Fädchen auszumachen, doch zweifle ich nicht, dass sie auch hier vorhanden sind, da sie sich in den Zwischenformen (z. B. Fig. 15) ganz gut sehen lassen. Beim Rind und auch beim Menschen sind die Unterschiede der Zellen in Bezug auf Grösse und Dichtigkeit des Baues weniger bedeutend.

Ich habe noch zu erwähnen, dass alle genannten Reagentien

bei den meisten der Ganglienzellen Schrumpfungen in wechselndem Grade verursachen (Fig. 15, manche Zellen in Fig. 1 und 2). Dies ist schon in meiner früheren Arbeit erwähnt, und wird auch von v. Lenhossék (p. 164) berücksichtigt. Er hält die um die Zelle entstehende Spalte nicht ganz für ein Kunstprodukt, da ein feiner, die Ernährung der Zelle vermittelnder lymphatischer Raum zwischen ihr und der Kapsel vorhanden sein müsse. Ich möchte doch meinen, dass man es mit Artefacten zu thun hat, weil nämlich bei einzelnen Zellen dieser Raum in der That ganz fehlt, während er bei den meisten in allen Grössenabstufungen vorhanden ist. Wo die Erscheinung hochgradig ist, sind in dem breiten um die Zelle entstandenen Raum massenhafte Fädchen von der zusammengeballten Zelle zur Kapsel hinüber ausgepaart, wie man dies an manchen von Erik Müller's Abbildungen sieht. Jedenfalls constatire ich, dass diese Erscheinung sowohl durch Alkohol als durch die übrigen Reagentien bedingt wird, und, da sie wie gesagt bei manchen Zellen fehlt, nicht Anlass geben kann, die Structures, welche diese Reagentien zeigen, in Verdacht zu stellen.

Die Existenz eines Fadenwerkes in den Zellen an den Präparaten steht also ausser Zweifel. 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 Structures haben. Dass es sich aber hier um Derartiges handeln könnte, ist nicht anzunehmen. Denn wenn es so sein sollte, so würde vorauszusetzen sein, dass Gerinnungen von dieser selben Form überhaupt in allen Nervenzellen auftreten, wenn wir Reagentien auf sie einwirken lassen. Am Schluss wird aber beschrieben, dass in centralen Nervenzellen bei gleicher Behandlung statt dessen gestreckt verlaufende Fibrillen sichtbar gemacht werden, während bei den Spinalganglienzellen stets die beschriebenen, unregelmässiger angeordneten Structures erscheinen.

Die Polstelle hat Nissl zuerst näher mit den Worten beschrieben: „Der Fortsatz entspringt meist aus einem Hofe von vorwiegend ungefärbter Substanz, der an der Peripherie der Zelle (an einem Pol derselben) gelegen, sich gegen den übrigen Zell-

leib halbkreis- oder hufeisenförmig abgegrenzt und zwar sieht der concave Rand der Begrenzungslinie gegen den Fortsatz, der in seinen centralen Theilen ebenfalls aus sich nicht färbender Substanz besteht, sich aber dadurch von der ungefärbten Zelleibsubstanz unterscheidet, dass er ein anderes Lichtbrechungsvermögen darbietet wie jene¹⁾. v. Lenhossék²⁾ bestätigt diese Darstellung. Er findet den Hügel — so wird die Anschwellung des Fortsatzes genannt, mit der dieser sich in die Zelle einpflanzt — homogen, nur bei starken Vergrößerungen von einem sehr zarten schaumartigen Gefüge, und stellt jede fibrilläre Structur in Abrede.

