

## XII.

(Aus dem anatomischen Institut der Universität Tübingen.)

### **Ueber den Bau der Spinalganglienzellen des Menschen.**

(Nach einem am 6. Juni 1896 auf der XXI. Wanderversammlung der südwestdeutschen Neurologen und Irrenärzte in Baden-Baden gehaltenen Vortrage.)

Von

**Prof. Dr. M. v. Lenhossék**

in Tübingen.

(Hierzu Tafel VI -VII.)

~~~~~

Wenn der Frage nach dem feineren Bau der Spinalganglienzelle schon durch die hervorragende Rolle, die diese Zellgattung in der Entwicklung des sensiblen Nervensystems und wahrscheinlich auch bei dessen Functionen spielt, ein nicht geringes Interesse gesichert ist, so ist für den Neurologen vor Kurzem noch eine besondere Veranlassung hinzugekommen, ihr Beachtung zu schenken. Ein beachtentwerther Forscher, Ströbe (Literatur No. 39), ist unlängst auf Grund der anatomischen Untersuchung von drei Tabesfällen mit voller Entschiedenheit dafür eingetreten, dass der Sitz der primären Erkrankung bei Tabes in den Spinalganglienzellen zu suchen sei. Mag man nun über diese Anschauung denken wie man will, das eine wird man nicht bezweifeln können, dass dadurch die Frage nach der Structur dieser Zellen auch dem Interesse des Neurologen näher gerückt worden ist. Denn es wird wohl in nächster Zeit darauf ankommen, in möglichst viel Fällen von Tabes und namentlich von Tabes incipiens die Spinalganglien auf den Zustand ihrer Zellen mit verlässlichen Methoden, sachkundig und genau zu prüfen. Ein unentbehrliches Fundament aber für solche Untersuchungen ist eine gesicherte Kenntniss der Beschaffenheit dieser Zellen beim Menschen im gesunden Zustande.

Ich habe mich in den letzten Jahren vielfach mit der Untersuchung der Protoplasmastructur der Spinalganglienzellen abgegeben und über meine Erfahrungen auch schon bei zwei Anlässen (24, S. 160—175 und 25) berichtet, allein erst in allerletzter Zeit war es mir möglich, meine Untersuchungen auch auf die Spinalganglien des Menschen auszudehnen. Die Hinrichtung eines gesunden kräftigen Mannes in den besten Jahren hat unlängst dem anatomischen Institut zu Tübingen ein vortreffliches Material für mikroskopische Zwecke zugeführt, und darunter auch Spinalganglien in tadellos conservirtem Zustande. Der Darstellung, die ich im Folgenden vom Bau der Spinalganglien des Menschen geben kann, liegt in erster Reihe die Untersuchung dieses Materials zu Grunde.

Was zunächst die angewandte Technik betrifft, so habe ich mich natürlich an diejenigen Methoden gehalten, die sich bei meinen sonstigen Untersuchungen an den Spinalganglien am meisten bewährt hatten. Die Fixirung der (stets der Länge nach durchschnittenen) Ganglien geschah in concentrirter Sublimatlösung bei 24 stündiger Anwendung des Mittels. Ich will nicht behaupten, dass das Sublimat das Ideal einer Fixirungsfüssigkeit für das Nervensystem ist, aber bei den Spinalganglien und noch manchen anderen Theilen des Nervensystems ist es jedenfalls allen anderen Fixirungsmitteln bei Weitem vorzuziehen, den Chrom- und Osmiumgemischen hauptsächlich deshalb, weil es alle Färbungen zulässt. Ich habe dann nachgehärtet in Alkohol von steigender Concentration, sodann die Stücke behutsam und mit Geduld in Paraffin (unter Benutzung von Chloroform) eingebettet und mit einem Jung-schen Mikrotom in Schnitte von durchschnittlich  $5\text{ }\mu$  Dicke zerlegt; dickere Schnitte konnten bei einer Analyse des Zellkörpers nicht Verwendung finden. Bei der Färbung kam es darauf an, eine Methode anzuwenden, die nicht nur einen bestimmten Bestandtheil der Zelle deutlich hervorhebt, sondern womöglich Alles, was in der Zelle ist, mit möglichster Schärfe zur Ansicht zu bringen vermag. Nun haben wir in den Spinalganglienzellen gleich wie in den meisten anderen Nervenzellen, abgesehen von dem Pigment, zwei Bestandtheile: einmal die sogenannte „Grundsubstanz“ mit ihren Structuren, und dann jene merkwürdigen auf färberischem Wege so leicht darstellbaren Einlagerungen, um die sich Nissl so verdient gemacht hat. Wir kennen bisher keinen Farbstoff, der, allein angewandt, diesen beiden Bestandtheilen in gleicher Weise Rechnung tragen würde. Dagegen sind wir im Stande beiden bis zu einem gewissen Grade gerecht zu werden durch einige Doppelfärbungen. Für die Nissl'schen Schollen standen uns bisher zwei vortreffliche Farbstoffe zur Verfügung: das Nissl'sche Methylenblau

und das Thionin, das ich selbst früher angewandt hatte (Magentaroth giebt bei Sublimatschnitten keine guten Bilder). Aber beiden Färbungen entschieden überlegen ist ein Farbstoff, dessen Bekanntschaft ich erst in den letzten Monaten gemacht habe. Es ist dies eine dunkelblaue Anilinfarbe, das Toluidinblau, von Hoyer (19, S. 318) in die histologische Technik eingeführt, von G. Mann in Edinburgh (29, S. 163) zuerst für die Darstellung der in Rede stehenden Plasmashollen empfohlen. Das Toluidinblau kann geradezu als ein Specificum für die Nissl'schen Körper bezeichnet werden. Lässt man es in einer concentrirten wässerigen Lösung nur einige Stunden lang auf die nach der Gulland'schen Methode mit destillirtem Wasser auf den Objectträger aufgeklebten und mit Xylol und Jodalkohol vom Paraffin befreiten Schnitte einwirken, so nehmen die genannten Bestandtheile des Zellkörpers eine intensiv dunkelblaue Farbe an, während das übrige Zellprotoplasma (nach der Alkoholdifferenzirung) fast ungefärbt erscheint. Hieran schliesst man dann mit Vortheil eine leichte Nachfärbung in einem sauren Anilinfarbstoff, am besten in einer alkoholischen Lösung von Eosin oder dem kürzlich von Held (18, S. 399) empfohlenen Erythrosin<sup>1)</sup>; dadurch wird auch die Grundsubstanz färberisch hervorgehoben. Die weitere Behandlung des Präparates entspricht dem gewöhnlichen Verfahren: es wird mit absolutem Alkohol in bekannter Weise, aber möglichst rasch (damit nicht zu viel Toluidinblau entweiche) entwässert, mit Xylol aufgehellt und in Xylolkanaadabalsam eingeschlossen. Hierbei muss darauf besonders geachtet werden, dass die Schritte bei dem Wechsel der Flüssigkeiten nie auch nur halbwegs eintrocknen, in welchem Falle man die ärgsten Zerstörungen an den Zellen vorfindet; in der ganzen Nachbehandlung des Präparates muss daher Filtrirpapier vermieden werden. — Leider büßen die Präparate in der Regel nach einiger Zeit etwas an Schärfe der Färbung ein, namentlich blasst die Toluidinblaufärbung gewöhnlich ein wenig ab.

Klare Anschauungen giebt auch in vielen Beziehungen die Eisenhämatoxylinfärbung, in der Form angewandt, wie sie neuerdings von M. Heidenhain (17, S. 118) ausgebildet wurde, besonders in Verbindung mit einer leichten Eosinnachfärbung. Unterbricht man die Differenzirung im richtigen Moment, so erscheinen die Plasmashollen in-

---

1) Man macht sich eine concentrirte alkoholische Eosin- oder eine concentrirte wässerige Erythrosinlösung, übergiesst nach der Toluidinfärbung das Präparat damit, taucht es aber sofort, fast in derselben Secunde, in Wasser ein; geht man hierbei nicht flink genug zu Werke, so wird das Toluidinblau durch den sauren Farbstoff ganz verdrängt.

tensiv schwarz gefärbt und treten auf der leicht grau resp. rosa gefärbten Grundsubstanz äusserst scharf hervor. Auch ist diese Methode besonders geeignet, die fibrilläre Streifung des Nervenfortsatzes zur Ansicht zu bringen.

Die Spinalganglienzellen sind beim Menschen plumpe, runde Elemente; ihre Gestalt nähert sich bei den meisten der Kugelform, doch ist die Zelle gewöhnlich in einer Richtung ein wenig verlängert. Sporadisch trifft man freilich in jedem Präparate auch Zellen von mehr länglicher Form an. Es wird natürlich bei der Form, die die Zellen in den Schnitten darbieten, sehr viel darauf ankommen, ob sie in der Richtung des längeren Durchmessers oder quer getroffen sind.

In Bezug auf ihre Grösse gehören sie, wenigstens in ihren voluminösen Vertretern, zu den umfangreichsten Elementen unseres Organismus, ja wenn man absieht von der reifen Eizelle, die nach Nagel's (32, S. 399) allerdings nur auf einer einzigen Messung beruhenden Angabe  $170\text{ }\mu$  misst und ohnedies nur der einen Hälfte des Menschengeschlechtes zukommt, und wenn man natürlich auch absieht von den specifisch umgewandelten Zellen, wie Linsenfasern, Muskelfasern u. s. w., stellen sie überhaupt die grössten Zellen des Körpers dar. Mit einem Durchmesser, der bei manchen Zellen  $120\text{ }\mu$  betragen kann, übertreffen sie selbst die (nach v. Kölliker [22, S. 348] nur  $43-91\text{ }\mu$  langen) Riesenzellen an Umfang. Freilich sind diese ganz grossen Zellen stark in der Minderheit; bei der Mehrzahl der Zellen schwankt der Durchmesser, in der Längsrichtung gemessen, zwischen  $60$  und  $80\text{ }\mu$ . Neben dieser Hauptform wird man aber auch noch auf jedem Schnitte zahlreiche kleine Elemente, bis etwa  $25\text{ }\mu$  herunter, finden, und gerade beim Menschen scheinen diese kleinen Formen verhältnissmässig reichlich vertreten zu sein, reichlicher als bei Hund, Katze und Rind. Die Zellen verschiedener Grösse liegen bunt durcheinander gewürfelt, ohne jede Regelmässigkeit der Anordnung. Berechnet man die Durchschnittsgrösse der Zellen, so bekommt man einen höheren Werth als bei Nagern, aber einen geringeren als beim Rinde. So könnte es scheinen, als ob die Körpergrösse von Einfluss wäre auf die Grösse unserer Zellen. Diese Annahme wird aber widerlegt durch die Thatsache, dass die Spinalganglienzellen von Hund und Katze durchschnittlich mindestens so gross, wenn nicht grösser sind, als die vom Menschen. Wahrscheinlich bieten die Ganglien verschiedener Höhe bei ein und demselben Individuum in dieser Hinsicht Verschiedenheiten dar: man darf annehmen, dass die Ganglien der starken Extremitätennerven aus grösseren Zellen zusammengesetzt sind, als etwa die der Intercostalnerven; wenig-

stens lässt das analoge Verhalten der Ursprungszellen der vorderen Wurzeln, der motorischen Vorderhornzellen, einen solchen Schluss zu. Genauere Untersuchungen sind hierüber meines Wissens noch nicht ange stellt worden.

Jede Zelle ist bekanntlich von einer bindegewebigen Kapsel um schlossen, die sich in die Henle'sche Scheide (Endoneuralscheide) des Ausliefers fortsetzt. Sie zeigt, namentlich bei den grösseren Zellen, einen lamellären Bau, aus 2—3 zarten Häutchen bestehend, mit eingelagerten theils platten, theils länglichen, schmalen Bindegewebskernen. Die Innen fläche der Kapsel sehen wir von einem schönen, einschichtigen Epithel continuirlich ausgekleidet. Während bei vielen Thieren die Zellen dieses Epithels eine endothelartig abgeplattete Beschaffenheit zeigen, erscheinen sie beim Menschen verhältnismässig voluminös, protoplasmareich, durch den grossen, hellen, rundlichen oder etwas ellipsoidischen Kern sanft hügelförmig gegen den Kapselraum vorgewölbt. Die Zahl dieser meso dermalen Epithelzellen beträgt bei den gewöhnlichen mittelgrossen Zel len auf einem Durchschnitte der Zelle etwa 10—12. — Die Kapsel hängt unmittelbar zusammen mit der bindegewebigen Zwischenmasse der Ganglien. Diese Zwischensubstanz, die sich als lockeres, fibrilläres Bindegewebe darstellt, ist beim Menschen recht an sehnlich entwickelt, viel ansehnlicher als bei Hund und Katze, und vor Allem ist sie auch sehr „kernreich“, d. h. reich an fixen Bindegewebzellen. Figur 1, die eine der Oberfläche nahe ge legene Stelle eines Ganglions bei sehr schwacher Vergrösserung darstellt, wird hiervon eine Anschauung geben. Diese Thatsachen verdienen Beachtung mit Rücksicht auf etwaige pathologische Untersuchungen; die Entscheidung der Frage, ob in einem gegebenen Falle eine wirkliche Vermehrung des Zwischengewebes und seiner Kerne vorliegt, wird jeden falls eine genaue Prüfung und eine Vergleichung der Präparate mit sol chen aus gesunden Ganglien erfordern.

