

## XIV.

## Beiträge zur Kenntniss der feineren Struktur der Spinalganglien.

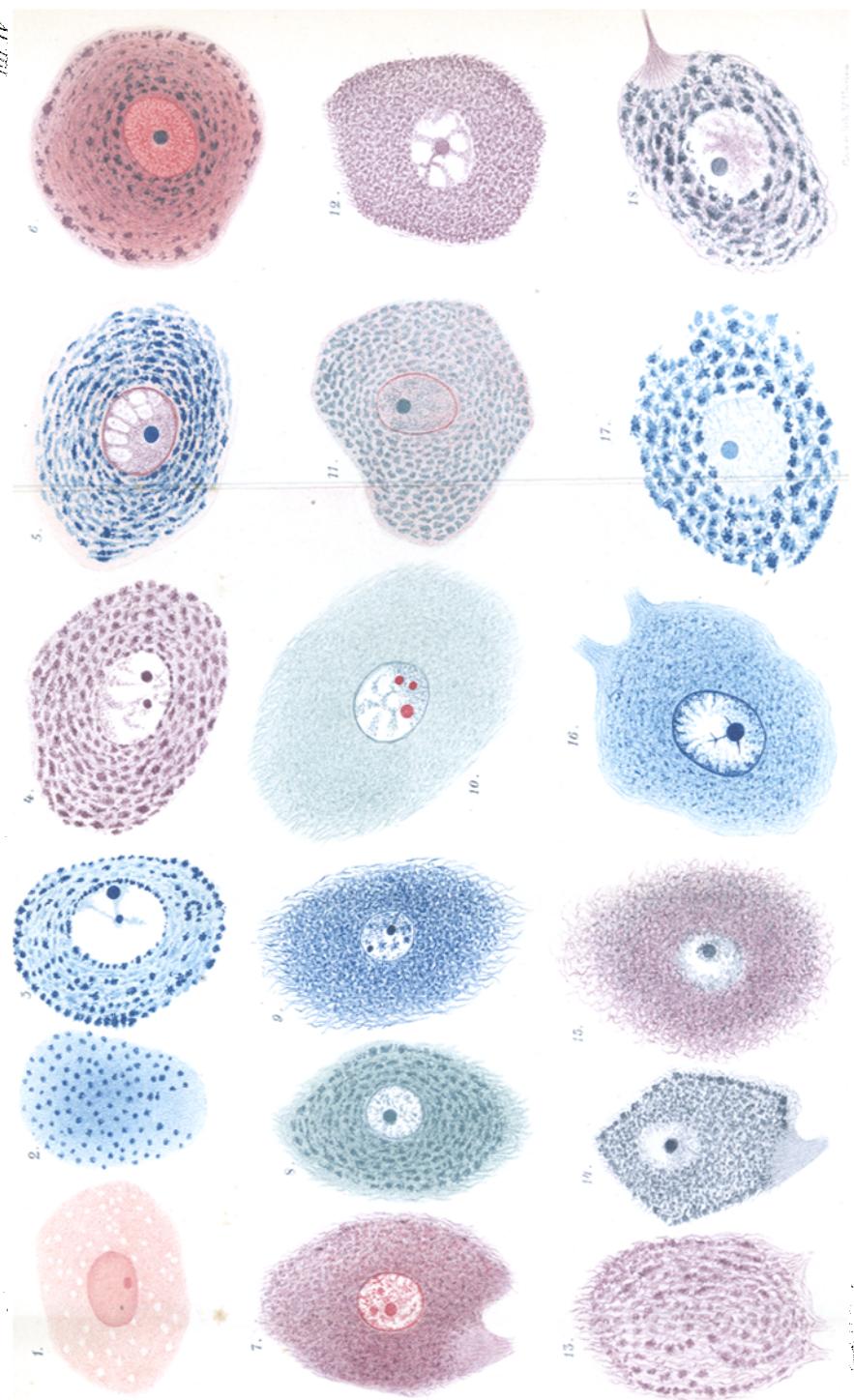
(Aus dem Pathologischen Institut zu Halle a. S.)

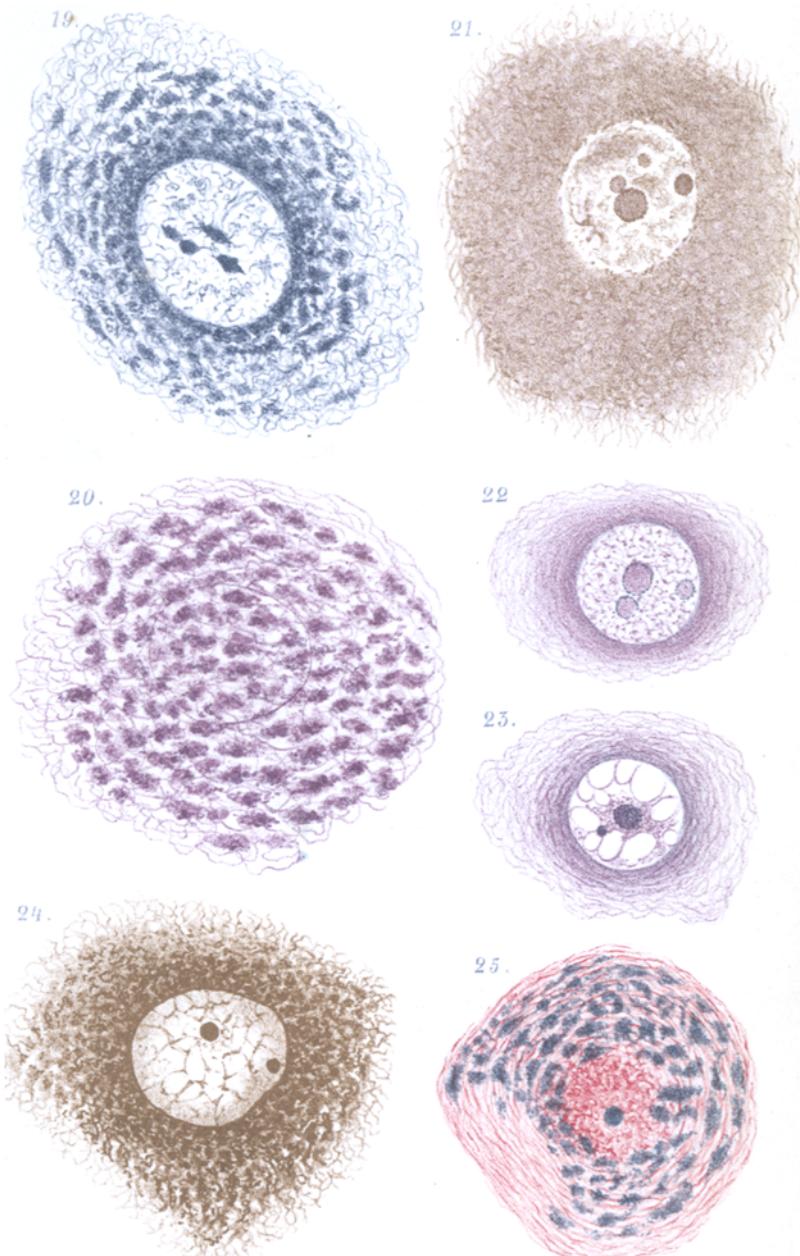
Von Dr. Ernst Heimann,  
Volontär-Assistenten am hygienischen Institut der Universität.

(Hierzu Taf. IV und V.)