Damit ist das Verhalten an Alkoholpräparaten sehr gut beschrieben, so wenigstens finde ich es an den meinigen³⁾; nur sehe ich mit starken Systemen nicht sowohl ein schaumiges als ein feingranulirtes Gefüge. — Anders aber an Sublimatpräparaten, die progressiv gefärbt sind. Hier sieht man eine ganz unverkennbare fibrilläre Streifung an der Eintrittsstelle der Nervenfasern. Bei meinen früheren Arbeiten hatte ich auf diesen Punkt und überhaupt auf die Eintrittsstelle noch nicht geachtet. F. Reinke theilte mir am Ende des letzten Jahres brieflich mit, dass er an Präparaten aus Hermann'schem Gemisch die fibrilläre Einstrahlung gesehen habe, und wollte das Verhalten in einer Arbeit, die vielleicht inzwischen erschienen ist, näher beschreiben. Ihm kommt also die Priorität dieses Befundes zu, den ich dann an den ersten, mit Hämatoxylin gefärbten Sublimatpräparaten gleichfalls gewann (Fig. 5, 6 und 12). Die faserige Einstrahlung liegt, soviel ich sehe, immer im peripheren Theil des Eintrittskegels, und soviel mir scheint, in zwei Systemen vertheilt, während die Mitte des Kegels eine mehr verworren-faserige Structur zeigt, keineswegs aber eine bloss körnige oder schaumige (Fig. 4, vgl. Erklärung). Da wir uns ja den Nervenfortsatz einer Spinalganglienzelle aus zwei Nervenfasern (Axencylindern) zusammengesetzt vorstellen können, so würde diese doppelte Faserung des Umfangs der Eintrittsstelle verständlich sein: die eine entspräche der einstrahlenden peripheren, die andere der austretenden cen-

1) Mittheilungen zur Anatomie der Nervenzelle. Zeitschrift für Psychiatrie Bd. 50.

2) A. a. O. S. 173.

3) Doch zeigt progressive Hämatoxylinfärbung auch an Alkoholpräparaten eine faserige Beschaffenheit der Fortsatzstelle.

tralwärts verlaufenden Nervenfasern. Ich glaube, dass es sich so verhält, möchte aber die Beschreibung noch mit Reserve geben; man kann natürlich das Verhalten nur an Schnittserien durch die Eintrittsstelle controlliren, wovon mir erst wenige vorlagen. Ich constatiere aber jedenfalls, dass der fibrilläre Bau eines Theils des Kegels an Präparaten der genannten Art ausser Zweifel steht. — Hierbei mag zugleich bemerkt sein, dass auch die Axencylinder der Nervenfasern in den Ganglienschnitten eine deutliche (allerdings nur mit Oelimmersion ganz augenfällige) fibrilläre Structur zeigen, wo sie nicht geschrumpft sind und die Myelinröhren ganz ausfüllen. Allerdings kommen aber geschrumpfte Stellen sehr häufig (und an den Sublimatpräparaten vorherrschend) vor, an solchen ist der Axencylinder schmal und ganz geschwärzt. In den Myelinscheiden sieht man an solchen Präparaten ein feines geschwärztes Netzwerk, den Neurokeratingertüsten entsprechend. Bei Chromosmiumessigpräparaten sind die geschrumpften Stellen seltener, obsehon immer noch recht reichlich, die Myelinscheiden sehen hier compact aus. In Fig. 13 ist aus solichem Präparat ein Faserstück mit fibrillärem Axencylinder gezeichnet.

Bei Sublimat-Eisenhämatoxylinpräparaten nach M. Heidenhain ist das beschriebene Verhalten an der Eintrittsstelle der Nervenfasern keineswegs so deutlich, hier sieht dieselbe meistens fast homogen aus, ohne fibrilläre Structur, was wohl auf der Einwirkung der Extraction in der sauren Eisenlösung beruhen wird. Bei Chromosmiumessigsäurepräparaten¹⁾ sehe ich manchmal eine Andeutung der Fibrillenstreifung, aber lange nicht so deutlich als bei den Sublimatpräparaten mit progressiver Hämatoxylinfärbung.

Ich komme nun noch zur Besprechung der concentrischen Anordnung der Körnerschollen. v. Lenhossék hat dies Verhalten in seinen „Untersuchungen über die Spinalganglien des Frosches“²⁾ beschrieben, legt aber in seinem Buche (p. 166 und 168) keinen besonderen Werth darauf, weil er sie beim Rind nur äusserst selten deutlich findet.

1) Nach brieflicher Mittheilung hat Reinke die Fibrillen an Präparaten aus Hermann'scher Lösung deutlich gesehen.

2) Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 26, 1886, p. 370.