Bis vor Kurzem hatte ich angenommen (siehe z. B. 24, S. 164), dass wenigstens bei den grösseren Zellen zwischen der Zelloberfläche und der Kapsel regelmässig ein schmaler offener Spaltraum vorhanden sei, der, mit Lymphe ausgefüllt, bei dem Stoffwechsel der Zelle eine Rolle spiele, dass also mit anderen Worten die Zelle ihre Kapsel nicht vollkommen ausfülle. Ich hatte diese meine Annahme damit begründet, dass man diese Lücke auch nach Fixirungen mit Osmium und Osmium gemischen, denen ich in Bezug auf die Erhaltung der Zellform ein grosses Vertrauen entgegengebracht hatte, nicht vollkommen vermis se.

Flemming konnte sich in einem unlängst erschienenen Aufsatze (14, S. 387) dieser Auffassung nicht anschliessen; er betrachtet, in

Uebereinstimmung mit Key und Retzius und Ranvier, die Spalte, wo sie vorkommt, als ein Ergebniss der durch die Behandlung verursachten Schrumpfung des Zellkörpers. — Die Bilder, die ich bei den vorliegenden Untersuchungen von den Spinalganglienzellen des Menschen erhielt, lassen mich von meiner früheren Ansicht zurückkommen; an diesen neuen Präparaten sehe ich nun, dass überall, wo die Zelle einen tadellosen Erhaltungszustand zeigt, ein enger Anschluss ihrer Oberfläche an die Kapsel besteht, wobei sie oft sanfte napfartige Vertiefungen durch den Contact mit den Kapselfepithelzellen empfängt. An einer späteren Stelle werde ich noch auf diesen Gegenstand zurückzukommen haben, und es wird sich dabei zeigen, dass eine Spalte um die Zelle herum in der That ein Kunsterzeugniss darstellt, dass aber bei deren Zustandekommen seltener eine Schrumpfung allein, vielmehr gewöhnlich neben der Schrumpfung auch noch eine förmliche Zerstörung der oberflächlichsten Zelllage im Spiele ist. — Man darf also aus diesem engen Anschluss folgern, dass die Ernährung des Zellkörpers der Spinalganglienzelle durch die Thätigkeit der Epithelzellen der Kapsel vermittelt wird und vielleicht kann man darin die Bestimmung dieser so auffallenden Elemente erblicken.

Die Spinalganglienzellen sind bekanntlich mit geringen Ausnahmen unipolar, und der Fortsatz theilt sich in einiger Entfernung von der Zelle T-förmig in einen centralen und einen peripherischen Ast. Er entspringt gewöhnlich an einem der Pole, d. h. in der Richtung des längeren Durchmessers der Zelle. Das ist aber durchaus nicht immer der Fall; es giebt Zellen, bei denen er von der Mitte der Längsseite seinen Ursprung nimmt. Die Ursprungsstelle des Fortsatzes bietet ein sehr charakteristisches Verhalten dar, das zuerst von Nissl (33, S. 372) kurz und treffend beschrieben, dann von mir (24, S. 173), Flemming (14, S. 387) und Held (18, S. 412) in etwas ausführlicherer Weise geschildert wurde. Der Fortsatz setzt sich nämlich an den Zellkörper mit einer breiten kegelförmigen Verdickung an, die ihrer inneren Beschaffenheit nach — sie entbehrt der chromophilen Schollen vollkommen — schon zu dem Fortsatze zu rechnen ist, und die an ihrer Basis gegen das granulierte Plasma des Zellkörpers durch eine halbmondförmige Linie abgesetzt erscheint.

Von der Fläche betrachtet bietet diese „Polstelle“, wie sie Flemming nennt, stets das Bild einer regelmässig kreisförmigen, hellen, von dem körnigen Protoplasma ringförmig umfassten Scheibe dar.

In meiner früheren Darstellung (24, S. 173) gab ich an, dass ich weder im Fortsatz, noch in seinem Kegel eine fibrilläre Streifung wahrnehmen könne; der Kegel schien mir, mit den stärksten Immersionen

betrachtet, nur ein zartes schaumartiges Gefüge darzubieten. So sehe ich die Dinge auch noch heute an den mit Alkoholfixirung hergestellten Präparaten, die mir damals vorgelegen haben. Dagegen stehe ich nicht an, einzuräumen, dass ich mich seitdem an anderweitig hergestellten, namentlich mit Sublimat- und Osmiumgemischen fixirten Präparaten in Uebereinstimmung mit Flemming von der Gegenwart einer zarten blassen fibrillären Streifung im Fortsatze bestimmt überzeugen konnte. Auch in den Präparaten aus den Spinalganglien des Hingerichteten ist die fibrilläre Structur des Fortsatzes deutlich ausgeprägt, am deutlichsten am „Halse“ des Fortsatzes, d. h. an der Stelle, wo der Fortsatz gerade in den Hügel eintritt; hier ist durch das deutliche Hervortreten und vielleicht auch durch die dichtere Lagerung der Fibrillen eine etwas dunklere Farbennuance bedingt. Im Hügel selbst vermag ich aber die Fibrillen nicht wahrzunehmen, vielmehr sehe ich hier nur eine undeutliche feinkörnige Structur. — Ein weitaus günstigeres Object für das Studium dieser Structurverhältnisse scheinen mir die Spinalganglien des Hundes zu bilden. Hier gelang es mir nun, die zarten Linien auch in den Polkegel hinein zu verfolgen; doch sehe ich ihre Anordnung und ihren Verlauf etwas anders, als Flemming sie neuerdings schildert. Die faserige Einstrahlung liegt nach Flemming (14, S. 388) immer im peripheren Theile des Eintrittskegels und in zwei Systemen vertheilt, während die Mitte des Kegels eine mehr verworren faserige Structur zeigt. Dies soll nach Flemming in Zusammenhang stehen mit der Entstehungsweise der Spinalganglien: „Da wir uns ja den Nervenfortsatz einer Spinalganglienzelle aus zwei Nervenfasern (Axencylindern) zusammgesetzt vorstellen können, so würde diese doppelte Faserung des Umfangs der Eintrittsstelle verständlich sein: die eine entspräche der einstrahlenden peripheren, die andere der austretenden centralwärts verlaufenden Nervenfaser“<sup>1)</sup>.

---

1) Ich möchte hierzu bemerken, dass der „Unipolarisationsvorgang“ der ursprünglich bipolaren Spinalganglienzellen etwas anders vor sich geht, als ihn sich Flemming nach obigen Worten vorzustellen scheint. Ich selbst war früher ebenfalls der Meinung, dass es sich hierbei um einen Verschmelzungsvorgang der Anfangsstücke der beiden Ausläufer handelt. Weitere Untersuchungen haben mich aber belehrt, dass sich die Sache doch wesentlich anders abspielt: die beiden Fortsätze bleiben an Ort und Stelle, dagegen schnürt sich der protoplasmatische Zellkörper von deren Abgangsstelle durch eine stielförmig verdünnte Partie allmälig ab, und aus diesem sich mehr und mehr verdünnenden und verlängernden Stiel wird durch innere Umwandlung der das Verhalten einer Nervenfaser darbietende Fortsatz. (Vergl. die Mittheilung „Zur Kenntniß der Spinalganglien“ in meinen „Beiträgen zur Histologie des

Die Abbildungen freilich, die der Flemming'schen Arbeit beigegeben sind, namentlich Fig. 5, 6 und 12, stimmen mit dieser Darstellung nicht ganz überein; sie lassen von den beiden Seitenbündeln nichts erkennen, sondern zeigen eine gleichmässige, auffallend deutliche pinsel-förmige Einstrahlung der Fibrillen in den Ursprungskegel bis an den Rand des Zellprotoplasmas hinan. Solche Bilder habe ich nun nie erhalten; an Längsansichten der Zellen vermochte ich überhaupt nie etwas anderes zu erkennen, als eine feine dichte Punktirung oder Andeutungen einer verworrenen Geflechtstructur. Klare Anschauungen gewann ich aber an Zellen, die so getroffen waren, dass sie den Kegel in der Flächenansicht dem Blicke darboten. Hier trat mir nun ein merkwürdiges Bild entgegen: was ich sah, war eine feine blasse circuläre Streifung um den Fortsatz herum, die sich gegen die Ränder der Scheibe hin allmälig verlor. Die Deutung dieses Bildes kann keine andere sein, als dass die Fibrillen des Fortsatzes im Kegel eine Spiraltour, eine Art von Wirbel mit dem Fortsazze als Mittelpunkt beschreiben, dass sie aber schon in einiger Entfernung vom Rande des Kegels, ohne an das körnige Zellplasma heranzutreten, ihr Ende erreichen. Möglicherweise liegen in diesem merkwürdigen Verlauf Verhältnisse vor, die auf mechanische Momente, auf eine Art von Torsion der Zelle bei ihrer Entwicklung zurückzuführen sind.

Ich muss trotz der Einwände Dogiel's (7, S. 331 und 8, S. 408) auch heute noch an der structurellen Besonderheit des Nervenfortsatzes und seines Ursprungshügels gegenüber dem protoplasmatischen Zellkörper und (bei anderen Nervenzellen) seinen Dendriten festhalten. Der Nervenfortsatz gehört selbstverständlich auch nach meiner Auffassung zu dem Neuron, zu der genetischen Nervenzelleneinheit, aber er ist in histologischer Beziehung nicht mehr als ein Bestandtheil der protoplasmatischen Nervenzelle, sondern unbeschadet seines Zusammenhangs mit dieser als ein Derivat, als ein Product der Nervenzelle aufzufassen, während die Dendriten nichts anderes sind, als vorgebuchtete, aufgesplittete Randtheile des unveränderten Zellkörpers. Dieser Gegensatz ist nur der anatomische Ausdruck des physiologischen Gegensatzes, der sich in einer blass passiv leitenden Function auf der einen Seite (Neurit), und einer neben der Leitung auch die active Nervenzellenthätigkeit umfassenden Leistung

---

Nervensystems und der Sinnesorgane". Wiesbaden, 1894, S. 136 ff.). Der Fortsatz geht also nicht aus der Vereinigung von zwei Axencylindern hervor, wie Flemming meint, sondern ist von vorn herein als einheitliche Faser angelegt.

auf der anderen Seite (Nervenzelle und Dendriten) ausspricht. Der Mangel der „Schollen“ ist nicht das einzige Moment, das den Fortsatz zu einer besonderen Bildung stempelt; es kommen noch andere Merkmale in Betracht, wie die charakteristische Lichtbrechung, die feine fibrilläre Streifung, die man, wenigstens nach meinen Erfahrungen, in dieser Form im Zellkörper der Nervenfasern nur in seltenen Fällen beobachten kann, dann die besondere, in der Regel etwas dunklere, sattre Färbungsnuance, die den Fortsatz gleich von seinem Anfange an mit Einschluss seines Ursprungshügels auszeichnet und durch die er sich von der Grundsubstanz des Zellprotoplasmas auffallend unterscheidet. Die Eigenart des Nervenfortsatzes bei der Färbung wird besonders schön ver gegenwärtigt in der Fig. 1, Taf. XII. der angeführten Held'schen Arbeit (18). Auch bei der Methylenblaufärbung hebt er sieht, nach S. Meyer's (30) Zeugniss, durch dunkleren Farbenton sehr scharf gegen das Zellprotoplasma ab. Hierzu kommen noch die anderweitigen, am besten bei der Golgi'schen Methode erkennbaren histologischen Merkmale, die glatte Beschaffenheit, die gleiche Breite u. s. w. Wenn nach Dogiel's Angabe bei den Nervenzellen des Sympathicus und der Netzhaut die conusartige Verdickung, mit der der Nervenfortsatz vom Zellkörper entspringt, nicht anders aussieht, als die kegelförmigen Abgangsstellen der Dendriten, und wenn er namentlich ebenso wie diese mit chromophilen Schollen erfüllt ist, so bezweifle ich die Richtigkeit dieser Angabe nicht im geringsten, sehe aber nicht ein, in wiefern man hieraus einen Einwand gegen die Sonderstellung des Fortsatzes gegenüber dem Zellkörper ableiten könnte. Meiner Auffassung nach ist eben jene kegelförmige Abgangsstelle dem „Ursprungshügel“ des Nervenfortsatzes der motorischen und der Spinalganglienzellen nicht gleichzustellen, ein solcher Hügel besteht hier vielmehr gar nicht; der Nervenfortsatz entspringt direct vom körnigen Zellprotoplasma, das sich an seiner Ursprungsstelle wie bei dem Ursprung der Dendriten kegelförmig vorwölbt. Ein richtiger „Ursprungshügel“ scheint überhaupt nur bei einigen Nervenzellengattungen, wie es scheint nur bei den grössten vorhanden zu sein; so fehlt er z. B. auch den Purkinje'schen Zellen und den Pyramidenzellen. Der Behauptung Dogiel's gegenüber, dass man auch im Nervenfortsatz „an den Stellen, wo er sich zuweilen verdickt“, sehr kleine chromophile Schollen wahrnehmen könne, möchte ich mich aber auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen skeptisch verhalten; ebenso scheint mir die Angabe Benda's (3, S. 763), dass bei den Pyramidenzellen der Grosshirnrinde die Collateralen des Nervenfortsatzes in ihren Anfangsstücken manchmal solche Schollen aufweisen, einer Nachprüfung zu bedürfen. Täuschungen können hier ja leicht auch einem gewandten Forscher unterlaufen,

vor Allem durch Verwechslung dieser Collateralästchen mit Dendriten, mit denen ja diese Gegend überfüllt ist. Die Thatsache, dass die fraglichen Collateralen mit Markscheiden versehen sind (Flechsig, 10), sich also als richtige markhaltige Nervenfasern darstellen, wird gewiss auch nicht dazu beitragen, Benda's Annahme wahrscheinlich erscheinen zu lassen.