Die Arbeiten Flemming's, Nissl's, Benda's und Rosin's haben meine Aufmerksamkeit auf die Fragen der Nervenzellen-anatomie gerichtet, die man wohl mit Fug und Recht als brennende bezeichnen kann. Nachdem in Folge der Methode Golgi's, Weigert's und Marchi's sich die Forschung lange Zeit ausschliesslich mit den Nervenfasern beschäftigt hatte, war es Nissl's unbestreitbares Verdienst, wieder daran erinnert zu haben, dass die Nervenzelle mindestens ein ebenso wichtiger Factor im Nervensystem sei und dass es an der Zeit wäre, diesem Stieflerdekind sich wieder etwas mehr zuzuwenden. Seine Methode war es auch, die die Substanzen des Zellleibes in so hervorragendem Maasse in den Mittelpunkt des Interesses rückte, die Substanzen, über deren Wesen und Beschaffenheit auch heute noch nicht die Acten geschlossen sind. Insbesondere aber herrscht noch solche Unklarheit über die einzelnen mit den verschiedensten Methoden zur Anschauung gebrachten Strukturelemente, dass man Nissl<sup>1)</sup> unbedingt zustimmen muss, wenn er sagt, dass es für denjenigen, der sich nicht ganz speciell mit Nervenzellen beschäftigt, unmöglich ist, sich durch die differenten Angaben der einzelnen Autoren hindurchzuarbeiten. Und fragen wir uns, woher kommt diese Unklarheit, diese vielen Missverständnisse, warum ist es so schwer, eine Einigung zu finden. Das hat meiner Meinung nach den Grund darin, dass die meisten von denjenigen, die

<sup>1)</sup> Nissl, Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen. Neurolog. Centralbl. 1894. No. 19—22. S. 813.





über Nervenzellenanatomie gearbeitet haben, eine bestimmte Methode, die sie als gut und brauchbar erprobt hatten, fast ausschliesslich in Anwendung zogen und so alle zu verschiedenen Ergebnissen kamen, aus denen dann Schlüsse gezogen wurden, die sich manches Mal schroff gegenüber standen. Dieser Umstand, dass die Methode keine einheitliche war, dass jeder nach seiner eigenen Vorschrift arbeitete, scheint mir der Grund dafür zu sein, dass kein Autor den anderen verstand und daher der Streit auf diesem Gebiete immer noch nicht beigelegt ist.

Ich habe es mir nun zur Aufgabe gemacht, in systematischer Reihenfolge an einem bestimmten Objecte verschiedene Fixationen und Färbungen zu versuchen, um dann aus den Resultaten Schlüsse auf die Strukturelemente machen zu können und so vielleicht etwas mehr Klarheit in diese complicirten und verworrenen Verhältnisse zu bringen. Der Ansicht Nissl's<sup>1)</sup>, dass innerhalb eines einzelnen Nervenzellentypus noch reichlich Stoff zu Untersuchungen und Beobachtungen vorhanden wäre, folgend, habe ich aus der Fülle der Nervenzellen nur eine Art herausgewählt, die Spinalganglienzelle; und zwar that ich dies aus dem Grunde, weil hier die Zellen dicht und zahlreich bei einander liegend und sich durch besondere Grösse auszeichnend, ein vor treffliches Untersuchungsmaterial darbieten. Als Versuchsthiere dienten mir junge Kaninchen.

In dem eben erwähnten Aufsatz Nissl's, der sich mit dem gegenwärtigen Stand der Nervenzellenfrage beschäftigt, findet sich eine zwar kurze, aber vortrefflich übersichtliche chronologische Darstellung der Nervenzellenforschung. Der Verfasser geht aus von dem von Max Schultze<sup>2)</sup> aufgestellten Schema des Baues aller Nervenzellen und bekämpft dasselbe auf das entschiedenste. Schultze fand die Substanz der Nervenzelle „feinkörnig und fibrillär gebaut“, und diese Auffassung theilten viele seiner Zeitgenossen; aber Nissl geht doch wohl zu weit, wenn er diese Anschauung als die damals allge-

<sup>1)</sup> Nissl, Der gegenwärtige Stand der Nervenzellenanatomie und -pathologie. Centralbl. für Nervenheilkunde und Psychiatrie. 1895. S. 18 f.

<sup>2)</sup> Schultze, Ueber die Strukturelemente des Nervensystems. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben der Thiere und Menschen. 1871. S. 125.

mein gültige hinstellt und behauptet, dass auch noch heute manche Autoren das Schultze'sche Schema als gültig anerkennen. Dem möchte ich entgegenhalten, dass schon Arndt<sup>1)</sup> im Jahre 1874 in einer sehr bemerkenswerthen Arbeit verschiedene Substanzen im Zellleibe erkennt und sogar auf das Genaueste beschreibt und erklärt. Nach seiner Ansicht besteht der Zellleib aus drei verschiedenen Elementen: 1) aus einer Grundsubstanz, 2) aus grösseren und kleineren Kugelchen und Körnchen und 3) aus strich- und fadenförmigen Bildungen, die unter einander und auch mit den Kugelchen und Körnchen in Verbindung stehen. Er macht bei den einzelnen Strukturelementen noch Unterabtheilungen, doch würde es zu weit führen, hier näher auf die Details der Arbeit einzugehen. Derselben sind vortreffliche Abbildungen beigegeben, die dem, was Nissl und Flemming später gefunden haben, nicht allzu unähnlich sind. In einer späteren Arbeit stellte Arndt<sup>2)</sup> ähnliche Verhältnisse speciell für die Spinalganglienzelle fest, verliert sich dabei jedoch in recht fruchtlosem Theoretisiren. Aber nicht nur er, sondern noch eine recht stattliche Zahl von Forschern haben andere Untersuchungsergebnisse wie Schultze, doch halte ich es für unnöthig, dieselben hier anzuführen, da sie sich in der ersten Arndt'schen Arbeit vortrefflich zusammengestellt finden.

Ein weiterer Markstein in der Geschichte der Nervenzellforschung ist die im Jahre 1882 erschienene Arbeit von Flemming<sup>3)</sup>, in der der Verfasser mit der ihm eigenthümlichen Schärfe und Präcision die bisher vertretenen Anschauungen anführt und kritisirt und dann die Ergebnisse seiner zahlreichen eigenen Versuche mittheilt. Er bricht mit dem Schultze'schen Schema, erklärt die Zellsubstanz als aus Fäden und Körnern bestehend, lässt aber die Frage nach dem morphologischen Zusammenhang dieser beiden Strukturelemente noch offen.

<sup>1)</sup> Arndt, Untersuchung über die Ganglienzellen des Nervus sympathicus. Archiv für mikr. Anat. Bd. 10. 1874. S. 208.

<sup>2)</sup> Arndt, Untersuchungen über die Ganglienkörper der Spinalganglien. Archiv für mikr. Anat. Bd. 11. S. 140.

<sup>3)</sup> Flemming, Vom Bau der Spinalganglienzellen. Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für J. Henle von seinen Schülern. 1882. S. 12.

Nun folgt ein längeres Schweigen auf dem Gebiete der Nervenzellenanatomie, das erst von Nissl gebrochen wird. Nachdem er seine Methode bekannt gegeben hat, werden die einschlägigen Arbeiten wieder zahlreicher; Nissl's viele Arbeiten, mehrere Arbeiten Flemming's, die speciell die Spinalganglien berücksichtigen, die Aufsätze von Benda und Rosin und die dadurch hervorgerufenen Controversen lenken die allgemeine Aufmerksamkeit auf das fast vergessene Gebiet; die experimentelle Physiologie und Pathologie und schliesslich auch die Klinik bemächtigt sich des Gegenstandes, und viele und bedeutende Arbeiten deutscher und ausländischer Forscher beschäftigen sich mit den Veränderungen der den verschiedensten Schädigungen ausgesetzten Nervenzelle. Es hiesse die Grenze meiner Arbeit weit überschreiten, wollte ich all' die Ergebnisse dieser neuesten Forschung besprechen, als deren Hauptvertreter ich hier nur Nissl, Mann, Levi, Lugaro, Hodge, Goldscheider, Flatau und Marinesco erwähnen möchte. Des Letzteren<sup>1)</sup> jüngste Arbeit bringt eine ausführliche Zusammenstellung des gegenwärtigen Standes der Nervenzellenanatomie, -Physiologie und -Pathologie und berichtet über die kleinsten Feinheiten der Nervenzellenstruktur mit solcher Genauigkeit und Gründlichkeit, dass man den Eindruck erhält, als wäre dieses Gebiet bereits so vollkommen klargelegt und so gründlich durchforscht, dass es überflüssig wäre, sich damit überhaupt noch weiter zu beschäftigen. Wenn ich dies trotzdem unternehme, so geschieht es aus der durch eigene Untersuchungen gewonnenen Ueberzeugung heraus, dass doch manches in der Kenntniss der feineren Struktur der Nervenzellen theils nicht ganz klar ist, theils sich unserer Kenntniss noch ganz entzieht.