Dies ist für das Rind ganz zutreffend, und nach Präparaten von diesem allein würde man schwerlich daran denken, einen typischen Bau darin zu erblicken. Aber bei den anderen Thieren ist die Erscheinung einer concentrischen Anordnung der Körner um den Kern in so vielen Fällen bei den grösseren und mittel-grossen Zellen unverkennbar, dass ich es dennoch thun muss, und die anscheinende Seltenheit beim Rind nur darauf beziehen möchte, dass dort die Körner in den bei weiten meisten Zellen eben kleiner sind und dichter liegen, so dass es schon eine ganz bestimmte Schnittrichtung braucht, um einen Eindruck davon zu bekommen.

Die Spinalganglienzellen lassen sich bekanntlich nach His als ursprünglich bipolare Zellen auffassen, wie sie ja beim Fisch bleibend geformt sind; beim Säugethier sind die beiden Pole' auf einen Punkt zusammengeschoben. Denken wir uns eine centrale Zelle von Spindelform, mit Körnerschollen durchsetzt, so werden diese auf einem, durch den Kern gehenden Querschnitt der Zelle eine etwa concentrische Anordnung um diesen zeigen. Denken wir uns eine solche Zelle so gebogen, oder richtiger im Laufe der Entwicklung so umgestaltet, dass die beiden Pole an einem Punkt des Umfangs zusammenkommen, so wird ein Querschnitt durch die Zelle, der senkrecht zur an diesem Pol eintretenden Doppelnervenfaser durch den Kern geht, um diesen her die Schollen gleichfalls in concentrischer Anordnung zeigen. Dass man diese nur in einer Minderzahl von Zellen erkennt, ist natürlich, da die Erscheinung nur dann ganz deutlich sein kann, wenn der Kern in einer ganz bestimmten Richtung vom Schnitt getroffen ist; die viel zahlreicheren tangentialen Schnitte, die an ihm vorbeigehen, werden entweder überhaupt nichts davon, oder eine etwa parallele Anordnung der Schollen zeigen. Und wo die Zellen gross und die Körner relativ klein sind und dabei dicht liegen, wie beim Rind, wird man am wenigsten Gelegenheit haben, etwas davon wahrzunehmen.

Ich berühre diesen Gegenstand hier nur kurz, weil F. Reinke (nach brieflicher Mittheilung) eine nähere Behandlung desselben beabsichtigte; und will nur noch bemerken, dass die neue Ermittelung v. Lenhossék's, nach welcher beim Frosch das Centrosom der Mittelpunkt der dort sehr deutlichen concentrischen Anordnung ist, gewiss geeignet ist, diese auch bei Säugethieren

als typisch erscheinen zu lassen. Denn wenn auch beim Säugethier Centrosom und Sphäre nicht im Zellenleib gelegen sein, sondern wie v. Lenhossék vermuthet, das dynamische oder vielleicht auch morphologische Aequivalent desselben hier in den Kern verlagert sein sollte, so ergäbe sich auch so die Möglichkeit einer Beziehung desselben zu einer concentrischen Anordnung.

Nach Kenntnissnahme dieser eben erschienenen sehr interessanten Mittheilung¹⁾ habe ich gesucht, ob sich etwas ähnliches bei den untersuchten Säugethierzellen finden lässt, habe bis jetzt aber (ebenso wie ja auch v. Lenhossék selbst) hier nur negative Ergebnisse gehabt.

Im Anschluss mögen hier noch einige Bemerkungen über den Bau centraler Nervenzellen Platz finden, wobei ich mich aus eigener Untersuchung allerdings bis jetzt nur auf die Zellen der Vorderhörner im Rückenmark beziehen kann.

Die Arbeiten Nissl's haben zur Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher besonders auf die Körnerschollen dieser Zellen gelenkt, welche ich in der im Eingang citirten Arbeit bereits kurz beschrieb. Diese Schollen haben, wenigstens in den Vorderhornzellen, vielfach eine längsparallele Anordnung in Bezug auf den Zellkörper und auf seine Hauptfortsätze; und Nissl hat in seinen ersten Arbeiten darzuthun gesucht, dass diese Anordnung bei Betrachtung der ganzen Zelle eine Max Schultze'sche Fibrillenstructur vortäusche, eine solche aber nicht existire oder doch nicht erwiesen sei. In gleichem Sinne spricht sich v. Lenhossék aus. Er findet in der „Grundmasse“ der Zelle, der Substanz zwischen den Schollen, keinen fibrillären Bau, sondern ein sehr zartes netz- oder schaumartiges Gefüge.