Was im Zellkörper der Spinalganglienzellen den Blick vor Allem fesselt, das sind die schon eingangs erwähnten körnig-scholligen chromophilen Einlagerungen, ein Bestandtheil, den ja die Spinalganglienzellen bekanntlich mit den meisten übrigen Nervenzellen theilen. Ich möchte hier zunächst in Betreff dieser „Schollen“ eine terminologische Angelegenheit in Anregung bringen. Es scheint mir fast unvermeidlich, für diese im Nervensystem so weit verbreitete Substanz, die wahrscheinlich physiologisch, auf alle Fälle aber pathologisch eine hervorragende Rolle spielt, einen besonderen Namen einzuführen. Der Mangel eines solchen unanfechtbaren Terminus technicus hat sich schon bis jetzt in der einschlägigen Literatur in unbequemster Weise fühlbar gemacht. Mit Umschreibungen, wie das Nissl'sche (34, S. 676) „Bruchstücke des färbbaren id est sichtbar geformten Theiles des Nervenzellenkörpers“ wird man wohl auf die Dauer nicht auskommen. Dass die von verschiedenen Autoren, wie H. Virchow (40), Rossin (38) und neuerdings wieder von Juliusburger (20) angewandte Bezeichnung Granula den Anforderungen, die man an einen solchen Namen stellen kann, nicht entspricht, ergiebt sich schon aus der einen Thatsache, dass die groben Schollen, die die genannten Autoren als Granula benennen, vielfach wieder aus kleineren Granulis zusammengesetzt erscheinen (De Quervain 36, Flemming 14, Benda 2, Held 18, Becker 1, Juliusburger 20, Lenhossék 24 u. A.). Die Richtigkeit des vielfach beliebten Namens „basophile Substanz“ muss, wenn man mit dem Worte „basophil“ die Vorstellung einer Art chemischer Reaction verbindet, wie weiter unten noch gezeigt werden soll, mindestens als fragwürdig bezeichnet werden. Bestimmt unrichtig ist aber die Anwendung des Namens „Chromatin“ für die Schollen; sie sind auf keinen Fall identisch mit dem, was im Kern als Chromatin bezeichnet wird, wie es schon Nissl hervorgehoben und neuerdings auch R. y Cajal (4, S. 4) bestätigt hat. Wenn schliesslich Held (18) die hier in Rede stehenden Substanzpartieen „Nissl'sche Körper“ nennt, so scheint diese Bezeichnung insofern eine kleine historische Unrichtigkeit in sich zu schliessen, als diese Körper einerseits schon von Flemming im Jahre 1882 (11) gesehen, beschrieben und auch — wenn auch in etwas undeutlicher Weise — abgebildet wurden, an

dererseits aber gleichzeitig mit Nissl auch Benda (2) sehr eindringlich auf die „chromatophilen Concretionen“ im Zellkörper mancher Nervenzellen hingewiesen hat, eine Feststellung, durch die Nissl's beträchtliche Verdienste um diese Sache nicht im Geringsten geschmälert werden sollen. Durch diese Erwägungen veranlasst, habe ich mir vor Kurzem (26) erlaubt, einen neuen Namen, die Bezeichnung „Tigroid“, von dem griechischen *τιγροειδής* scheckig, für die in Rede stehende Substanz in Vorschlag zu bringen. In der That verleihen diese Schollen und Körner dem Zellkörper oft ein scheckiges, tigerfellähnliches Aussehen.

Das Tigroid tritt uns in den Spinalganglienzellen in einer etwas anderen Erscheinungsform entgegen, als in den meisten übrigen Nervenzellen. Während es sonst in der Gestalt von groben, unregelmässigen Schollen, Spindeln oder von netzartig verbundenen Massen auftritt, ist hier das Körnchen die herrschende Form. Nur in einer Anzahl von Fällen erscheint hier der Zellkörper recht eigentlich scheckig, in der Regel bietet er ein mehr oder weniger dicht granulirtes Aussehen dar. Man kann diese Körnchen im Vergleich zu den groben Schollen anderer Nervenzellen wie z. B. der motorischen Vorderhornzellen anstandslos als fein bezeichnen, wenn ihre Feinheit natürlich vielfach auch nur eine relative ist. Uebrigens mag hier bemerk't sein, dass in Bezug auf die Feinheit der Tigroidkörnelung in den Spinalganglienzellen je nach den einzelnen Thiergattungen ausgesprochene Verschiedenheiten obwalten; dadurch bieten diese Zellen ein etwas anderes Bild dar etwa beim Rinde, beim Hunde, beim Kaninchen, beim Menschen, der Vertreter anderer Wirbeltierklassen gar nicht zu gedenken, deren Spinalganglienzellen einen wesentlich anderen inneren Bauplan zeigen. Wenn ich in meiner früheren Darstellung (24, S. 165) auf die Feinheit der Körner ein so besonderes Gewicht gelegt habe, so lag dies in erster Reihe an dem besonderen Untersuchungsobject, das ich damals meiner Schilderung zu Grunde gelegt hatte. Ich habe mich nämlich damals hauptsächlich an die Spinalganglienzellen des Rindes gehalten; diese aber zeichnen sich durch eine ausnehmend feinkörnige Beschaffenheit aus, was vielleicht mit der ansehnlichen Grösse der Zellen zusammenhangt. Flemming's Widerspruch (13) gegen die Bezeichnung der Körner als fein wird erklärlich, wenn man weiss, dass er für seine Untersuchungen hauptsächlich Hund und Katze benutzt hatte, in deren Spinalganglien wieder grobschollige Elemente relativ zahlreich, zahlreicher als bei allen anderen von mir untersuchten Thieren, vertreten sind. Dass die Abweichung in unseren Angaben in Betreff dieses Punktes lediglich in der

Verschiedenheit des benutzten Materials liegt, hat Flemming seitdem (14, S. 384) selbst zugegeben.

Beim Menschen sind nun die Tigroidgranulationen der Spinalganglienzenellen im Allgemeinen, wie das auch Flemming richtig angiebt, etwas feiner als bei den Carnivoren, aber nicht so fein, wie bei dem Rinde. Die einzelnen Tigroidkörper sind übrigens von verschiedener Grösse in derselben Zelle und vor Allem auch von etwas verschiedener Grösse in den verschiedenen Zellen desselben Ganglions; hierauf soll weiter unten eingegangen werden. In jeder Zelle wird man eine Menge ganz feiner, als richtige „Granula“ zu bezeichnender Tigroidkörnchen finden und dazwischen eingestreut etwas grössere Klümpchen, „Schollen“, deren Umfang aber noch in der Regel weniger als  $1\text{ }\mu$  ausmacht; natürlich sind Körnchen und Schollen durch alle Uebergänge mit einander verbunden. Die Form der Schollen ist sehr mannigfaltig; man findet alle möglichen Formen vertreten, am häufigsten aber bilden sie eckige, klumpige, verzerrte Figuren. So regelmässig sternförmige Schollen, wie sie Nissl in der Fig. 3 seiner Abhandlung (34, S. 681) abbildet, habe ich bei den von mir untersuchten Thieren und auch beim Menschen vergeblich gesucht und glaube, dass diese Abbildung dem natürlichen Verhalten nicht entspricht; auch habe ich die fädigen Ausläufer, die Nissl an den Schollen beschreibt, stets vermisst. Die Schollen und namentlich die grösseren sind unverkennbar zusammengesetzte Bildungen; mit starken Immersionen betrachtet, erkennt man an ihnen einen Aufbau einerseits aus kleinen Granulis, andererseits aus einer diffusen, sich mit Toluidinblau etwas schwächer färbenden Zwischensubstanz. Die beiden Bestandtheile zeigen aber in den Schollen eine höchst unregelmässige Vertheilung; deshalb sehen letztere in ihrem Innern wie zerrissen aus. Die grösseren Schollen entstehen augenscheinlich dadurch, dass mehrere kleinere in mehr oder weniger innige Verknüpfung mit einander treten.

Beim Rinde hatte ich eine besondere Anordnung der Körner beschrieben, die es gestattet, den gekörnten Theil des Zellkörpers in zwei Zonen, in eine innere und äussere zu theilen; in der inneren, den Kern umhüllenden stehen die Körner viel dichter beisammen und sind gleichmässig diffus angeordnet, in der äusseren zeigen sie eine lockerere und dabei mehr netzförmige Anordnung. Beim Menschen finde ich dieses Verhalten nicht so typisch ausgeprägt wie beim Rinde. Dass die Körner in der mittleren Partie der Zelle etwas dichter gelagert sind als weiter auswärts, wird man allerdings an vielen Zellen constatiren können.

Ganz typisch ist hier dagegen ein anderes Verhalten: die Erscheinung, dass in der Nähe der Peripherie am äusseren Rande nicht

der Gesammtzelle, sondern ihres mit Tigroidkörnern beladenen Gebietes eine Schichte besonders derber Tigroidschollen liegt, sich oft zu einem dichten, die Zelle kreisförmig umfassenden Kranze zusammenfügend. Eine Andeutung dieses übrigens von mir schon in meiner ersten Darstellung (24, S. 167) erwähnten, beim Rinde ebenfalls angedeuteten Verhaltens glaube ich auch in der Figur 3, S. 681 der Nissl'schen Arbeit No. 34 zu erkennen. Der „Randschollenkranz“ ist übrigens bei den einzelnen Zellen recht verschieden ausgeprägt; nur selten indess wird man jede Andeutung davon vermissen. Die Randschollen stellen sich bald als kürzere, eckige, klumpige Gebilde dar, die in ihrem Innern, wie gewöhnlich, einen differenten Bau aufweisen, bald aber kommt es durch Verlöthung mehrerer derartiger Stücke zur Entstehung von länglichen, oft geradezu stabförmigen Schollen, die tangential angeordnet, sich zu einem kreisförmigen Zuge aneinanderfügen. In vielen Fällen, namentlich wenn die Randschollen eine solche längliche Form aufweisen, tritt der peripherische Schollenkranz scharf abgegrenzt hervor. In anderen Fällen zeigen die Randschollen eine mehr zersplitterte, lockere Anordnung, gehen etwas verschwommen in die Körnelung der inneren Theile über, ja können sich sogar theilweise in die gleich zu beschreibende peripherische helle Randzone verlagern. Am prägnantesten sah ich den Randschollenzug bei derjenigen Zellvarietät hervortreten, die unter dem Namen „grosse helle Zellen“ beschrieben werden soll.

Ich will hier noch einschalten, dass die hier beschriebene besonders dichte Ansammlung der Tigroidsubstanz in der Peripherie der Zelle eine allgemein verbreitete Eigenschaft der peripherischen Nervenzellen, also sowohl der Spinalganglienzellen wie auch der Zellen des Sympathicus darstellt, und zwar nicht nur beim Menschen, sondern bei sämmtlichen Wirbelthieren; noch viel stärker ausgesprochen als bei den höheren Wirbelthieren, finden wir sie in den genannten Zellen der Amphibien und Fische.

Um nun wieder zu den inneren Theilen der Zelle zurückzukehren, möchte ich erwähnen, dass die Tigroidschollen, sowohl die gröberen wie die feineren in allen Zellen, die ich darauf geprüft habe, eine vollkommene Ungezwungenheit der Lagerung erkennen lassen. Dies spricht sich namentlich in einer unregelmässigen, oft netzförmig zu nennenden Vertheilung der gröberen Körnergattung aus, während die feineren Körnergebilde im Allgemeinen verhältnissmässig noch mehr die Tendenz einer gleichmässigen Anordnung erkennen lassen. Eine concentrische Anordnung der Schollen, wie sie bei Carnivoren hie und da in die Erscheinung tritt und wie sie nach meinen Befunden aus dem

Jahre 1886 (23) am schönsten in den Spinalganglionzellen des Frosches ausgesprochen ist, ist mir beim Menschen nie begegnet, auch bei den grobscholligen Elementen nicht, an denen ich beim Rinde früher als sporadische Erscheinung die Andeutungen eines solchen Verhaltens wahrzunehmen glaubte. Ich könnte daher unmöglich mit Nissl (33) und Flemming (14) in der concentrischen Structur des Zellkörpers bei Säugetieren, wenn sie auch da und dort zum Ausdrucke kommt, etwas Typisches erblicken.

Zu der vorstehenden Beschreibung des Tigroids und seiner Anordnung ist nun aber Folgendes hinzuzufügen. Die Tigroidkörnelung breitet sich nicht über den ganzen Umfang der Zelle aus. Es giebt drei Stellen, die, wenigstens in den meisten Zellen, davon frei bleiben. Die eine davon, den „Ursprungshügel“ des Nervenfortsatzes, haben wir bereits gesehen — eigentlich gehört ja diese Stelle dem auf S. 350 Gesagten zufolge gar nicht zu dem Zellkörper. Die zweite befindet sich unmittelbar um den Zellkern herum, die dritte bildet die oberflächlichste Schichte des Zelleibes.