Der Plan meiner Arbeit war folgender: Es wurden von den getöteten Kaninchen unmittelbar post mortem, d. h. aus dem noch warmen Körper die Spinalganglien entnommen und sofort in die betreffende körperwarme Fixationsflüssigkeit geworfen, so zwar, dass zwischen dem eingetretenen Tod des Thieres und dem Fixiren des Objectes kein grösserer Zwischen-

<sup>1)</sup> Marinesco, Pathologie de la cellule nerveuse. Rapport présenté au congrès international de médecine tenu à Moscou du 19—26 août 1897.

raum als höchstens 5 Minuten lang; ich habe in Folge dessen manchesmal aus einem Cadaver nicht mehr wie ein oder zwei Ganglien erhalten. Es stellte sich nehmlich bei den Untersuchungen heraus, dass Objecte, die auch nur eine halbe Stunde post mortem entnommen worden waren 1) die feineren Details nicht mehr mit solcher Schärfe zeigten und 2) häufiger Zellen enthielten, die sich vollkommen diffus färbten und eine Struktur überhaupt nicht mehr erkennen liessen. Dass ich chromophile Zellen im Sinne Nissl's<sup>1)</sup> in Spinalganglien noch nie gesehen habe, glaube ich im Wesentlichen der unverzüglichen Fixation des gewissermaassen noch lebenden Materials zu verdanken. Die Methode Mann's<sup>2)</sup> der intraarteriellen Injection von Sublimatlösung scheint mir einerseits keine sichere Gewähr für eine gleichzeitige gleichmässige Durchtränkung des betreffenden Organtheiles zu geben, andererseits habe ich bei meiner Anwendungsweise die von ihm hervorgehobenen Vortheile ebenfalls erzielt. Wenn allerdings v. Lenhossék (Archiv für Psychiatrie. Bd. 29. Heft 2) in seiner letzten Arbeit einen Hingerichteten, der in die Anatomie geschafft wurde, als Quelle für sein Material benutzt, so darf er mindestens aus seinen Objecten nur sehr vorsichtige Schlüsse ziehen. Denn man kann wohl annehmen, dass mindestens einige Stunden zwischen der Hinrichtung und der Entnahme der Ganglien gelegen haben, ein Zeitraum, der genügt, um die Darstellung der feinsten Zellleibssubstanzen so gut wie unmöglich zu machen.

Von Fixationsflüssigkeiten benutzte ich zuerst, jedoch nur aus historischem Interesse, das von den älteren Autoren fast ausschliesslich angewandte Kaliumbichromat in Form der Müller'schen Flüssigkeit, um mir an der Hand solcher Präparate die von jenen gesehenen Bilder wieder reproduciren zu können. Gefärbt wurde mit dem damals fast stets gebrauchten neutralen Carmin und auch

<sup>1)</sup> Nissl, Ueber die sogen. Granula der Nervenzellen. *Neurol. Centralbl.* 1894. No. 19. S. 684.

<sup>2)</sup> Mann, Histological changes induced in sympathetic, motor, and sensory nerve cells by functional activity. *Scotish Microscop. Society.* 18 May 1894. — Ueber die Behandlung der Nervenzellen für experimentell-histologische Untersuchungen. *Zeitschr. für wissensch. Mikrosk.* Bd. 11. 1894.

versuchsweise einige neuere Tinctionsmethoden zu Hülfe genommen.

Das zweite Fixationsmittel, das in Anwendung gezogen wurde, war der von Nissl empfohlene 96 prozentige Alkohol.

An den aus solchem Material gewonnenen Schnitten bediente ich mich zuerst der Nissl'schen Methylenblau - Methode, versuchte mehrere andere basische Farbstoffe nach der gleichen Behandlungsweise, färbte dann mit einer sauren Farbe gegen, um event. die durch die basische Farbe ungefärbt bleibenden Partien hiermit tingiren und zur Anschauung bringen zu können. Die hier gewonnenen Resultate veranlassten mich, allein mit sauren Farben zu färben, von denen sowohl rothe als auch blaue, Anilin- und sogenannte Naturfarben in Anwendung gezogen wurden. Nun wurde wieder auf den Ausgangspunkt, die Nissl'sche Methylenblau-Methode, zurückgegriffen und mit anderen basischen Anilinfarben theils gegen-, theils gleichzeitig gefärbt, um zu untersuchen, ob und in welchem Maasse die einzelnen im Zellleibe tingiblen Strukturelemente ihre Affinität zu dem einen oder dem anderen Farbstoff zu erkennen geben würden. Zur Nachprüfung der von Rosin<sup>1)</sup> angegebenen Färbungsmethode für das Nervensystem wurde sein Gemisch, bestehend aus Methylgrün, Orange und Säurefuchsin, benutzt und im Anschluss hieran, besonders um die Frage der Amphophilie der Nissl'schen Körperchen zu entscheiden, das Ehrlich'sche Glyceringemisch (Aurantia, Indulin, Eosin) in Anwendung gezogen.

Nach dem Vorschlage Flemming's<sup>2)</sup> benutzten wir ferner das Hämatoxylin (Delafield), progressiv und mit Differenzirung, sowohl allein als in Doppelfärbung mit sauren und basischen Farben. Ferner wurde auch die adjective Färbung mit Hämatoxylin nach der neueren Benda'schen Eisenhämatoxylin-Methode, sowie nach der ursprünglich von Weigert<sup>3)</sup> für Mitosen angegebenen Vorschrift angewandt. Soweit die Alkohol-Fixation.

<sup>1)</sup> Rosin, Eine neue Färbemethode des gesamten Nervensystems. Neurol. Centralbl. 1893. S. 802.

<sup>2)</sup> Flemming, Vom Bau der Spinalganglienzellen. Festgabe für Henle 1882 und a. a. O.

<sup>3)</sup> Nissl, Mittheilungen über Karyokinese im centralen Nervensystem. Allgem. Zeitschr. für Psychiatrie. Bd. 51. Hft. 1. S. 245.

Als weiteres Fixationsmittel wurde das von Pecqueur<sup>1)</sup> zuerst für Ganglien empfohlene und auch von Flemming<sup>2)</sup> vielfach angewandte Sublimat<sup>3)</sup> in concentrirter Lösung benutzt, das ja, — wie jetzt allgemein bekannt ist — Zelleib und Zellkern in gleich vorzüglicher Weise fixirt. Es wurden nun an diesen Objecten die oben erwähnten Färbungen — allerdings in einer nach den an Alkoholpräparaten gewonnenen Erfahrungen gerechtfertigten Auswahl — benutzt und die so gewonnenen Bilder mit den früheren in Parallele gestellt. Da sich nun auch uns an den Spinalganglien in später auseinanderzusetzenden Beziehungen das Sublimat als vorzügliche Fixationsflüssigkeit bewährte, wurden noch verschiedene neuere Tinctionsmethoden, die für das Nervensystem bisher meines Wissens nach noch nicht zur Verwendung gekommen sind, bei unseren Objecten versucht. Es sind dies die Färbung mit Orcein, Alizarin und Purpurin; die beiden letztgenannten wurden nur adjectiv in Anwendung gezogen. Ausser diesen dreien benutzten wir das dem Hämatoxylin sehr nahestehende Brasilin (Rothholzextract) und zwar sowohl subjectiv und auch adjectiv.