Ich zweifle gewiss nicht, dass die von ihm angewandte Methode dies und nichts anderes gezeigt hat; 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. Ich gebe

1) M. v. Lenhossék, Centrosom und Sphäre in den Spinalganglienzellen des Frosches. Sitzungsber. der Würzburger Phys. med. Gesellsch. 95, 18. Juli.

zu, dass ich an gefärbten Alkoholpräparaten nichts davon sehe, und dass es mir auch bisher nicht gelingen wollte, nach irgend einer anderen Behandlung Fibrillen durch Färbung darzustellen. Aber an sehr feinen Schnitten von Sublimatpräparaten sehe ich in den Fortsätzen und an ihren Abgangsstellen in der blassen Substanz zwischen den Körnerschollen deutlich eine sehr feine, ziemlich parallele Streifung (Fig. 16 und 17). Es versteht sich von selbst, dass dies nur an Schnitten gelingt, die der Richtung des Fortsatzes parallel sind, sonst erhält man natürlich Schräg- oder Querschnittchen; und ebenso, dass man solche Dinge nur mit verengerter Blende erkennen kann. Es ist ganz möglich, dass dieser faserige Bau auch durch den Mittelkörper der Zelle hindurchgeht, aber ich kann es noch nicht sicher ausmachen, weil man an einem sehr feinen Schnitt eben niemals die Faserung auf längere Strecke in der Schnittebene hat. An größeren Schnitten aber verdecken die Körnerschollen das Détail zu sehr.

Uebrigens möchte ich noch darauf hinweisen, dass Gustav Mann in sympathischen Ganglienzellen¹⁾ und, soviel ich entnehmen kann, überhaupt in Nervenzellen²⁾ durchaus die Existenz von Fibrillen annimmt; in den sympathischen Zellen schildert er sie als in Bündeln verlaufend, und aus einem Fortsatz in den anderen verfolgbar. Mann citirt (am zweiten Ort) auch verschiedene Methoden zur Färbung oder Verdeutlichung der Fibrillen, obwohl er sagt, dass es ihm noch nicht gelungen sei, diese separat zu tingiren.

Ich darf ferner nach einer freundlichen brieflichen Mittheilung Nissl's anführen, dass derselbe gegenwärtig an dem Vorhandensein eines fibrillären Baues der Nervenzellen keineswegs zweifelt.

Wenn ein solcher existirt, wie also auch ich es annehme, so haben wir bei den centralen — speciell den motorischen Vorderhornzellen — und den Spinalganglienzellen den Unterschied, dass die Fibrillen bei den ersteren einen im Ganzen gestreckten

1) Histological changes induced in sympathetic, Motor, and sensory nerve cells by functional activity. Prelim. note, Scottish microscop. society, May 18, 94.

2) Ueber die Behandlung der Nervenzellen für experimentell-histologische Untersuchungen. Zeitschr. f. wissensch. Microscopie, B. 11, H. 4, 18. März 95.

Verlauf in der Zelle nehmen, bei den letzteren aber nur an der Polstelle einen solchen haben, im grössten Theil des Zellkörpers dagegen eine mehr geknickte oder wellige Anordnung besitzen. Hierzu gehört allerdings noch die Hypothese, dass dieses wellige Fadenwerk mit der faserigen Einstrahlung am Polkegel in Zusammenhang steht, was sehr schwer auszumachen ist und was ich nicht behaupten kann, wogegen aber, so viel ich sehe, nichts spricht.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIX.