Betrachtet man an Präparaten, die einen tadellosen Conservirungszustand der Elemente zeigen, die Zellen genau, so erkennt man besonders bei den grösseren Zellen, dass die Körnelung nicht dicht bis an die Kernmembran heranreicht, sondern von dem Kern durch einen schmalen, hellen, körnerlosen, homogenen Saum getrennt ist, dessen Breite nie mehr als  $1,5-2 \mu$  beträgt. Am schärfsten tritt dieser perinucleäre Hof an den Eisenhämatoxylinbildern hervor, indem hier der Gegensatz zwischen Tigroid und Grundsubstanz durch die schwarze Färbung des Tigroids am markantesten ausgesprochen ist. Der äussere Rand des hellen Saumes verläuft überall ganz parallel mit der Kernmembran, der Saum bleibt sich also ringsum gleich breit. Bei schwacher Vergrösserung betrachtet, scheint die äussere Grenzlinie scharf zu sein, wendet man aber stärkere Linsen an, so sieht man, dass von einer eigentlichen scharfen Linie nicht die Rede sein kann, dass vielmehr die äussere Grenze des Saumes bloss durch das Aufhören der Tigroidkörnelung bedingt ist. Der Saum ist übrigens keine ganz constante Erscheinung; in kleineren Zellen — unter  $60 \mu$  Länge — habe ich ihn überhaupt nicht angetroffen, aber auch in den grösseren und allergrössten Zellen fehlt er ab und zu. Bei allen Färbungen erscheint die Substanz dieser Zone ganz homogen, auch die feine Structur, die sonst die Grundsubstanz der Zelle aufweist, habe ich an ihr nicht erkennen können. Eine helle Schichte um den Kern herum ist nicht eine gerade nur dem Menschen zukommende Erscheinung; ich habe sie schon früher (24, S. 174) beim Rinde beschrieben und eine Bemer-

kung E. Müller's (31, S. 22) scheint darauf hinzuweisen, dass dieser Forscher sie schon beim Kaninchen gesehen hat.

Um was handelt es sich hier? Zunächst könnte man an ein Kunstproduct, etwa an das Ergebniss einer Schrumpfung des Zellkerns denken, wodurch sich eine Art Spalte um den Kern herum gebildet haben würde. Indessen ist dieser Auffassung von vornherein der Umstand ungünstig, dass der Saum nur der grösseren Zellgattung zukommt; warum sollten nur die Kerne der grösseren Zellen der Schrumpfung unterworfen sein? Auch muss ich betonen, dass ich auf den Zustand der Kerne bei allen den Zellen, die dieser Darstellung zu Grunde liegen, besonders geachtet habe: sie zeigten stets ein vollkommen pralles, normales Aussehen. Eher möchte ich glauben, dass Reagentien, die eine Schrumpfung der Zellen hervorrufen, den Saum zum Schwunde bringen können; wenigstens vermisste ich ihn vollkommen an Präparaten aus den Spinalganglien desselben Hingerichteten, die in Alkohol von 96 pCt. fixirt waren, und die die Zellen in stark geschrumpftem Zustande zeigen. Schliesslich ist hervorzuheben, dass der helle Hof durchaus keiner Spalte entspricht, sondern eine richtige besondere Zellschicht darstellt. Dies zeigen am überzeugendsten die Fälle, wo sich der Kern durch irgendwelche mechanische Einwirkung bei der Anfertigung des Präparates an einer Stelle von seiner Nische abgehoben hat: hier sieht man deutlich den Rand der Kernnische einwärts vom Saum liegen. Solche Stellen sind auch deshalb wichtig, weil sie keinen Zweifel darüber lassen, dass die Schichte nicht etwa zum Kern gehört, sondern wirklich einen Bestandtheil des Zellplasmas bildet. Das einzige, was man über diese Lage sagen kann, ist, dass hier ein Differenzierungsproduct des Zellplasmas vorliegt; dass die Schichte von besonders dichter, etwa von cuticularer Beschaffenheit sei, dafür haben mir meine Erfahrungen keine Anhaltspunkte geliefert, auch könnte man sich bei einer solchen Beschaffenheit die Ernährungsweise des Kerns, den stofflichen Austausch zwischen ihm und dem Protoplasma nicht recht vorstellen. Ich glaube eher, dass die homogene Schichte von recht weicher Beschaffenheit ist.

Nicht minder auffallend ist die körnerfreie Substanzlage an der Peripherie der Zelle. Ich hatte sie schon vor anderthalb Jahren beim Rinde (24, S. 173) ausführlich beschrieben; als meinen Vorgänger führte ich in jener Darstellung E. Müller an; dieser spricht bei den Spinalganglienzellen des Kaninchens von einer „ektoplasmatischen Membran“. Bei nochmaliger genauerer Durchsicht der Müller'schen Arbeit (31) und namentlich der ihr beigegebenen Abbildungen sehe ich aber, dass Müller unter seiner Membran ganz etwas anderes versteht,

als die hier in Betracht kommende Erscheinung. Auf der anderen Seite könnte freilich ein anderer Passus der Müller'schen Arbeit, der mir damals entgangen war, auf diese bezogen werden, folgende Stelle nämlich: „So findet man zuweilen in der Peripherie der Zellen eine mehr oder weniger breite Zone von hellerem Aussehen als der centrale Theil, welches Verhältniss durch eine lockere Textur des Protoplasma und einen minderen Reichthum an Körnern und Fäden als im inneren Theile der Zelle bedingt ist. Diese Zone kann gleich breit sein oder hier und da fleckenförmige Ausbreitungen in den Zellenkörper hineinsenden. Gewöhnlich sind es die grossen Zellen, welche ein solches Aussehen haben.“ Dass Müller hierbei wirklich die hier in Rede stehende Erscheinung im Auge hatte, entnehme ich aus seinen Figuren, namentlich aus denen auf Tafel I.

Die helle peripherische Schichte ist also auch bei dem Rinde und Kaninchen vorhanden; aber weder bei dem einen, noch bei dem anderen erreicht sie auch nur annähernd die Mächtigkeit wie beim Menschen. Fig. 2 zeigt, wie stark sie hier gelegentlich entwickelt sein kann; in der dargestellten Zelle betrug ihre Breite fast  $10\text{ }\mu$ . Als breite, helle, fast farblos erscheinende Zone umfasst sie das gekörnte Zellplasma, von ihm in der Regel scharf geschieden durch die peripherische Schollenreihe; sie nimmt stets nur einen Hauch von Färbung an, und zwar lässt sie bei der Doppelfärbung Toluidin-Eosin einen leicht bläulichen Ton erkennen, während das Grundplasma des gekörnten Gebietes eine mehr rosa- oder violette Farbe aufweist. Ihre blasse Färbung, ihre helle Beschaffenheit, ihre scharfe Abgrenzung gegen das Tigroidgebiet der Zelle verursacht es, da man sie bei schwachen Vergrösserungen leicht übersieht, so dass es den Anschein hat, als ob die Zelle in stark geschrumpftem Zustande durch eine mehr oder weniger breite Spalte von der Kapsel getrennt wäre; bei näherem Zusehen erkennt man dann, dass der scheinbar leere Raum jener hellen Rindenlage entspricht.

Auch diese Schichte kommt in ausgesprochener Form nur den grösseren Zellen zu; aber auch bei diesen bestehen grosse Schwankungen in Bezug auf ihre Breite. Zu meiner Ueberraschung erhielt ich aus einem Ganglion desselben Individuum Präparate, die die Schichte bei allen Zellen auffallend schmal, theilweise von den peripherischen groben Schollen durchsetzt zeigten. Da die Zellen hier sonst einen ebenso schönen Erhaltungszustand erkennen liessen, wie die Zellen in anderen Ganglien, so lag für die Annahme einer artificiellen Entstehung kein Grund vor. Ich bin vielmehr zur Ansicht gekommen, dass hier der Ausdruck eines Thätigkeits- oder Ermüdungszustandes vorliegt; ich vermuthe, dass Hand in Hand mit der funktionellen Beanspruchung der

Zellen eine peripherische Ausbreitung der Tigroidkörper und damit eine Verschmälerung der hellen Rindenlage einhergeht. Die beschriebene Erscheinung fällt an den betreffenden Zellen mit einem besonderen Verhalten der Kerne (dunkles, diffuses Aussehen, zackige, geschrumpfte Contouren) zusammen, die man vielleicht ebenfalls als functionelle Veränderung auffassen kann.

Anfangs hatte ich die helle Aussenschicht für geronnene Lymphe gehalten und die eigentliche Zellgrenze einwärts von ihr verlegt, umso mehr, als ich, wie eingangs geschildert, früher von der Vorstellung beherrscht war, dass ein pericellulärer Lymphraum zwischen Zellkörper und Kapsel vorhanden sein müsse. Indess schon bei einer etwas genaueren Untersuchung erkannte ich die Irrthümlichkeit dieser Auffassung; der richtige Rand der Zelle liegt auswärts von der hellen Lage, in unmittelbarer Berührung mit dem Kapselepithel. Dieser Rand stellt sich als ziemlich kräftige, dunkle, gerade Linie dar; man bekommt den Eindruck, dass unmittelbar auf der Oberfläche eine mässige Verdichtung des Zellprotoplasmas besteht, die aber nicht so weit geht, dass man irgendwie Veranlassung haben könnte, eine besondere Zellmembran anzunehmen, wie dies Müller für die Spinalganglienzellen des Kaninchens thut.

Hier sehe ich mich veranlasst, einen kleinen Irrthum zu berichtigen, der mir in meiner ersten Darstellung — in Folge der ausschliesslichen Verwendung von Alkoholpräparaten — unterlaufen war. Dort heisst es, dass die oberflächliche helle Schicht an der Ursprungsstelle des Fortsatzes in dessen Ursprungshügel übergehe. Meine neuen Präparate zeigen, dass diese Darstellung insofern unrichtig ist, als man den Ursprungshügel stets dank einer etwas dunkleren Färbungsnuance ganz deutlich durch die helle Zone hindurch bis an den gekörnten Theil der Zelle verfolgen kann; es ist nicht schwer, die Grenze zwischen der hellen Rindenlage und dem intracellulären Theil des Hügels zu erkennen. Die beiden Substanzen, die der Randschicht und die des Ursprungshügels, sind also wesentlich verschieden.

Schon vorhin wurde erwähnt, dass die helle Randschicht als typische Bildung nur den grösseren Zellexemplaren eigen sei. Wenn wir nun ausgehen von der Auffassung, dass die grösseren Zellen in den Spinalganglien zwar nicht „ältere“, aber doch in der Entwicklung zu einem höheren Grade gelangte Elemente darstellen, so darf man in der Rindenlage das Ergebniss einer progressiven, d. h. für die Leistungen der Zelle vortheilhaften Differenzirung erblicken. Die grossen Zellen sind offenbar functionell stärker beansprucht als die

kleinen und damit mag irgendwie die Gegenwart des hellen Ektoplasmas zusammenhängen.

Auch hier ist aber diese Differenzirung nicht etwa im Sinne einer Verdichtung, etwa einer cuticularen Umwandlung zu verstehen, vielmehr spricht Alles dafür, dass die Rindenlage von ausserordentlich zarter, weicher Beschaffenheit ist. Legt sie doch bei der Herstellung des Präparates allen Einwirkungen gegenüber eine grosse Empfindlichkeit an den Tag; besonders scheint ihr eine Ueberhitzung bei der Paraffineinbettung leicht verhängnissvoll werden zu können, aber auch bei der Nachbehandlung der auf dem Objectträger befestigten Schnitte droht ihr nach meinen Erfahrungen noch manche Gefahr. Bei leichteren Formen ihrer Alteration weist sie nur an einzelnen Stellen Defecte oder schwache Retraktionen von der Kapsel auf, die Oberfläche der Zelle wird holprig; ich fasse alle diese Bilder als Kunstproducte auf, indem ich jetzt, wie schon erwähnt, auf dem Standpunkt stehe, dass bei der tadellos erhaltenen Zelle ihre äussere Grenze mit der Grenze des Kapsel-epithels vollkommen zusammenfällt. Bei einer vorgeschritteneren Stufe der Läsion erscheint bereits ein grosser Theil der hellen Substanzlage zerstört, wobei die erhaltenen Theile sich vielfach in unregelmässigen Abständen radiär zur Kapsel ausspannen; hierdurch gewinnt die Zelle jenes unregelmässig zackige, sternförmige Aussehen, das so oft Abbildungen der Spinalganglien als Vorwurf gedient hat. Bei den extremen Formen der Zerstörung schliesslich ist von der Rindenschicht überhaupt nichts mehr zu sehen, die Zelle sieht aus, als ob sie enorm geschrumpft wäre, zwischen ihr und der Kapsel klafft nun eine weite Lücke; sie schliesst in unregelmässig zackiger Weise mit den derben peripherischen Tigroidschollen ab.

Ich bin der Meinung, dass in vielen Fällen, wo eine Schrumpfung der Spinalganglienzellen vorzuliegen scheint, nicht eine solche, sondern eine totale Zerstörung der hellen Aussenschicht im Spiele ist. Dass vielfach auch noch eine Schrumpfung dazukommt, gebe ich ohne weiteres zu; ja dass oft auch eine Schrumpfung allein besteht, erkennt man an den kleinen Zellen, die, ohne eine körnerfreie Rindenlage zu besitzen, häufig, namentlich an Alkoholpräparaten, von der Kapsel zurückgezogen erscheinen.