Ich schnitt uneingebettet (Gefriermikrotom), in Celloidin-, Photoxylin- und in Paraffineinbettung; von einer Beeinträchtigung der Darstellung der Strukturelemente habe ich nie etwas bemerkt und kann es in Folge dessen nicht bestätigen, wenn Nissl sagt, dass seine Körperchen nur an uneingebettet geschnittenen Objecten in richtiger Weise zu sehen wären. Auch die umständliche Montirung der Schnitte in Benzincolophonum kann unbeschadet fortbleiben, Damarlack und sogar Canadabalsam leisten genau dasselbe.

<sup>1)</sup> Pecqueur, Krit. Bemerk. über die Bedeutung der Kunstprodukte bei der Beurtheilung entzündlicher und atrophischer Prozesse. Neurolog. Centralbl. 1886. S. 398.

<sup>2)</sup> Flemming, Ueber die Struktur centraler Nervenzellen bei Wirbeltieren. Anat. Hefte. 1896. Heft 19 und 20.

<sup>3)</sup> Die Spinalganglien wurden 2 Stunden in concentrirte Sublimatlösung gelegt, dann 6 Stunden in 70prozentigen Jodalkohol (so viel Jodlösung bis der Alkohol Cognacfarbe annimmt), 6 Stunden in 96prozentigen, 6 Stunden in absoluten Alkohol.

## I. Fixation in Müller'scher Flüssigkeit<sup>1)</sup>.

### 1) Färbung mit neutralem Carmin<sup>2)</sup> (s. Fig. 1).

Nervenfasern und Kerne der Stromazellen roth. An den Nervenzellen sind die Kerne dunkel bläulich-roth, der Zellleib heller gelblich-roth. Die Kerne sind vollkommen diffus gefärbt, so dass keinerlei Strukturen daran zu erkennen sind. Der Zellleib erscheint wie von multiplen, zum Theil runden, zum Theil oblongen, scharf berandeten Vacuolen verschiedener Grösse ohne regelmässige Anordnung durchsetzt. Bei höherer Einstellung der Mikrometerschraube erscheint der Rand derselben dunkler. Die Grundsubstanz des Zellleibes, in welche dieselben eingebettet sind, erscheint vollkommen homogen.

Der Versuch, ein solches Präparat mit Nissl'scher Färbung gegenüberzufärben, ergab folgendes Bild: Axencylinder mattviolett, Markscheiden dunkelblau; Nervenzellen nebst Kernen violett, sonst wie oben.

### 2) Färbung mit Methylenblau nach Nissl's Vorschrift<sup>3)</sup> (s. Fig. 2).

Gefärbt sehr deutlich und kräftig die Kerne der Stromazellen, keine Nervenfasern. An den Nervenzellen erscheint der Kern als undeutlich mattblaugefärberter Fleck innerhalb des mattgrünlich-grauen Zellleibes. Der graue Zellleib erscheint übersät mit rundlichen, grösseren und kleineren Kugelchen, die sich metachromatisch violettblau gefärbt haben und mit den beim Carmin beschriebenen, wie Vacuolen ausscheinenden Gebilden identisch sein dürften.

### 3. Färbung mit Bordeaux-R.

Wie bei Carmin, nur erscheinen die in Rede stehenden rundlichen Zellleibssubstanzen nicht ganz weiss, sondern schwach röthlich gefärbt. Nervenfasern und Stromazellenkerne undeutlich gefärbt.

### 4. Färbung mit Hämatoxylin<sup>4)</sup>.

#### a. subjectiv (progressive Färbung) mit Delafield's Hämatoxylin.

Nervenfasern undeutlich gefärbt. Bindegewebskerne und -Fasern äusserst distinct. An den Nervenzellen erscheint der Kern dunkler als der Zellleib,

- 1) Die Spinalganglien blieben 8 Tage lang im Brütschrank in häufig gewechselter Müller'scher Flüssigkeit und wurden dann bis zur Schnittfähigkeit in Alkohol nachgebärtert.
- 2) Zu Ammoniak-Carmin wurde so lange tropfenweise Eisessig zugesetzt, bis die bordeauxrothe Flüssigkeit eine hellgelb-rothe Farbe annahm und die Reaction sich auf Lakmuspapier als neutral erwies. Dauer der Färbung 5 Minuten bis 1 Stunde.
- 3) Nissl, Ueber eine neue Untersuchungsmethode des Centralorgans speciell zur Feststellung der Localisation der Nervenzellen. Centralbl. für Nerven- und Psychiat. Juli 1894. S. 143.
- 4) Das Delafield'sche Hämatoxylin wird so stark mit Aq. dest. (!) ver- Archiv f. pathol. Anat. Bd. 152. Hft. 2.

beide von grau-violetter Farbe. Kerne diffus ohne Struktur. Zelleib wie bei Carmin von den oben beschriebenen Gebilden durchsetzt.

b. *adjectiv* (Weigert's Mitosenfärbung<sup>1)</sup>).

Axencylinder, Kerne der Stromazellen tiefschwarz-braun gefärbt; Markscheiden und Bindegewebsfasern bräunlich-grau. In den Zellen erscheinen die Kerne etwas dunkler als der Zelleib, ein dunklerer undeutlicher Fleck in ihnen lässt auf einen Nucleolus schliessen. In dem bräunlich-grauen Zelleib sind die pseudovacuolären Substanzen als gelblich-weiße Stellen sichtbar.

**E r g e b n i s s e.**

Fassen wir kurz zusammen was wir an den eben beschriebenen Präparaten gesehen haben, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

Wir finden sämtliche Zellen stark geschrumpft und von der Kapsel retrahirt, sie machen einen unregelmässig klumpigen Eindruck. Der Kern erscheint als dunkler gefärbter, verwaschener Fleck innerhalb eines ebenfalls diffusen Zelleibes, dessen Contouren stärker gefärbt erscheinen, vielleicht als Ausdruck dafür, dass an den Randpartien die Schrumpfung in erhöhtem Maasse vor sich gegangen ist. In diese homogene Grundsubstanz eingebettet liegen Gebilde, die vollkommen wie Vacuolen aussehen; an manchen Präparaten sieht eine solche Zelle aus wie ein Stück rothes, bzw. violettes Papier aus dem mit einem feinen Locheisen kleinste runde Stückchen herausgeschlagen sind. Und doch ist hier keine Unterbrechung der Continuität der Zellkörpersubstanz vorhanden, wie es nach den Carmin-, Bordeaux- und Hämatoxylin-Präparaten erscheinen möchte. Als Beweis dafür dient, dass sich diese pseudovacuolären Gebilde mit basischen Anilinfarben (Methylenblau) nach der Nissl'schen Methode färben. Es liegt ja nun natürlich die Frage sehr nahe: Sind das vielleicht dieselben Zelleibsubstanz, die sich an den mit 96 prozentigem Alkohol fixirten Präparaten als sogenannte Nissl'sche Körperchen präsentieren? Ist vielleicht ihre Anordnung

dännnt, dass die Flüssigkeit hellrosa aussieht. Hierin werden die Schnitte 6 bis 24 Stunden belassen, die Intensität der Färbung wird inzwischen öfters unter dem Mikroskop controlirt. Nach hinreichen- der Färbung wird ohne vorherige Differenzirung montirt.