- Fig. 1. Theil eines Spinalganglienschnittes bei schwacher, Fig. 2 bei mittelstarker Vergrösserung (Leitz 7), um die Durcheinandermischung der grösseren, helleren und scheckigen, und der kleineren dunklen Zellen zu zeigen, nach Sublimat-Eisenhämatoxylinpräparaten. Mehrere Zellen in Fig. 1, und zwei in Fig. 2 (links unten) zeigen die concentrische Anordnung der Körnerschollen. Fig. 2 verdeutlicht, dass das dunkle Ansehen der kleineren Zellen auf grösserer Dichtigkeit und Feinheit der Körner beruht. — In vielen Zellen sind die Kerne nicht getroffen, manche nur eben tangential angeschnitten.
- Fig. 3. Eine feinkörnige und eine gröber körnige Zelle, Kaninchen, Sublimat-Eisenhämatoxylin. Wie die meisten folgenden mit Zeiss Apochrom. 2 mm 1,40, Comp. Oc. 6 gezeichnet. Es ist nur ein Theil der Fädchen und der Körner wiedergegeben.
- Fig. 4. Etwas grobscholligere Zelle, ebenso; noch etwas weniger gezeichnet. Rechts ist die Polstelle getroffen, aber im Querschnitt, sodass man nur Schief- und Querschnittchen der faserigen Einstrahlung sieht.
- Fig. 5. Schnitt durch eine Spinalganglienzelle vom Kaninchen, Eintrittsstelle der Nervenfaser peripher getroffen: fibrilläre Ausbreitung des Axencylinders in die Zelle. Sublimat, progressive Hämatoxylinfärbung (vgl. Text). Der Schnitt ist einer von vieren der Serie, welche durch die Eintrittsstelle gehen; nur er und der nächste enthalten die fibrilläre Einstrahlung. Der Kern ist nicht durch die Mitte getroffen, deshalb klein.
- Fig. 6. Eintrittsstelle mit fibrillärer Einstrahlung wie die vorige Figur. Behandlung ebenso.
- Fig. 7. Tangentialer Schnitt durch die fibrilläre Einstrahlung an einer Zelle, der Schnitt hat noch einen kleinen Theil der körnerhaltigen Zellsubstanz mitgefasst. Gleiche Behandlung.

- Fig. 8, 9, 10 von der Katze, Theile des Zelleibes, in denen die Fädchen, soweit sie in den sehr dünnen Schnitten enthalten, ein gezeichnet sind. Figur 9 aus einer grob- und dicht-scholligen Zelle. Sublimat-Eisenhämatoxylin. Im oberen Theil von Figur 10 ist die fragliche körnige Structur der Interfilarmasse angedeutet.
- Fig. 11. Ebenso, vom Rind. Links Eintrittsstelle der Nervenfaser, durch die Mitte geschnitten. Ebenso behandelt.
- Fig. 12. Vom Rind, Sublimat, progressive Hämatoxylinfärbung. Eintrittsstelle mit fibrillärer Einstrahlung.
- Fig. 14. Eine grobschollige Zelle mit deutlich concentrischer Structur, Chromsäure. Katze.
- Fig. 15. Eine kleinere, dichtgebaute Zelle, Kaninchen, Sublimat-Eisenhämatoxylin, in der die Körner und Fäden, sowie die concentrische Structur noch erkennbar sind. Sublimat-Eisenhämatoxylin.
- Fig. 16. Aus dem Rückenmark des Dorsches, Sublimat-Eisenhämatoxylin, sehr feine Schnitte durch Abgangsstellen von Fortsätzen von Nervenzellen. Schollen und fibrilläre Structur.
-

Die Structur der Nervenzellen der Retina.

Von

A. S. Dogiel,

Professor der Histologie an der Universität St. Petersburg.

Hierzu Tafel XX.

In letzter Zeit hat die Frage über die Structur der Nervenzellen wiederum das Interesse vieler Forscher erregt, welche sich mit dem Studium des Nervensystems beschäftigen, und dank den Arbeiten Nissl's¹⁾ und der von ihm in die histologische Technik

1) Fr. Nissl, Ueber die Untersuchungsmethoden der Grosshirnrinde, ref. im Neurolog. Centralbl. Jahrg. 3, 1885. Ueber den Zusammenhang von Zellstructur und Zellfunktion. Tagebl. d. Naturforschervers. zu Köln, 1889. Die Kerne des Thalamus beim Kaninchen, Tagebl. d. Naturforschervers. zu Heidelberg, 1890. Mittheilungen zur Anatomie der