Ein im Organismus einzig dastehendes Verhalten spricht sich bei den Spinalganglienzellen darin aus, dass die einzelnen Zellen, unbeschadet eines wesentlich gleichen Bauprinzips, die verschiedensten Nuancirungen ihrer inneren Beschaffenheit darbieten. Am überraschendsten wird dies stets zum Ausdruck kommen, wenn man sich durch die Betrachtung des Präparates mit schwachen Linsen einen

Ueberblick über die Zellen verschafft. Das Präparat bietet ein recht buntes Bild dar, indem die einzelnen Zellen alle möglichen Abstufungen einer helleren und dunkleren Färbung, einer stärkeren und zarteren Körnelung darbieten. Und dabei sind diese Unterschiede beim Menschen noch lange nicht so ausgesprochen, wie etwa bei den Carnivoren: bei diesen weist in der That fast jede Zelle ein anderes Aussehen, eine andere Färbungsnuance, Dichtigkeit und Körnelung auf. — Eine genauere Analyse der einzelnen Zellen lässt diese Verschiedenheiten im Wesentlichen auf zwei Momente zurückführen: 1. auf die Verschiedenheiten in der Menge, Grösse und Anordnung der Tigroidkörner und Schollen: sie können grösser oder kleiner, dichter oder lockerer angeordnet sein; 2. auf die verschiedene Beschaffenheit der Grundsubstanz: sie kann ein helleres oder ein dunkleres Aussehen darbieten, d. h. zarter oder dichter gebaut sein. Durch Combination dieser beiden Momente wird die Mannigfaltigkeit der inneren Gestaltung noch gesteigert.

Es genüge, aus der hierdurch gegebenen Formenreihe nur einzelne Formen herauszugreifen, speciell solche, die sich von dem Normaltypus, wie er der obigen Schilderung als Grundlage gedient hat, auffallender entfernen. Hier ist zunächst auf eine auffallend helle Zellenart hinzuweisen, wie sie in Figur 4 vergegenwärtigt ist; man findet diese Zellgattung fast ausschliesslich nur unter den grösseren Zellen vertreten. Das helle Aussehen des Zellkörpers ist hier in erster Reihe durch die sehr blasse Beschaffenheit der Grundplasmas bedingt. Als zweites Moment tritt die zerstreute Anordnung und geringe Zahl der Tigroidkörner hinzu, wobei diese ganz klein oder von mittlerer Grösse sein können. Der Gegensatz eines inneren, den Kern umfassenden relativ dichter gekörnten Gebietes und einer äusseren nur schwach granulären Abtheilung ist hier besser als bei den anderen Zellformen ausgesprochen. Sehr scharf kommt hier oft eben wegen der hellen Beschaffenheit des Plasmas der derbe Randschollenkranz zur Geltung. Auswärts von diesem findet man dann noch immer als äusserste Schichte der Zelle die helle Randzone. Im Ganzen wird man den so beschaffenen Zellen in geringer Zahl begegnen.

Vielelleicht etwas häufiger ist eine zweite Ausnahmeform, die der „grobscholligen Zellen“ (Fig. 5). Derartige Zellen, deren Hauptmerkmal schon durch ihre Bezeichnung angedeutet ist, kommen in allen Grössen vor, man wird grobscheckige Zellen unter den ganz kleinen, den mittleren, und wenn auch etwas seltener, unter den allergrössten Exemplaren antreffen. Da diese Form durch alle Uebergänge mit dem Normaltypus verbunden ist, so bleibt es vollkommen dem subjektiven Ermessen überlassen, bei welcher Grösse der Schollen man diese Form

beginnen lassen soll. An Stelle der gleichmässig dichten und verhältnismässig feinen Körnelung der meisten Zellen erscheint hier der Zellkörper wie getigert durch die diffuse Einlagerung grober Schollen, wie sie den übrigen Zellen nur als Randschollen zukommen; doch stehen dafür die Schollen in relativ weiten Abständen von einander, der Grundsubstanz in den Zwischenräumen ein freieres Hervortreten ermöglichen. Völlig wird man daneben freilich auch kleinere Tigroidkörnchen nicht vermissen, doch spielen sie hier neben den Schollen eine untergeordnete Rolle. Die Schollen weisen hier eine besonders unregelmässige, zerklüftete Gestalt auf, sie stellen sich, wenn man sie mit stärkeren Vergrösserungen betrachtet, als zerrissene, flockige Körper dar; durch die Art und Weise ihrer gegenseitigen Stellung wird oft der Eindruck einer netzförmigen Anordnung hervorgerufen. Da sich diese groben Klumpen gleichmässig vom Kern bis zum Rande des Tigroidgebietes erstrecken, treten hier die Randschollen weniger deutlich als bei den anderen Formen hervor. Eine concentrische Anordnung der Schollen, wie ich sie früher beim Rinde bei dieser Zellgattung sporadisch angetroffen hatte, ist mir hier nie zu Gesicht gekommen.

Die Gegenwart einzelner besonders grobgekörnter Zellen in den Spinalganglien ist schon im Jahre 1882 von Flemming (11, S. 13) erkannt worden; mit Recht hebt Flemming auch hervor, dass die Zellen mit groben und die mit feinen Körnern bunt durcheinander gelagert sind, ohne jede locale Sonderung. Etwas ausführlicher bin ich dann selbst (24, S. 167) vor anderthalb Jahren auf diese Zellen eingegangen, wobei ich namentlich auf zwei Punkte besonders hinwies: 1. dass diese Zellen beim Rinde nur eine sporadische Erscheinung, nur eine Ausnahmeform bilden, 2. dass die grobscholligen Formen am häufigsten unter den kleineren Exemplaren angetroffen werden. Von diesen beiden Behauptungen hat die erste auch für den Menschen vollauf Gel tung, auch hier treten die grobscholligen Zellen gegenüber den anderen beträchtlich zurück. Es liegt darin ein unterscheidendes Moment gegenüber den Spinalganglienzellen der Carnivoren, bei denen grobscheckige Elemente häufig in die Erscheinung treten und vor Allem auch die Schollen in solchen Zellen eine gröbere Beschaffenheit aufweisen, als beim Menschen, wo sie sich doch innerhalb gewisser bescheidener Grenzen halten. In Bezug auf die zweite Angabe liegt hier die Sache insofern etwas anders, als die grobscheckigen Zellen nicht gerade unter den allerkleininsten Zellen, sondern mehr unter denen mittlerer Grösse am zahlreichsten vertreten sind. Die allergrössten Zellen zeigen auch hier, in Uebereinstimmung mit den Befunden beim Rinde, nur in seltenen Fällen das grobschollige Verhalten.

Eine eigene Stellung nehmen schliesslich durch die Besonderheit ihres inneren Verhaltens die kleinen Zellen ein. Sie zeichnen sich (Fig. 6—8) durchgehends durch eine etwas dunklere Färbung des Zellkörpers aus. Man wird diese Angabe bei allen Färbungen bestätigt finden, am ausgesprochensten kommt aber diese Eigenschaft der kleinen Zellen an den Präparaten zum Ausdruck, die mit Osmiumgemischen (Flemming'scher oder Hermann'scher Lösung) fixirt sind: schon mit schwacher Vergrösserung betrachtet (meine Angaben beziehen sich hier auf Carnivoren) heben sich die kleineren Elemente, unregelmässig über den ganzen Schnitt vertheilt, sehr lebhaft als dunklere Körper aus der sonst heller erscheinenden Zellgruppe hervor. Meine Befunde stehen hier in vollkommenem Einklang mit denen Daae's (5, 226), nach dessen Angabe „die am dunkelsten gefärbten Zellen beim Pferd am häufigsten klein sind“, sowie mit denen Flemming's (14, S. 386), der die kleineren Zellformen ebenfalls als „durchweg dichter gebaut, dunkler und stärker färbbar“ bezeichnet und dieses Verhalten auch in seiner Fig. 1 und 2 zur Ansicht bringt. Auch darin kann ich ihm zustimmen, dass beim Rinde und Menschen diese Besonderheit der kleineren Zellen weniger bedeutend ist, als bei dem Hund und der Katze.

Ich bin durchaus zweifelhaft darüber, ob sich die hier beschriebene Erscheinung mit dem deckt, was Flesch (16) und einige unter seiner Leitung arbeitende Damen, namentlich H. Koneff (21) in den achtziger Jahren als „*Chromophilie*“ der Nervenzellen beschrieben haben. Aus der Beschreibung Koneff's geht hervor, dass die Erscheinung, die dort gemeint ist, an dieser und jener Zelle, ohne jede Regelmässigkeit des Auftretens, ohne bestimmte Beziehung zur Zellgrösse zur Beobachtung kommt, ein Umstand, der ja auch die Veranlassung dazu gegeben hat, in der chromophilen Beschaffenheit einzelner Zellen den Ausdruck einer functionellen Sonderstellung oder eines vorübergehenden functionellen Zustandes zu erblicken. Bei der Erscheinung aber, von der ich rede, liegt die Sache wesentlich anders: hier handelt es sich um ein ziemlich regelmässiges Verhalten, um eine typische Eigenschaft der kleineren und kleinsten Spinalganglienzellen. Bei keinem der kleineren Elemente wird man die dunklere Färbung ganz vermissen, wenn auch die einzelnen Zellen gleicher Grösse in dieser Beziehung unläugbar verschiedene Abstufungen darbieten. Somit liegt hier nicht die geringste Veranlassung vor, in der Erscheinung etwas anderes als eine normale morphologische Eigenschaft der kleineren Zellgattung zu erblicken. Die Auslegung im Sinne eines physiologischen Zustan-

des würde zu dem absurden Schlusse führen, dass bei den Functionen der Spinalganglien nur die kleineren Zellen betheiligt sind.

Wenn die Identität der beschriebenen färberischen Besonderheit mit dem, was Flesch „Chromophilie“ nennt, als mindestens zweifelhaft bezeichnet werden muss, so ist eine solche Uebereinstimmung direct ausgeschlossen mit dem, was Nissl (35, S. 8) unter diesem Namen versteht. Dies erhellt schon aus der einen Angabe dieses Forschers, dass nach seinen neuen Befunden die Chromophilie nichts als ein Kunstproduct darstelle, für das die Reagentien verantwortlich zu machen seien. Nissl muss also etwas anderes im Auge gehabt haben, als was ich mit meiner Chromophylie meine. In Fig. 7 seiner Arbeit No. 34 bildet Nissl eine arg geschrumpfte Zelle als „chromophile Zelle“ ab, unzweifelhaft ein Product der Behandlung. Ich kann mich nicht erinnern, bei Säugethieren selbst nach Alkoholfixirung, geschweige denn an Sublimatpräparaten jemals derartige Zellen vor mir gehabt zu haben — nur an den Spinalganglien des Frosches sind mir auch bei Sublimatfixirungen ab und zu solche merkwürdige Schrumpfungsbilder entgegentreten.

In meiner früheren Darstellung habe ich von den Ursachen der dunkleren Färbung einzelner Zellen eine Erklärung gegeben, die ich heute nicht mehr festhalten kann. Im Anschluss an die früheren Angaben Nissl's hatte ich nämlich angenommen, dass die dunklere Beschaffenheit mancher Zellen „durch die verschiedene Grösse und den verschiedenen Aggregatzustand der stark färbaren körnerartigen Bildungen im Zellprotoplasma“, also durch das Verhalten dessen, was Nissl den „sichtbar geformten Theil“ der Zelle nennt, hervorgerufen werde. Ich hatte also die stärker und dichter gekörnten Zellformen als „chromophile Zellen“ aufgefasst. Diese Zellen verdienen nach meiner heutigen Ansicht den Namen „chromophil“ nicht; das, was ich heute bei den Spinalganglienzellen mit diesem Namen bezeichnen möchte, die Erscheinung nämlich, von der oben die Rede war, hat mit der Beschaffenheit des Tigroids, mit dessen Masse und Anordnung nichts zu thun, sondern ist in einem ganz anderen Momente: in den Dichtigkeitsverhältnissen der Grundsubstanz des Protoplasmas begründet. Das Tigroid kann sich bei gleich dunkler Färbung der kleinen Zellen in diesen feiner oder gröber vertheilt, spärlich oder dicht gelagert, kurz in welcher Form immer finden, ja, — und dies scheint mir besonders entscheidend in die Waagschale zu fallen — es kann in diesen Zellen fast fehlen; man trifft gar nicht so selten kleine dunkle Zellen an — in Fig. 8 dargestellt —, bei denen der Zellkörper ganz homogen erscheint oder nur einen Kranz von derben Randschollen aufweist.