<sup>1)</sup> Allg. Zeitschr. für Psychiatrie. Bd. 51. Heft 1. S. 245.

und Gestalt nur in Folge der anderen, schlechteren Fixation mit Solutio Mülleri eine etwas differente? Ich möchte es nicht wagen, diese Frage nach einer Seite hin mit Bestimmtheit zu entscheiden, ich möchte nur daran erinnern, dass schon Key und Retzius<sup>1)</sup> vor mehr als zwei Decennien eine homogene Grundsubstanz fanden, in welcher stärker lichtbrechende, runde oder ovale Körnchen (die von uns als pseudovacuoläre Gebilde beschrieben sind) eingelagert sind, die „nach gewissen Behandlungsweisen“ vornehmlich in Reihen angeordnet erscheinen.

## II. Fixation mit 96 prozentigem Alkohol.

### 1. Färbung mit basischen Anilinfarben nach Nissl's Methode.

#### a. Methylenblau (s. Fig. 3).

Stromazellen und Nervenzellen gefärbt. Kerne der Zellkapseln sehr blass.

Der Kern erscheint als runder, heller, nicht contourirter Fleck inmitten des gefärbten Zellleibes. In ihm sichtbar ein oder mehrere homogene Kernkörperchen, die von gesättigterer Farbe als die Zellleibssubstanzen sind; außerdem, nur mit stärksten Vergrösserungen sichtbar, ein äußerst mattgefärbtes und daher kaum hervortretendes, von den Nucleolen zur Peripherie ziehendes Faserwerk, in dem Einzelheiten nicht zu unterscheiden sind.

An den bestdifferenzierten, sehr dünn geschnittenen Präparaten erscheinen in dem Zellleib nur die Nissl'schen Körperchen gefärbt. Dieselben sind in den einzelnen Zellen von verschiedener Grösse und verschieden dicht angeordnet, im Grossen und Ganzen aber stets in concentrischen Reihen um den Kern herum, am dichtesten, dunkelsten und grössten an der Peripherie. In den einzelnen Zellen erscheinen sie nicht gleich stark gefärbt, von unregelmässiger Gestalt, flockig. An etwas dickeren und weniger differenzierten Schnitten ist auch der Zellleib zwischen den Nissl'schen Körperchen mattblau gefärbt.

#### b. Safranin (s. Fig. 4).

α) einfach nach Nissl'scher Vorschrift gefärbt:

Gefärbt vom Zwischengewebe nur die Kerne der Stromazellen.

An den Nervenzellen erscheint der Kern nur als lichtere, mattgefärbtere Stelle im Zellkörper, ohne scharf contourirte Kernmembran; kein Kerngerüst. In ihm deutlich und am stärksten von der ganzen Zelle gefärbt der Nucleolus.

<sup>1)</sup> Key und Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Stockholm 1876. und Flemming, Festschrift für Henle. 1882.

Im Zelleib kann man die Nissl'schen Körperchen als solche sehr deutlich erkennen, doch erscheinen sie als in einer zwischen ihnen mattrosa gefärbt hervortretenden diffusen Grundsubstanz eingebettet.

3) Nach Vorfärbung mit Methylenblau<sup>1)</sup>: Axencylinder mattlila, Zwischengewebskerne dunkelroth.

In den Nervenzellen, in denen der Kern als weisse Stelle hervortritt, erscheinen die Nucleolen dunkelroth. Um ihn herum die aus feinen Fasern bestehende Areola, von der aus ein Fasergeslecht zur Peripherie des Kernes zieht.

Die Nissl'schen Körperchen<sup>2)</sup> erscheinen sehr deutlich roth-violett. Zwischen ihnen ist der Grund des Zellleibes äusserst matt bläulich-rosa gefärbt, so dass die Körnerschollen sehr distinct hervortreten können.

c. Magentaroth.

Kerne der Stromazellen violettrot, Bindegewebe bräunlich-roth.

Der Kern erscheint als hellerer Fleck im Zellleib. Nucleolus nicht besonders dunkelviolett gefärbt, verschwommenes Kernerüst sichtbar.

Nissl'sche Körperchen violett-roth (nicht so deutlich wie bei Safranin), in einer schwach mitgefärbten Grundsubstanz eingebettet.

d. Vesuvius.

Stromazellenkerne braun, Zwischengewebe gelb.

Kern und Zellleibsgrundsubstanz diffus gelb. Nucleolus und Nissl'sche Körperchen braun.

## 2. Combination zweier basischer Farben (Methylenblau + Safranin)<sup>2).</sup>

Kerne der Stromazellen roth. Nerven und Zwischensubstanz ungefärbt.

Der Kern erscheint ohne gefärbte Membran, weiss innerhalb des Zellleibes; in ihm ein sehr undeutliches, matt rosa gefärbtes Kerngerüst. Der Nucleolus erscheint tief dunkelroth.

Die Tigroidschollen erscheinen sehr distinct blau mit einem kleinen Stich in's Röthliche, innerhalb einer schwach lila gefärbten Grundsubstanz.

<sup>1)</sup> Die Schnitte werden erst vollständig nach Nissl'scher Vorschrift behandelt und dann so lange mit concentrirter wässriger Safraninlösung gefärbt, bis eine totale Umfärbung eingetreten ist, so dass das Methylenblau gewissermaassen als Beize dient.

2) Um Missverständnissen vorzubeugen bemerke ich, dass die Ausdrücke „Nissl'sche Körperchen“, „Körnerschollen“ und „Tigroidschollen“ identische Gebilde bezeichnen sollen.

3) Gefärbt wurde mit folgender Lösung:

0,5 prozentige wässrige Methylenblau-Lösung 75,0

concentrirté wässrige Safranin-Lösung . . . 25,0

### Differenzieren nach Nissl'scher Methode.

3. Färbung mit einer basischen Farbe (Nissl) und  
Gegenfärbung mit einer sauren<sup>1)</sup>.

a. Methylenblau-Eosin.

a) Mehr Methylenblau als Eosin:

Nervenfasern auf Quer- und Längsschnitten, so wie das intracelluläre Gewebe mit Ausnahme der Kerne zart rosa.

Intracellulär erscheint das Eosin im Kern, wo es den Nucleolus in einem unregelmässig amöboid geformten Hof umgibt, von dem sich ein zartes Faserwerk, das deutlich aus circumscripten Pünktchen zu bestehen scheint, zur Kernwand, die ebenfalls mit Eosin gefärbt scharf kontourirt hervortritt, zieht, wobei es eine undeutlich mattblau gefärbte Substanz durchzieht.

Im Zellleib erscheint — zumal in den mit Eosin stärker gefärbten Zellen — die Grundsubstanz, in welcher die Nissl'schen Körperchen eingebettet sind, diffus mattrosa, so dass Struktureinzelheiten nicht zu erkennen sind.

β) Mehr Eosin als Methylenblau:

Axencylinder, Markscheiden, intercelluläres Gewebe roth. Blau die Kerne der Stromazellen, besonders schön in den rothgefärbten circumcellulären Kapseln.