Ich kann die Tigroidkörner nicht verlassen, ohne der Behauptung Held's (18) zu gedenken, dass hier nichts anderes als Kunstprodukte der Behandlung, Fällungsbilder einer das Protoplasma der Nervenzelle in gelöstem Zustande durchtränkenden Substanz vorliegen. Held hat viel Mühe auf diese Frage verwandt; auf den Seiten 403—410 seiner Arbeit (18) findet man einen grossen beweislichen Apparat dafür beigebracht. Trotzdem muss ich sagen, dass mich seine Ausführungen von der Richtigkeit seiner Ansicht nicht zu überzeugen vermochten. Was speciell die Spinalganglienzellen betrifft, so fällt für mich ein jeder derartiger „Beweis“ in nichts zusammen angesichts der Thatsache, dass ich die Körner des Zellplasmas beim Hunde, gleich Flemming, auch an den frischen, gleich nach dem Tode ohne jeden Zusatz unter das Mikroskop gebrachten Zellen deutlich gesehen habe, namentlich gegen die Randgebiete der Zellen hin. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass sich die Granulationen bei so verschiedenen Fixirungsmethoden wie Sublimat, Pikrinschwefelsäure, Flemming'scher Flüssigkeit immer in derselben typischen Form darstellen, ferner dass sie bei den einzelnen Thiergattungen gewisse ausgesprochene constante morphologische Verschiedenheiten zeigen, Thatsachen, die es ungerechtfertigt erscheinen lassen, diese Dinge weniger als präformirt aufzufassen, als andere Structuren in der Zelle, die unter denselben Bedingungen und mit derselben Constanz und Regelmässigkeit in die Erscheinung treten.

Hier ist der Ort, um über das Pigment einige Worte zu sagen. Die Spinalganglienzellen des Menschen sind im Verhältniss zu denen von anderen Säugethieren auffallend stark pigmentirt und der Pigmentgehalt scheint mit dem Alter zuzunehmen. In den mittleren Jahren des Lebens finde ich durchaus nicht alle Zellen mit Pigment versehen; in allen kleineren Zellen fehlt es. In der Mehrzahl der Fälle liegt es (siehe Fig. 2 und 3) in Form eines rundlichen oder länglichen Haufens in der Nähe der Abgangsstelle des Nervenfortsatzes, seitlich daneben, und zwar nicht unmittelbar am Rande des Zellkörpers, sondern einwärts von der hellen Randzone innerhalb des gekörnten Plasmagebietes, gewöhnlich sich dessen Rande scheibenförmig anschliessend. Von hier aus kann es sich aber nach dem Kern hin erstrecken, ja ihn sogar hülsenartig ganz umfassen. Es besteht immer aus demselben Formelement: aus kleinen Körnchen oder vielleicht richtiger Tröpfchen, die im frischen Zustande ein gelbliches Aussehen darbieten und bald gleichmässig und dicht gelagert, bald mehr netzförmig angeordnet, durch Zellplasma von einander getrennt, erscheinen. Das Pigment theilt durchaus nicht, wie ich das schon früher (24, S. 157) zeigen konnte, die färberischen Eigen-

schaften des Tigroids; die basischen Anilinfarben bleiben unwirksam ihm gegenüber. Bei Doppelfärbungen mit Toluidinblau oder Thionin auf der einen und Eosin oder Erythrosin auf der anderen Seite nimmt das Pigment eine braune, oft mehr oder weniger ins Grünliche spießende Farbe an. Eine vortreffliche Methode, um das Pigment in seiner quantitativen Entwicklung und Ausbreitung scharf zur Ansicht zu bringen, habe ich zufällig in der Doppelfärbung Anilinblau-Erythrosin entdeckt. Man lässt die auf dem Objectträger aufgeklebten Schnitte über Nacht in einer concentrirten alkoholischen Lösung von Anilinblau stehen, wäscht dann flüchtig aus und differenziert in absolutem Alkohol. Hierbei weicht der Farbstoff aus dem Zellkörper vollkommen, während das Pigment die dunkelblaue, fast schwarze Anilinblaufärbung festhält. Um nun auch die Grenzen und Bauverhältnisse der Zellkörper zur Ansicht zu bringen, lässt man dann eine leichte Nachfärbung in Eosin oder Erythrosin in der eingangs angegebenen Weise folgen.

Nur ungern wende ich mich zu einem anderen noch der Besprechung harrenden Punkt, zu der Frage nach dem Baue der „Grundsubstanz“ des Protoplasmas, d. h. der Masse, in die das Tigroid eingebettet ist; ungern, weil ich mich hier genötigt sehe, einem so hervorragenden und von mir so hochverehrten Forscher wie Flemming gegenüber Opposition zu machen. Es handelt sich um die Frage, ob diese Substanz fibrillär oder nicht fibrillär gebaut sei, eine Frage, der Flemming deshalb eine so grosse Bedeutung beizulegen scheint, weil er früher (12, S. 41) in den Spinalganglienzenellen eine Hauptstütze der von ihm vertretenen „Filartheorie“ des Protoplasmas erblickt hat. Flemming hat 1882 (11) eine Darstellung vom Baue der Spinalganglienzenellen gegeben, die im Wesentlichen darauf hinausgeht, dass diese einerseits aus sehr feinen, wellig verlaufenden, geknickten Fadensträngen, andererseits aus diesen ein- oder angelagerten Körnchen zusammengesetzt sind; erst in seiner allerletzten einschlägigen Publication (14, S. 385) tritt noch die Annahme eines dritten Bestandtheiles: einer feinkörnigen interfibrillären Substanz hinzu. Im Gegensatz hierzu habe ich in meiner früheren Darstellung (24, S. 171) angegeben, dass es mir in den Spinalganglien des Rindes nicht gelungen sei, mich von der Existenz dieser Fibrillen zu überzeugen. Von den Forschern, von denen seitdem Aeusserungen über diese Sache vorliegen, haben sich die meisten, wie G. Mann (29), Nissl (35), Becker (1), Benda (3), Lugaro (28), Levi (27), Dehler (6) und Dogiel (7, 8, 9) für die Fibrillen, einzelne aber, wie Held (18) und R. y Cajal (4) in Uebereinstimmung mit meinen eigenen Angaben, dagegen ausgesprochen. Flemming selbst

hat seinen Standpunkt in einer Entgegnung (12) sehr nachdrücklich betont.

Aber auch ich muss sagen, dass ich auf Grund meiner seitdem in grösserem Umfange weitergeföhrten Untersuchungen speciell in Bezug auf die Spinalganglienzellen der Säuger an meinem Standpunkt festhalten muss. Die Verschiedenheit unserer Anschauungen kann nunmehr nicht an der Verschiedenheit des benutzten Materials liegen, da ich seitdem verschiedene Säuger und vor Allem auch die von Flemming hauptsächlich benutzten Thiere (Hund und Katze) in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen habe; auch die Verschiedenheit der angewandten Technik kann hierfür nicht mehr verantwortlich gemacht werden, denn ich habe es nicht unterlassen, alle möglichen Fixirungsmethoden (Sublimat, Alkohol, Zenkersche, Flemming'sche, Hermann'sche Flüssigkeit, Chromsäure) und Färbungen zu versuchen, besonders aber die Methoden, die Flemming angibt. Es kann nunmehr also nichts anderes die Ursache unserer Meinungsverschiedenheit sein, als die Verschiedenheit dessen, was die Franzosen so bezeichnend „manière de voir“ nennen, d. h. die verschiedene Auslegung desselben Bildes. In dieser meiner Ansicht werde ich bestärkt durch die Betrachtung der Abbildungen, die einer unlängst erschienenen Arbeit Flemming's (15) beigefügt sind. Ich könnte mich nicht entschliessen, in den Punkten, die Flemming hier im Zellkörper abbildet, den Ausdruck einer fibrillären Zusammensetzung zu erblicken. Hier kommt freilich ein der feineren histologischen Forschung im Allgemeinen feindliches Moment in Betracht: die dilemmaartige Schwierigkeit, dass dicke Schnitte durch Uebereinanderlagerung vieler Schichten den Einblick in den feinsten Bau der Zelle verhindern, dünne Schnitte dagegen von Allem, was in der Zelle ist, nur Bruchstücke zeigen. Es liegt auf der Hand, dass angesichts einer solchen Kalamität der subjectiven Deutung auf diesem Gebiete immer ein breiter Spielraum überlassen bleiben muss.

Versucht man an den inneren Theilen des Zellkörpers in den Bau des Grundplasmas einen Einblick zu gewinnen, so bemerkt man bald, dass dies eine Sache von grosser Schwierigkeit ist, vor Allem wegen der dichten Lagerung der Tigroidkörper, namentlich der feineren Gattung derselben. Was man in den Zwischenräumen zwischen den Körnern sieht, ist immer nur eine blasse, feinkörnige Structur und man kann oft kaum eine scharfe Grenze ziehen zwischen diesen achromatischen Pünktchen und den feinsten Tigroidkörnchen — Uebergänge der Grösse und Färbung scheinen von der einen Form zur anderen zu führen. Nun giebt es aber eine andere Stelle im Zellkörper, die einer

Analyse leicht zugänglich ist: es ist dies die geschilderte helle Rindenlage; hier liegt die Grundsubstanz ohne jede Tigroidbeimischung frei zu Tage. Was ich nun in Bezug auf den Bau dieser Substanzlage feststellen konnte, war bei allen den von mir angewandten Methoden (auch bei der progressiven Hämatoxylinfärbung nach Flemming's Verfahren) ziemlich das gleiche: stets trat mir eine ausserordentlich feine achromatische Körnelung entgegen, feine, glänzende, ungleichmässig hervortretende Pünktchen, selbst mit der Zeiss'schen homogenen Immersion 2 Mm. Ap. 1,30 gerade noch sichtbar, gewöhnlich in dicht gedrängtem Nebeneinander. Ihre Anordnung schien bald eine gleichmässige, bald aber — und dies entspricht wohl dem gewöhnlichen Verhalten — eine derartige zu sein, dass sie sich mehr oder weniger zu einem Netzwerk mit sehr engen Maschen zusammenordnen, so dass der Eindruck einer wabigen Structur hervorgerufen wird. Man sieht, die Beschreibung, die ich hier gebe, deckt sich fast wörtlich mit der, die ich vor anderthalb Jahren von der Grundsubstanz gegeben habe. Wie sehr die Schilderung, die Held von der Beschaffenheit des Grundprotoplasmas der Nervenzellen giebt, mit obiger Darstellung übereinstimmt, wird man aus folgenden Sätzen dieses Forschers entnehmen. „Die Grundmasse des Protoplasmas der Nervenzellen macht . . . entschieden einen netzartigen Eindruck. Als kleinste Theilchen derselben erscheinen mir auf entsprechend dünnen Schnitten allerfeinste Körnchen, die aber bereits zum grossen Theil an der Grenze der mikroskopischen Wahrnehmbarkeit überhaupt stehen. Dieselben sind nicht gleichmässig gelagert, sondern lassen feine bis gröbere Lücken zwischen sich, was mir die Ursache des netzartigen Eindrucks zu sein scheint . . . Ausser am Ursprungskegel des Achsencylinders zeigt die Grundmasse sowohl im Zellleibe, wie in den Dendriten keine Fibrillen“. Sehr energisch tritt für einen schwammigen Bau der Zwischensubstanz R. y Cajal in einer neueren Publication (4, S. 7) ein, ohne freilich den feinkörnigen Bau des Wabenwerkes hervorzuheben; seine Abbildungen zeigen diese Wabenstructur mit einer Schärfe und Regelmässigkeit, wie ich sie allerdings nie gesehen habe; auch habe ich die Anordnung des Netzes stets viel feiner, die Maschen viel enger gefunden.

Ist nun auf die geschilderten Bilder, die ja schliesslich Reagentienbilder sind, Verlass, so können wir uns also den Bau des Grundplasmas als einen körnig-wabigen, oder, um mich Reinke's treffender Bezeichnung zu bedienen, einen pseudo-wabigen vorstellen. An den Zellen, in deren Rindenlage bei der Behandlung eine partielle Zerstörung Platz gegriffen hat, bekommt man noch am ehesten Bilder, die im Sinne einer fädigen Structur gedeutet werden könnten: man sieht oft radiäre Fäden

chen, die zur Kapsel ausgespannt sind, und die wieder in ihrem Inneren eine granuläre Beschaffenheit zeigen. Man darf aus diesem Kunsterzeugniss soviel folgern, dass neben den Granulis noch eine structurlose, diesen als Trägerin dienende Zwischenmasse vorhanden ist, die hier zu jenen fädigen Gebilden zerklüftet erscheint.

Ich gebe mich keineswegs der Illusion hin, dass die vorliegende Darstellung irgendwie den Anspruch erheben könnte, eine abschliessende zu sein; aber soviel glaube ich auf Grund meiner Präparate vertreten zu dürfen, dass für die Annahme einer fibrillären Structur in den Spinalganglienzellen der Säuger keine unanfechtbaren Anhaltspunkte vorliegen.