Die Nervenzellen erscheinen durchweg roth mit Ausnahme der tief dunkelblauen Nucleolen. Bei näherem Zusehen findet man auch blaue Farbe im Zellleib an den Resten der partiell umgefärbten Nissl'schen Körperchen. Dieselben erscheinen daher überall zarter und feiner, schmäler und kürzer und weiter auseinander gerückt, also lockerer angeordnet. Im Kern tritt deutlich hervor der unregelmässige Hof um den Nucleolus mit seinen fädigen Fortsätzen, und die Kernwand. Auch dieser Hof scheint deutlich aus einem punctirten Fadenwerk zu bestehen, das in der Gegend des Nucleolus besonders dicht angeordnet ist. Der Zellleib selbst, also die Masse, in der die blauen Reste der Nissl'schen Körperchen eingebettet sind, scheint aus einem dichten Geflecht feinster Fäden zu bestehen, die an der Peripherie der Zelle am lockersten gefügt sind. In der näheren Umgebung des Kernes kann man einen circulären Verlauf wahrnehmen, an der Peripherie sieht man auch radiär die ersten durchkreuzenden Fasern. Dieselben sind nicht distinct gefärbt, sondern heben sich von einem matter gefärbten, zwischen ihnen liegenden Grunde ab, so dass hiernach der ganze Zellleib zwar fibrillär-streifig, aber nicht direct aus Fadenwerk bestehend erscheint.

b. Methylenblau-S-Fuchsin (s. Fig. 5).

Die zwischen den Nissl'schen Schollen gelegene Substanz des Zellleibes, so wie das Fadengerüst des Kerns erscheint deutlicher gefärbt, als in dem entsprechenden Methylenblau-Eosin-Präparat; im Uebrigen siehe dieses.

<sup>1)</sup> Man bringt die nach Nissl'scher Vorschrift gefärbten Schnitte nach der Differenzirung in Anilinölalkohol auf wenige Minuten in absoluten Alkohol, dem einige Tropfen einer concentrirten Lösung der betreffenden sauren Farbe zugesetzt sind.

## c. Methylenblau-Bordeaux-R. (s. Fig. 6).

Das Präparat zeichnet sich von dem vorigen dadurch aus, dass die Fasern differenter hervortreten, so schon in den Nervenfasern. In den Zellen selbst erscheint der Nucleolus blau, das Kerngerüst um ihn herum nur roth auf weissem Grunde, deutlich aus circumscripten Körnchen bestehend. Im Zelleib sind die Nissl'schen Körperchen roth-violett auf rothem Grunde zu erkennen. Eine feinere Unterscheidung desselben in fibrilläre und homogene Substanz ist nicht so deutlich wie im Methylenblau-Eosin-Präparat, dagegen zeigt sich deutlicher als dort die Umfärbung der Nissl'schen Schollen mit sauren Farben.

## 4. Färbung mit sauren Farben.

## a. S-Fuchsin.

a) Vorfärbung mit Methylenblau<sup>1)</sup> (s. Fig. 7).

Die Nissl'schen Körperchen dunkelroth, besonders deutlich an der Peripherie der Zellen, wo man auch am klarsten feine, radiale Fasern erblickt, die hier aufgelockert gewissermaassen herauszutreten scheinen. Im Innern der Zelle liegen diese feinen Fasern dagegen so dicht, dass der Körper der Zelle stellenweise fast homogen erscheint. Entsprechend dem zerzausten Aussehen der Faserung an der Peripherie erscheinen ganz oberflächlich getroffene Zellen wie ein lockeres verworrenes Fasergewirr. Kernwand, Kerngerüst und Nucleolen tiefroth.

β) Nur mit S-Fuchsin gefärbt<sup>2)</sup>.

Nervenfasern mattrot, die Kerne des Zwischengewebes tiefroth.

In den Zellen erscheint der Nucleolus, Kernwand und Kerngerüst sehr deutlich; im Zelleib die Nissl'schen Körperchen als solche sicher, obwohl in rother Farbe zu erkennen. Auch ist eine feine Faserung des Zellleibes kenntlich, doch treten beide Dinge bei Vorfärbung mit Methylenblau stärker hervor.

b. Bordeaux-R.<sup>3)</sup>.

Verhältnisse dieselben wie beim S-Fuchsinpräparat, nur scheint das Kerngerüst nicht einen ungefärbten Raum zu durchziehen, so dass zwischen den einzelnen Fäden Lücken sind, sondern sie erscheinen auf einem homogenen, mattrothen Grunde als dunklere Linien.

- 1) Die nach Nissl gefärbten und differenzierten Schnitte werden bis zum Eintreten der totalen Umfärbung mit concentrirter S-Fuchsin-Lösung behandelt.
- 2) Die Schnitte werden in concentrirter S-Fuchsin-Lösung 1 Minute lang erhitzt und nach der Abkühlung in Anilinölalkohol — 9 Theile 96 prozentiger Alkohol + 1 Theil Anilinöl — differenziert.
- 3) Die Färbung wurde mit stark verdünnter Bordeaux-Lösung vorgenommen. Dauer der Färbung 5 Minuten bis  $\frac{1}{2}$  Stunde.

## c. Bleu de Lyon.

Die auf verschiedene Weise versuchte Färbung misslang stets; die Zellen waren so diffus gefärbt, dass man Struktureinzelheiten nicht erkennen konnte.

## d. Indulin (s. Fig. 8).

## a) Färbung nach Nissl'scher Methode.

Axencylinder, Bindegewebskerne schwarz-grau.

Nucleolen, Kerngerüst, Kernmembran blau-schwarz, die zwischen dem Kerngerüst liegenden Lücken mattgrau.

Nissl'sche Körperchen sehr deutlich und tiefschwarz. Ausser diesen sieht man — besonders deutlich an der Peripherie der Zelle — gewissermaassen locker aus derselben heraustretend, feine geschwungene Fasern. Auch im Innern des Zelleibes sind sie zu erkennen, aber nicht so distinct, weil zwischen ihnen und den Tigroidschollen der Grund nicht ungefärbt, sondern mattgrau erscheint.

b) Chlorhydrinblau<sup>1)</sup> (s. Fig. 9).

Dasselbe Bild wie bei Indulin, nur erscheinen im Indulinpräparat die Nissl'schen Körperchen dunkler und die feine Faserung distincter als hier.

Nachdem sich nun aus den bisher besprochenen Färbungen zur Evidenz herausgestellt hat, dass sich die Tigroidschollen sowohl mit basischen, als auch mit sauren Farben färben, sollen jetzt zwei Farbgemische in Anwendung gezogen werden, das Rosin'sche Gemisch und das Ehrlich'sche Glyceringemisch. Im ersten sollen sich nach Angabe Rosin's die vermeintlich basophilen Nissl'schen Körperchen von dem Gemisch aus zwei sauren und einer basischen Farbe gerade die basische heraussuchen; und diese Behauptung soll hier nachgeprüft werden.

Färbung nach Rosin<sup>2)</sup>.

## a. Nach Rosin's Vorschrift gefärbt (s. Fig. 11).

Axencylinder violett, Markscheiden schwach grünlich, Bindegewebsfasern roth, Kerne der Stromazellen leuchtend hellgrün. In den Zellen

<sup>1)</sup> Chlorhydrinblau gehört streng genommen nicht unter die Rubrik „saure Farben“; es ist jedoch wegen seiner nahen Verwandtschaft mit dem Indulin gleich bei diesem mit angeführt worden.

Chlorhydrinblau, auch basisches Indulin genannt, gewissermaassen ein blaues Safranin, wurde von Kühne als Beize für Methylenblau-färbung von Bakterien angewandt.

<sup>2)</sup> Rosin, Eine neue Färbemethode des gesamten Nervensystems. Neurol. Centralbl. 1893. S. 802.

grüner Nucleolus, grünes Kerngerüst, rothe Kernmembran. Nissl'sche Körperchen grün auf diffusem Grunde, der grau-röthlich erscheint.

- b. Mit demselben Gemisch in der Hitze gefärbt, mit Anilin-ölkohol differenzirt (s. Fig. 12).

Nervenfasern roth, Bindegewebsfasern und Kerne der Stromazellen grün.

Nucleolen, Kerngerüst, Kernwand roth. Im Zellleib kein grüner Farbstoff. Man sieht deutlich die Nissl'schen Körperchen, ausserdem die häufig beschriebene feine Faserung, die hier sehr distinct zu Tage tritt, indem die Substanz des Zellleibes zwischen den Fasern ungefärbt geblieben ist. Die Fasern erscheinen nicht gestreckt, sondern wellig, zum Theil abgerissen, sich netzförmig durchkreuzend. In welchen Beziehungen dieselben mit den gröberen Tigroidschollen stehen, ist hier nicht zu eruiren.

Aus diesen beiden Präparaten ist wohl — wie auch die Abbildungen zeigen — ohne Weiteres ersichtlich, dass eben die „Granula“, wie Rosin (und auch viele Andere) die Nissl'schen Körperchen bezeichnet, nicht basophil sind; ich komme später noch ausführlicher auf diese Streitfrage zurück. Für jetzt steht also fest, dass die besagten Gebilde nicht als basophil, nicht als oxyphil und nicht als neutrophil zu bezeichnen sind. Daraus ergiebt sich, dass sie nothwendigerweise amphophil sein müssen. Um dies zu beweisen, wurde nun das Ehrlich'sche Glycerin-gemisch angewandt. Denn wenn die Tigroidschollen amphophil sind, dann müssen sie sich aus dem Gemisch von den drei sauren Farben mit der am wenigsten plasmophilen, mit dem kernfärbenden Indulin tingiren.

#### Ehrlich's Glyceringemisch<sup>1)</sup> (s. Fig. 10).

Nervenfasern roth, Kerne der Stromazellen wenig deutlich.

In den Nervenzellen erscheint leuchtend roth der Nucleolus; der Hof um den Nucleolus, das Kerngerüst, die Kernmembran grau. Interfilarsubstanz des Kerns ungefärbt. Hof um den Nucleolus aus grauen Fasern bestehend.

Nissl'sche Körperchen deutlich zu erkennen, aber sehr mattgrau gefärbt. Auch die feine Faserung zur Noth noch zu erkennen, aber ebenfalls sehr matt. Zwischen den Nissl'schen Körperchen und den Fasern erscheint der Zellleib diffus hellgrau gelblich gefärbt.

Resultat: Die Tigroidschollen verhalten sich amphophil.

Es kommt jetzt die Gruppe der natürlichen Farben:

Hämatoxylin, Carmin und Indigo.

<sup>1)</sup> Aurantia + Indulin + Eosin.

## 5. Hämatoxylin (Delafield).

## a. subjectiv.

## a) progressiv.

Nervenfasern, Bindegewebsfasern grauviolett, Stromazellenkerne tief-schwarz.

In den Nervenzellen erscheint der Kern weiss (ungefärbt) von einer etwas breiten, aber nicht scharfen Membran umgeben. Nucleolus schwarz. Das Kerngerüst scheint in dichten und wirren Fädchen den Kern zu um-spinnen, bezw. zu durchziehen.

Der Zellleib erscheint an seiner Peripherie wie zerzaust, indem deutlich mattblaugrau gefärbte feine Fasern aus demselben nach allen Richtungen hin wellig geschwungenen heraustreten. Sie erscheinen matter und nicht so gekörnt, wie die Fasern des Kerngerüstes. Auch im Inneren der Zelle sieht man sie sich nach allen Richtungen hin durchflechten, doch ist ihr Verlauf im Einzelnen nicht so zu erkennen, weil ausser ihnen in gleicher Farbe gefärbt — nur etwas dunkler — gewisse Körner und Schollen sichtbar sind, die man nothwendigerweise nach ihrer Anordnung und Gestalt mit den Nissl'schen indentifizieren muss. Ob die feinen Fasern Fortsätze der Schollen sind, ist nicht zu eruiren. Wegen der deutlichen Färbung der Fasern treten die Tigroidschollen lange nicht so distinct hervor, wie in den Anilinpräparaten. Zwischen Fasern und Schollen sieht man noch Theile des Zellleibes ungefärbt durchscheinen.

β) mit Differenzirung<sup>1)</sup> (s. Fig. 13).

Nervenfasern mattbräunlich. Zwischengewebskerne tief-schwarzbraun.

Kerne der Nervenzellen weiss mit einem tief-schwarzbraunen, anscheinend höckerig contourirten Nucleolus sind von einem spärlichen, dunkelkörnigen Fasernetz durchzogen. Mit stärkster Vergrösserung sieht man noch wenige andere, schwächer gefärbtere Fasern. An der Circumferenz des Kernes ein breiter, etwas verwaschener, dunklerer Contour zu erkennen.

Der Zellleib erscheint an seiner Peripherie nicht deutlich aufgefasert, aber auch nicht glatt begrenzt, sondern von der hier mattbräunlich gefärbten Grundsubstanz, in der die Schollen und Fasern eingebettet sind, in verschwommenen undeutlichen Contouren begrenzt. In dieser Grundsubstanz sieht man grössere, matte, unregelmässig begrenzte Flecken und etwas heller ein deutlich sich durchflechtendes Faserwerk, welches aber nicht so distinct erscheint, wie bei progressiver Färbung. Die Nissl'schen Körpchen sind — besonders deutlich an der Kernmembran und an der Peripherie der Zelle — nach Gestalt und Anordnung leicht als solche zu erkennen.

<sup>1)</sup> Die Schnitte werden 1—2 Minuten mit unverdünnter Delafield'scher Hämatoxylinlösung gefärbt, dann kurz in salzaurem Alkohol [Acid. hydrochl. 0,5, Alkohol (70 pCt.) 100,0] differenzirt.

γ) Combination mit basischen Farben<sup>1)</sup>.

## Magenta roth.

Zwischengewebskerne mattlila. Bindegewebe verschwommen bräunlich. Kerne der Nervenzellen als helle, undeutliche, lila gefärbte Flecke innerhalb des violetten Zellkörpers. Kerngerüst nicht zu erkennen. Nucleolus hell violett. Im Zelleib deutliche dunkelviolette Nissl'sche Körperchen in hell-violetter, nicht strukturirter, Grundsubstanz eingebettet. Farbniederschläge im Präparat.

## Chrysoidin.

Zwischengewebskerne schwarzbraun.

Der Zellkern erscheint als deutlich schwarz contourirter, heller Fleck inmitten des Zelleibes; er ist von einem deutlichen dunklen, scharfrandigen Fadenwerk durchzogen und zeigt tiefdunkle Nucleolen.

Im Zelleib erscheinen die braunvioletten, circumscripten Nissl'schen Körperchen in einer graugelblichen, nicht strukturirten Grundsubstanz eingebettet.

δ) Combination mit sauren Farben<sup>2)</sup>.

## Hämatoxylin-Eosin.

Nervenfasern, Bindegewebsfasern roth; Stromazellenkerne blauviolett.

Kerne der Nervenzellen weiss, mit einem Stich in's Lila, durchzogen von einem violetten Fadenwerk; Kernmembran deutlich sichtbar.

Der Zelleib verschiedentlich in feinen rosa Fasern, die aus feinsten Körnchen zu bestehen scheinen, aufgelöst und durchsetzt von tiefdunklen blauschwarzen Nissl'schen Körperchen. Zwischen den Fasern und den Tigroidschollen erscheint auch eine homogene Grundsubstanz diffus röthlich mitgefärbt. Am Abgange des Axencylinderfortsatzes verlaufen die rothen Fasern in denselben hinein, und zwar an seiner Peripherie, da seine Axe ungefärbt erscheint.