Vorstehende Darstellung war schon niedergeschrieben, als im Anatomischen Anzeiger eine kurze aber wichtige Arbeit aus der Feder Dogiel's (9) über die Spinalganglienzellen der Säuger erschien; sie enthält neben einigen hochinteressanten anderweitigen neuen Befunden auch einige Angaben über die Protoplasmastuktur dieser Zellen. Von der „chromophilen Substanz“, d. h. unserem Tigroid, sagt Dogiel, dass sie meist in Form von sehr kleinen Körnchen, weit seltener in der von Körnern und am seltensten in Form von kleinen eckigen Schollen erscheine. Dies würde also so ziemlich übereinstimmen mit dem, was ich selbst gefunden habe; vollkommen unbegreiflich aber ist mir die weitere Behauptung Dogiel's, dass sich diese Körner nicht nur im Körper jeder Zelle, sondern auch in dem Conus finden sollen, mit dem der Achsen-cylinderfortsatz seinen Anfang nimmt. Diese Angabe steht in schroffem Gegensatze zu dem, was ich in Uebereinstimmung mit Flemming und vielen anderen Forschern an Hunderten von Zellen bei verschiedenen Färbungen constatiren konnte und sie kann daher meiner Ueberzeugung nach nur in der Unzulänglichkeit der Methode begründet sein. Es giebt keine sicherere Thatsache in Bezug auf den Bau der Spinalganglienzellen, als die körnerlose Beschaffenheit des Ursprungskegels des Nervenfortsatzes. Stellt sich die von Dogiel angewandte Methode schon zur Darstellung eines so elementaren Verhaltens als unzulänglich heraus, so wird es uns unmöglich sein, ihr hinsichtlich noch feinerer Structurfragen des Zellkörpers Vertrauen entgegenzubringen. Die Fibrillen, die Dogiel in den Zellen beschreibt und abbildet, und die er in zwei Systemen, einem äquatorialen und einem meridionalen angeordnet gesehen hat, sind in viel zu weiten Abständen angeordnet, viel zu derb und viel zu gestreckt, um identisch sein zu können mit dem, was Flemming unter dem Namen „Fibrillen“ beschreibt und in seinen Figuren zur Darstellung bringt. Um was es sich dabei handelt, vermag ich auch vermutungsweise nicht zu beur-

theilen, da mir nie ähnliche Bilder vor die Augen gekommen sind. Aber von vornherein muss ich es nach meinen Erfahrungen für unwahrscheinlich halten, dass man so feine Dinge wie die angeblichen Fibrillen des Zellkörpers an Präparaten, die die immerhin auch im Breitendurchmesser etwa  $30-50 \mu$  dicken Zellen nicht durchschnitten, sondern in *toto* zur Ansicht bringen, in zuverlässiger Weise nachweisen könnte.

Wenden wir uns zum Schlusse zur Betrachtung des Zellkerns. Die erste Schilderung der inneren Structur des Kerns der Spinalganglienzellen verdanken wir Flemming (1882, 11, S. 21), nachdem vor ihm dieser bald als vollkommen homogen geschildert wurde, bald die darin sichtbaren Structuren als Kunstproducte hingestellt wurden. Die Beschreibung, die Flemming von dem Kern giebt, ist so zutreffend, dass man ihr nur wenig hinzufügen kann; die Farbenreactionen des Kerns bei der Anwendung verschiedener Anilinfarben ist darin natürlich noch nicht berücksichtigt, ist doch fast die ganze Anilinfarbentechnik ein Kind unserer Tage.

Der Zellkern der Spinalganglienzellen stellt sich als ein relativ grosses (durchschnittlich etwa  $16-20 \mu$  messendes) rundes oder schwach ellipsoidisches, helles, „blächenförmiges“, gegen den Zellkörper scharf abgesetztes Gebilde dar. Eine Kernmembran ist deutlich nachweisbar als scharf hervortretende, glatte, doppelkonturierte Linie. Die von Schneider, Reinke, Rawitz u. A. vertretene Anschauung, dass die Kernmembran nichts anderes sei, als die Stelle, wo das Fadengerüst des Kerns unter Bildung von Verdickungen in die fädigen Structuren des Zellleibes übergehe, trifft hier gewiss nicht zu. Die überzeugendsten Ansichten gewähren in dieser Hinsicht jene ab und zu vorkommenden Fälle, wo durch irgend eine künstliche Einwirkung (wahrscheinlich beim Schneiden) der Kern an einer Seite eine Einbuchtung erlitten, d. h. sich an einer Stelle von dem Zellprotoplasma etwas abgehoben hat. Die Ablösung erfolgt in solchen Fällen stets ganz glatt; weder an der Membran, noch am Protoplasmarande gewahrt man fädige Anhängsel oder dergl., Dinge, die nicht fehlen könnten, wenn wirklich ein Zusammenhang zwischen „Karyomitom“ und „Cytomitom“ bestünde.

Eine sehr charakteristische Eigenschaft des Kerns besteht in der auffallenden Grösse des beim Menschen ausnahmslos in der Einzahl vorhandenen Kernkörperchens. Seine Grösse ist im Allgemeinen proportional der Grösse des Kerns und somit auch mehr oder weniger der der Zelle. Aus den vielen Messungen, die ich hier vorgenommen habe, ging hervor, dass sein Durchmesser regelmässig ungefähr ein Drittel des Durchmessers des Kerns beträgt und zwischen

4 und 7  $\mu$  schwankt; die häufigste Grösse ist 6  $\mu$  — fast die Grösse eines rothen Blutkörperchens! Es ist fast immer kugelrund, nur in seltenen Fällen ellipsoidisch und nimmt gewöhnlich den Mittelpunkt der Zelle ein. Nicht selten kommen freilich „Luxationen“ des Kernkörperchens zur Beobachtung, d. h. Fälle, wo es beim Schneiden aus seiner Nische herausgezerrt und etwas verschoben wurde. Solche Fälle können dann natürlich leicht zur Annahme einer excentrischen Lage des Kernkörperchens führen, um so mehr, da sich der Hohlräum des Kerns, worin der Nucleolus lag, durch Verschiebung des Kerngerüstes wieder schliessen kann. Dass eine excentrische Lage überhaupt nie vor kommt, möchte ich damit freilich nicht behauptet haben, aber jedenfalls bildet sie eine Seltenheit. Man kann aus der leichten Luxirbarkeit des Kernkörperchens zwei Schlüsse ziehen: 1. dass es von widerstandsfähiger, fester Beschaffenheit sein muss; 2. dass es mit dem Liningerüst nur sehr oberflächlich verbunden sein kann.

Zumeist stellt sich das Kernkörperchen ganz homogen dar; ab und zu erhält man aber doch etwas andere Bilder. So sehe ich z. B. an Sublimatpräparaten vom Menschen, die mit dem Ehrlich-Biondi'schen Farbgemisch tingirt sind, an vielen Zellen mitten im Kernkörperchen entweder ein grösseres oder 2—3 kleinere helle Stellen, offenbar Vacuolen. Ein wesentlich anderes Bild bieten mir Präparate vom Hunde dar, zu deren Fixirung theils Hermann'sche, theils Zenker'sche Lösung benutzt wurde und die theils mit Fuchsin, theils mit Hämatoxylin gefärbt sind. Hier treten im Nucleolus sämmtlicher Zellen eine Anzahl sehr kleiner, glänzender, punktförmiger Körnchen in die Erscheinung, bald weniger, bald eine ganze Menge, hier zu einem centralen Häufchen gruppiert, dort mehr gleichmässig über das Kernkörperchen ausgestreut. Am meisten erinnern mich diese Gebilde an die Pigmentkörnchen; den Eindruck von Vacuolen machen sie durchaus nicht. Schon Flemming bildet sie (1882) in den Figuren 1 und 2 der seiner Arbeit (11) beigegebenen Tafel ab. Da sich nun auch Flemming's Zeichnungen ebenso wie meine eigenen Beobachtungen auf die Spinalganglienzellen des Hundes beziehen, bei anderen Thieren aber der Nachweis solcher intranucleolärer Körnchen mir bisher nicht gelungen ist, so scheint es mir nicht unmöglich, dass hier eine speciell nur den Carnivoren zukommende Erscheinung vorliegt.

In dem Zwischenraum zwischen Kernkörperchen und Kernmembran spannt sich nun ein lockeres Liningerüst aus. Wir finden zunächst eine Ansammlung dieser Linisubstanz um den Nucleolus herum, ihn flockig, in unregelmässiger Vertheilung umgebend; eine zweite Anhäufung schliesst sich ringsum an die Kernmembran an. Die beiden An-

sammlungen stehen miteinander durch blasses, netzförmig verbundene Stränge in Verbindung, in deren Anordnung trotz ihres netzförmigen Habitus ein radiärer Typus unverkennbar ist. Im Allgemeinen kann man unsere Kerne, im Verhältniss zu den übrigen Kernen des Organismus, als structurarm bezeichnen, obgleich gelungene Färbungen mit Rubin S., Eosin oder mit dem Ehrlich-Biondi'schen Gemisch eine etwas dichtere Kernstructur erkennen lassen, als man nach der Anwendung mancher sogenannter Kernfarbstoffe (Hämatoxylin etc.) vermuten sollte. Immerhin darf man sagen, dass der „Kernsaft“ hier eine grössere Rolle spielt, als in vielen anderen Zellkernen des Organismus und vielleicht hängt damit das pralle Aussehen, die gewöhnlich streng kugelförmige Gestalt unserer Kerne zusammen. Die Dichtigkeit der Kernstructur ist übrigens bei den einzelnen Zellen verschieden; die Grösse der Zelle scheint hierauf ohne Einfluss zu sein.

Das „Kerngerüst“ präsentiert sich an den meisten Färbungen nicht eigentlich als Faserwerk, sondern scheint aus ungleichmässig ausgesponnenen Zügen einer blassen, zarten Substanz zu bestehen, überall besetzt mit körnigen Verdichtungen, stellenweise mit stärkeren Klümpchen. Klarere Anschauungen als die Eosin- oder Biondi'sche Färbung gewährten mir über die Zusammensetzung dieses „Gerüstes“ die Eisen-hämatoxylinbilder. Aufs Schärfste trat hier der Gegensatz einer leicht grau gefärbten Grundmasse, des „Linins“ im engeren Sinne, und zahlreicher in diese eingebetteter schwarz hervortretender Körnchen, „Mikrosomen“ hervor. Wo das Linin fädig ausgesponnen erscheint, sind die Körnchen reihenartig, ziemlich regelmässig hintereinandergestellt; wo es dagegen mehr diffus vertheilt ist, wie z. B. an der Kernmembran, finden wir sie in Gruppen, Häufchen beisammen, in verschiedener Dichtigkeit zusammengeordnet. Neben diesen Körnchen gewahren wir, natürlich in der Nähe des Kernkörperchens, einige derbere Klumpen, an denen eine Zusammensetzung aus einzelnen Mikrosomen nicht nachweisbar ist.

Ich gelange zu einem interessanten Punkt: zu dem färberischen Verhalten der Bestandtheile des Kerns bei einigen Anilintinctionen. Bei der Doppelfärbung mit Toluidin-Eosin verbindet sich das Kernkörperchen in sehr intensiver Weise mit dem basischen Toluidinblau und tritt daher sehr lebhaft hervor; das „Kerngerüst“ dagegen ist diesem Farbstoff nicht zugänglich: es nimmt mitsamt seinen klumpigen Einlagerungen die blassrote Eosinfärbung an, verhält sich also ausgeprochen acidophil. Es ist mir nicht gelungen, ausser dem Kernkörperchen bei dieser Tinction andere blau gefärbte Bestandtheile im Kern wahrzunehmen. Dass es sich hierbei nicht nur um eine

relativ grössere Neigung des Kerngerüstes zu der sauren als zu der basischen Anilinfarbe handelt, davon überzeugt man sich, wenn man Toluidinblau allein einwirken lässt: auch hier fesselt nur der Nucleolus den blauen Farbstoff, die ganze übrige geformte Masse des Kerns lehnt diesen fast vollkommen ab und gelangt nur schattenhaft, mehr nur durch die Verschiedenheit der Lichtbrechung als durch eigentliche Tinction zur Anschauung.

Ein gleiches Resultat erhält man, wenn man statt Toluidinblau Thionin oder Methylenblau, statt Eosin das Held'sche Erythrosin nimmt. Zwar bildet Held (Taf. XII., Fig. 2) im Kern einer Spinalganglienzelle bei Erythrosin-Methylenblaufärbung neben dem Kernkörperchen noch zwei schwach violett gefärbte Klümpchen ab; indessen stellt die Zeichnung eine Zelle vom Kaninchen dar — beim Menschen ist mir ein derartiges Verhalten nie entgegengetreten.

Wir gelangen also — wenn wir uns zunächst auf die Wirkungsweise der genannten Farblösungen stützen — zu dem bemerkenswerthen Resultat, dass das Kerngerüst bei den Spinalganglienzellen eines Bestandtheiles, der meines Wissens allen übrigen Kernen des Organismus (von anderen Nervenzellenkernen abgesehen) zukommt: des sich mit basischen Anilinfarbstoffen leicht tingirenden Chromatins oder genauer des „Basichromatins“ von M. Heidenhain vollkommen entbehrt; es verhält sich in seiner Gesammtheit acidophil. Es scheint nur aus Linin und darin eingelagert aus einer Substanz zu bestehen, die vielleicht identisch ist mit dem was M. Heidenhain Oxychromatin oder Lanthanin, oder vielleicht mit dem, was Reinke (37, S. 402) Oedematin genannt hat. — Soweit ich bei flüchtiger Untersuchung die Sachlage überblicken kann, scheint dieses besondere Verhalten der Kerne im Nervensystem eine weit verbreitete Erscheinung zu bilden und u. A. auch den motorischen Rückenmarkszellen zuzukommen.

Vorstehende Mittheilungen stehen theilweise in Widerspruch mit den Angaben einer unlängst veröffentlichten Arbeit Levi's (27) über den Kern der Nervenzellen und speciell den der Spinalganglienzellen. Levi hat seine Objecte mit Hermann'scher Flüssigkeit fixirt und die Schnitte theils mit dem Biondi'schen Gemisch, theils mit einer Drei-fachfärbung Safranin-Fuchsin-Methylgrün tingirt. Bei dieser Behandlung legte nun das Kernkörperchen ebenso wie das Tigroid des Zellkörpers keinen ausgesprochen basophilen Charakter an den Tag — beide haben das Fuchsin begünstigt, auch der grösste Theil des Kerngerüstes erschien in schwach-röthlicher Färbung; dagegen traten in unmittelbarer Berührung mit dem Kernkörperchen einig schmale, halbmondförmige

Schollen in die Erscheinung, die eine ausgesprochene grüne Färbung zeigten. Aehnliche Verhältnisse fanden sich bei den meisten übrigen Nervenzellenkernen. Levi fasst nun die grünen Brocken als die eigentlichen Vertreter des basophilen Chromatins im Kern auf.

Levi's interessante Angaben veranlassten mich, meine schon vor Jahresfrist nach derselben Methode (Hermann-Biondi) hergestellten Präparate aus den Spinalganglien des Hundes nochmal durchzuprüfen, sowie auch neue derartige Präparate anzufertigen, wobei ich mich bei der Anwendungsweise des Biondi'schen Gemisches ganz an Levi's Anweisungen hielt. Das Ergebniss war nun ein vollkommen negatives; das Kerngerüst hatte sich an allen meinen Präparaten immer nur mit dem Fuchsin verbunden, die Levi'schen basophilen Brocken vermisste ich stets. Ebenso vergeblich suchte ich nach diesen Dingen in den Spinalganglienzellen des Menschen, die gleichfalls nach Biondi gefärbt, aber mit Sublimat fixirt worden waren. Ich muss mich daher auf Grund meiner Erfahrungen Levi's Angaben gegenüber einstweilen auf den Standpunkt stellen, dass sich das von Levi beschriebene Verhalten<sup>1)</sup> vielleicht nur auf das von ihm benützte Untersuchungsobjekt, nämlich die Spinalganglienzellen des Meerschweinchens beschränkt. Auf alle Fälle könnte die Basophilie der Levi'schen Schollen wieder nur eine relative sein, denn während an meinen Präparaten das Chromatingerüst der Bindegewebskerne überall in der bekannten lebhaften grün-blauen Färbung hervortritt, zeigt im Kern der Spinalganglienzellen kein Bestandtheil eine derartige Färbung; besitzen die Körperchen in der Umgebung des Nucleolus wirklich die ihnen von Levi vindicirten Eigenschaften, so wäre es nicht einzusehen, warum sie nicht an meinen Präparaten das gleiche Verhalten zeigten, wie die benachbarten basichromatischen Bindegewebskerne.

R. y Cajal hat unlängst in einer kurzen aber auf umfassenden Beobachtungen beruhenden Mittheilung (4) versucht, der Eintheilung der Zellkerne der Nervenzellen die verschiedene Anordnung des Chromatins zu Grunde zu legen. Er unterscheidet Kerne mit wandständig gelagertem Chromatin, Kerne, in denen dieses netzförmig durch den Kern ausgespannt ist, solche, in denen es in Brocken niedergelegt ist und schliesslich Kerne, in denen das ganze Chromatin im Kernkörperchen

---

1) Nachträgliche Bemerkung bei der Correctur. Herr Dr. Levi hatte seitdem die Freundlichkeit, mir einige seiner Präparate aus den Spinalganglien des Meerschweinchens zu überlassen. Ich konnte mich daran in der That von der Richtigkeit seiner Angaben vollkommen überzeugen.

concentrirt erscheint. Zu den letzteren rechnet er nun auch die Spinalganglienzellenkerne.

Diese Angabe des spanischen Forschers führt uns nun auf die Frage, ob die Substanz des Kernkörperchens wirklich identisch ist mit dem, was man gewöhnlich als Chromatin bezeichnet? Die Anwendung des Thionins, des Toluidinblaus und Methylenblaus scheint diese Auffassung in der That zu begünstigen: bei allen drei zeichnet sich der Nucleolus durch intensive Färbung aus und auch die nachträgliche mässige Anwendung eines sauren Farbstoffes, wie etwa Bordeaux R., vermag es nicht, ihn zur Abgabe des Farbstoffes zu veranlassen. Dies war auch wohl das Hauptmotiv für Cajal's Auffassung; er geht hierbei von der Voraussetzung aus, dass das Thionin „ein ausgezeichnetes Reagens des Chromatins“ sei und beruft sich hierbei auf M. Heidenhain, wozu ich allerdings bemerken möchte, dass ich eine entsprechende Aeusserung bei Heidenhain nirgends habe auffinden können.

Nun ergiebt aber die Anwendung des Ehrlich-Biondi'schen Gemisches in der Form, wie sie von M. Heidenhain geübt wird, ein Ergebniss, das dieser Gleichstellung nicht günstig ist, ja sie meiner Ansicht nach geradezu ausschliessen dürfte. Denn das Kernkörperchen nimmt hier nicht, wie das Chromatin in den Kernen der umgebenden Bindegewebszellen, das basische Methylgrün an, sondern erscheint in leuchtend rother Farbe; es ist also an ihm das Säurefuchsins zur Wirksamkeit gelangt. Somit scheint die Basophilie des Nucleolus nur eine beschränkte zu sein; sie ist stark genug, um bei Doppelfärbungen mit Toluidinblau und Eosin den blauen stark basischen Farbstoff unter allen Umständen zu fesseln, nicht hinreichend aber, um bei Gegenwart des auch in schwachen Lösungen mit grosser Färbeleistung ausgestatteten Säurefuchsins diesem Widerstand zu leisten und sich den wie es scheint schwächeren grünen basischen Farbstoff anzueignen. Wir werden daher meiner Ansicht nach die Substanz des Nucleolus der Spinalganglienzellen nicht ohne Weiteres mit dem Basichromatin identificiren können und müssen einstweilen wohl annehmen, dass ein solches Chromatin diesen Kernen beim Menschen vollkommen fehlt.

### Erklärung der Abbildungen (Taf. VI—VII.).

Fig. 1. Aus einem Spinalganglion des Menschen. Schwache Vergrösserung. Doppelfärbung Toluidinblau-Eosin. a == Äussere bindegewebige Umhüllung des Ganglions (Perineurium).

Fig. 2. Auffallend grosse Spinalganglienzelle (Längsdurchmesser gegen 100  $\mu$ ) mit bindegewebiger Kapsel. Toluidinblau-Eosin.

Fig. 3. Grössere Spinalganglienzelle. Der Fortsatz entspringt von der Mitte der Längsseite. a = Pigment. Eisenhämatoxylin-Eosin.

Fig. 4. Grosse helle Spinalganglienzelle. Der Randschollenkranz tritt sehr lebhaft hervor. Thionin-Erythrosin.

Fig. 5. Mittelgrosse 'grobschollige Zelle. a = Pigment. Toluidinblau-Erythrosin.

Fig. 6 und 7. Kleine, chromophile Zellen, etwas geschrumpft, Fig. 6 mit Kapselfepithel.

Fig. 8. Kleine, chromophile Zelle; mittlerer Theil des Zellkörpers homogen. Tigroid nur in Form des Randschollenkranzes vorhanden.

Sämtlichen Figuren dienten die Spinalganglienzellen eines gesunden, kräftigen, jugendlichen Hingerichteten als Vorlage. Fig. 2—8 wurden bei Zeiss Ocular 3, Obj. D mit Hilfe eines Zeichenapparats entworfen, doch wurden die Einzelheiten unter Anwendung der Zeiss'schen homogenen Immersion 2 Mm. Ap. 1,30 eingetragen.

### Literaturverzeichniss.

1. Becker (Rastatt), Eine neue Nervenzellenfärbung. Neurol. Centralblatt, Jahrg. 14. 1895. S. 618.
2. Benda, C., Ueber eine neue Färbemethode des Centralnervensystems und Theoretisches über Hämatoxylinfärbungen. Verhandl. der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. 1885—86. S. 12—14.
3. Derselbe, Ueber die Bedeutung der durch basische Anilinfarben darstellbaren Nervenzellenstructuren. Neurol. Centralbl. Jahrg. 14. 1895. S. 759.
4. Cajal, R. y, Estructura del protoplasma nervioso. Revista trimestral micrográfica. Vol. I. 1896. p. 1.
5. Daee, H., Zur Kenntniß der Spinalganglienzellen beim Säugethier. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 31. 1888. S. 223.
6. Dehler, A., Beitrag zur Kenntniß vom feineren Bau der sympathischen Ganglienzelle des Frosches. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 46. 1895. S. 724.
7. Dogiel, A. S., Zur Frage über den feineren Bau des sympathischen Nervensystems bei den Säugethieren. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 46. 1895. S. 305.
8. Derselbe, Die Structur der Nervenzellen der Retina. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 46. 1895. S. 394.
9. Derselbe, Der Bau der Spinalganglien bei den Säugethieren. Anatom. Anz. Bd. XII. 1896. S. 140.
10. Flechsig, P., Ueber eine neue Färbungsmethode des centralen Nervensystems. Archiv f. Anat. u. Phys. Phys. Abtheil. Jahrg. 1895. S. 537.

11. Flemming, W., Vom Bau der Spinalganglienzellen. *Festschrift für Henle.* Bonn 1882. S. 12.
12. Derselbe, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.
13. Derselbe, Ueber die Structur der Spinalganglienzellen. *Verhandl. der anat. Gesellschaft.* IX. Versamml. Basel 1895. S. 19.
14. Derselbe, Ueber den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugethieren und Bemerkungen über den der centralen Zellen. *Archiv für mikrosk. Anat.* Bd. 46. 1895. S. 379.
15. Derselbe, Ueber die Structur centraler Nervenzellen bei Wirbelthieren. *Anatomische Hefte.* Herausgeg. von Merkel und Bonnet. Bd. 6. 1896. S. 563.
16. Flesch, M., Mittheil. der Naturforscher-Gesellsch. in Bern. 1887. S. 192.
17. Heidenhain, M., Ueber Kern u. Protoplasma. *Festschr. für v. Kölliker.* Leipzig 1892. S. 111.
18. Held, H., Beiträge zur Structur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. *Archiv f. Anat. und Physiol. Anat. Abth.* Jahrg. 1895. S. 396.
19. Hoyer, H., Ueber den Nachweis des Mucins in Geweben mittels der Färbemethode. *Archiv f. mikrosk. Anat.* Bd. 36. S. 310.
20. Juliusburger, O., Bemerkungen zur Pathologie der Ganglienzelle. *Neur. Centralbl.* Jahrg. 15. 1896. S. 386.
21. Koneff, H., Beiträge zur Kenntniss der peripheren Ganglien. *Inaugural-Dissert.* Bern 1886.
22. Kölliker, A., *Handbuch der Gewebelehre.* Bd. I. 1889.
23. v. Lenhossek, M., Untersuchungen über die Spinalganglienzellen des Frosches. *Archiv f. mikrosk. Anat.* Bd. 26. 1886. S. 370.
24. Derselbe, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. 2. Aufl. Berlin 1895.
25. Derselbe, Centrosom und Sphäre in den Spinalganglienzellen des Frosches. *Archiv f. mikrosk. Anat.* Bd. 46. 1895. S. 345.
26. Derselbe, Ueber Nervenzellenstructuren. *Verhandl. der anat. Gesellsch.* auf der 10. Versamml. in Berlin 1896. S. 15.
27. Levi, G., Su alcune particolarità di struttura del nucleo della cellula nervosa. *Rivista di patologia nervosa e mentale.* Vol. I. 1896. p. 141.
28. Lugaro, E., Sul valore rispettivo della parte cromatica e della acromatica nel citoplasma delle cellule nervose. *Rivista di patologia nervosa e mentale.* Vol. I. 1896. p. 1.
29. Mann, G., On the preparation of nerve cells for experimental histological investigations. *Journal of Anat. and Physiology.* 1894. p. 154.
30. Meyer, S., Die subcutane Methylenblauinjection, ein Mittel zur Darstellung der Elemente des Centralnervensystems von Säugethieren. *Archiv f. mikrosk. Anat.* Bd. 46. 1895. S. 282.
31. Müller, E., Untersuchungen über den Bau der Spinalganglien. *Nord. med. Arkiv* Bd. XXIII. No. 26.
32. Nagel, W., Das menschliche Ei. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. 31. 1888. S. 342.

33. Nissl, Fr., Mittheilungen zur Anatomie der Nervenzelle. Allg. Zeitschr. f. Psychiatrie. Bd. 50. 1894. S. 370.
  34. Derselbe, Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen. Neurol. Centralbl. Jahrg. 13. 1894.
  35. Derselbe, Die Beziehungen der Nervenzellensubstanzen zu den thätigen, ruhenden und ermüdeten Zellzuständen. Zeitschrift für Psychiatrie. Bd. 52. 1896.
  36. Quervain, Fr. de, Ueber die Veränderungen des Centralnervensystems bei experimenteller Cachexia thyreopriva der Thiere. Virchow's Archiv Bd. 133. 1893. S. 481.
  37. Reinke, F., Zellstudien. Erster Theil. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 43. S. 377.
  38. Rosin, H., Ueber eine neue Färbungsmethode des gesamten Nervensystems nebst Bemerkungen über Ganglienzellen und Gliazellen. Neurol. Centralbl. Jahrg. 12. 1894. S. 883.
  39. Ströbe, H., Ueber Veränderungen der Spinalganglien bei Tabes dorsalis. Centralbl. für allgemeine Pathologie und pathol. Anatomie. Bd. V. 1894. S. 853.
  40. Virchow, H., Ueber grosse Granula in Nervenzellen des Kaninch恒rückenmarkes. Centralbl. f. Nervenheilkunde. Jahrg. XI. 1888. S. 34.
-