## Hämatoxylin-S-Fuchsin.

Axencylinder röthlich-violett. Bindegewebsfasern roth, Zwischengewebskerne dunkelviolett. Nervenzellenkerne schwachlila, mit deutlicher Membran versehen. Nucleolen rothviolett. Kerngerüst deutlich aus blauschwarzen, sehr dichten Körnchen bestehend. Nissl'sche Körperchen dunkelviolett in röthlich-lila Grundsubstanz eingelagert, die sich bei einzelnen Zellen am Rande in ein aus feinsten Körnchen bestehendes Fasernetz auflöst. Hier sieht man deutlich die grossen dunklen Nissl'schen Körperchen sich von den kleinen mattrothlichen Körnchen des Faserwerks abheben.

<sup>1)</sup> Färbung mit der basischen Farbe nach Nissl's Vorschrift, Differenziren in Anilinölalkohol, kurzes Nachfärb'en in unverdünntem Delafield'schem Hämatoxylin.

<sup>2)</sup> Progressive Färbung mit Delafield'schem Hämatoxylin, Einbringen der Schnitte in absoluten Alkohol, der mit der sauren Farbe versetzt ist, Abtupfen mit Fliespapier, Oel, Canadabalsam.

### Hämatoxylin-Bordeaux-R.

Axencylinder purpurroth, Bindegewebsfasern carminroth, Zwischen- gewebskerne lila. Kerne der Nervenzellen von violetter Membran umgrenzt; derselben sieht man in's Innere des weissen Kerns hinein kleine violette Körnchen angelagert. Nucleolus rothviolett bis purpurroth. Kerngerüst sehr dicht, aus blauvioletten Fasern bestehend, die bei verschiedener Einstellung röthlich durchscheinend sind. Diesen Fasern erscheinen feinste Granula aufgelagert. Areola nicht zu erkennen.

Der Zelleib erscheint im Inneren aus einer homogenen, sehr matt- bräunlich-rothen Grundsubstanz zu bestehen, die sich an der Peripherie und dem Eintritt des Axencylinderfortsatzes in ein aus kleinsten Körnchen bestehendes Faserwerk auflöst. In dieselbe sind sehr distinct die dunkelblau- violetten Tigroidschollen eingebettet.

#### e) Gegenfärbung mit neutralem Carmin.

##### Weniger Hämatoxylin als Carmin.

Axencylinder, Bindegewebsfasern, Stromazellenkerne blauviolett.

Nervenzellenkerne weiss, von röthlicher Membran umgeben, von röthlichem Faserwerk durchzogen, mit bläulich-rothem Nucleolus. In demselben ein dunkleres Pünktchen (Nucleololus). Um den Nucleolus ein diffuser, verwaschener, röthlicher Hof. Der Zelleib besteht aus röthlicher Grund- substanz, die im Inneren der Zelle homogen erscheint, sich aber am Rande in einzelne Fasern auflöst. In dieselbe sind blauviolette Nissl'sche Körperchen eingelagert.

##### Mehr Hämatoxylin als Carmin.

Nervenfasern roth, Stromazellenkerne blauviolett, Bindegewebskerne rothviolett. Nervenzellenkerne dunkelroth contourirt, mit rothvioletter Faser- werk und tiefblaurothem Nucleolus.

Im Zelleib blauviolette Nissl'sche Körperchen in mattröthlich-lila homogener Grundsubstanz eingebettet.

#### b. adjectiv.

##### a) Benda's neuere Eisenhämatoxylin-Methode (s. Fig. 14).

Nervenfasern und Bindegewebsfasern blaugrau. Stromazellenkerne schwarzblau.

Nervenzellenkerne ungefärbt, ohne Membran, von wenigen undeutlichen Fasern durchzogen. Nucleolus blauschwarz, undeutlich contourirt, gewissermaassen höckrig, aus dunkleren und helleren Stellen zusammengesetzt.

Die Grundsubstanz des Zelleibes ungefärbt, in schlechter differenzierten Zellen etwas mattgrau, vielleicht auch leicht faserig. In derselben deutlich sichtbar die graublauen Nissl'schen Körperchen, die — obwohl dunkler als die Grundsubstanz — etwas mattgefärbt und daher höckrig erscheinen. An den Randpartien der Zellen, wo die Nissl'schen Körperchen dichter liegen und die Grundsubstanz den durch diese Körperchen gegebenen Contour

etwas überragt, scheinen sich diese in herausragende, kurze, wellige, gebogene Fäden fortzusetzen.

Gegenfärbung mit S-Fuchsin.

Axencylinder, Bindegewebsfasern roth; Stromazellenkerne violett, mit röthlichem Oxychromatin.

Nervenzellenkerne weiss, mit nicht deutlicher Membran, Nucleolus tief-carmoisinroth, Kerngerüst mattdunkelroth.

Im Zellleib erkennt man die Nissl'schen Körperchen an ihrer Gestalt, concentrischen Anordnung und dunklerer Färbung als röthlich - violette Massen innerhalb einer deutlich fasrigen, mattpurpurrothen Grundsubstanz. An der Peripherie erscheinen sie, besonders wenn mehrere hinter einander liegen, als kurze Fäden. Sie werden überragt von einem dichtverfilztem, etwas gequollen erscheinenden, mattrothen Faserwerk, welches der Grundsubstanz des Zellinneren entspricht.

β) Weigert's Mitosenfärbung.

Nerven- und Bindegewebsfasern fast ungefärbt; Stromazellenkerne schwarzbraun.

Nervenzellenkerne weiss, ohne Contour, von wenigen körnigen, abgerissenen Fasern durchsetzt. Nucleolus mattbraunschwarz, mit centralem Nucleololus. Um den Nucleolus ein mattbräunlicher Hof.

Im Zellleib erscheinen die Nissl'schen Körperchen mattblaugrau in hellerer gelbgrauer Grundsubstanz. Am Rande und an der Eintrittsstelle des Nervenfortsatzes sieht man kleine, welliggeschwungene, abgerissene Fasern von kurzem Verlauf.

Gegenfärbung mit Methylenblau.

Nerven und Bindegewebsfasern ungefärbt. Stromazellenkerne schwarzblau.

Nervenzellenkerne ungefärbt, ohne Contour. Nucleolus höckrig, unregelmässig, mattblauschwarz, mit schwarzem Nucleololus. Um ihn herum ein grauer unregelmässiger Hof, von dem aus einige wenige höckrige Fäden zur Peripherie verlaufen. An den höckrigen Stellen dieser Fäden geben kurze, kleine Querästchen in's Innere des Kerns. In der Gegend der Kernperipherie ist das Chromatin wie ein Belag in mehreren Reihen von Körnchen angeordnet.

Im Zellleib die Nissl'schen Körperchen mattschwarzblau in einer noch lichteren grauen Grundsubstanz eingebettet. An der Peripherie und am Axencylinder sieht man mattgraue Körnchen zu radiären, etwas geschwungenen Fäden angeordnet.

Gegenfärbung mit Bordeaux-R. (s. Fig. 15).

Nerven und Bindegewebsfasern mattröthlich; Stromazellenkerne blau-schwarz. Nervenzellenkerne ohne Contour, weiss, von ziemlich dichtem, mattröthlichem Faserwerk durchzogen. Nucleolus schwarzroth.

Nissl'sche Körperchen mattblauschwarz in mattbräunlicher Grundsubstanz, die sich an der Peripherie in feine Fäden auflöst.

## 6. Alauncarmine.

Stromazellenkerne bläulich-roth.

Nervenzellenkerne leicht röthlich mitgefärbt, von rother Membran umgeben, von rothem Faserwerk durchzogen, mit dunkelrothem Nucleolus.

Im Zellleib erscheinen die bläulich-rothen Nissl'schen Körperchen in mattröthlicher diffuser Grundsubstanz eingebettet.

## 7. Indigo (s. Fig. 16).

Nerven und Bindegewebefasern grünlich-blau; Stromazellenkerne dunkelblau. In den Nervenzellen sind die Kerne mattblau von Körnchen und Fäden durchsetzt. Vom Nucleolus aus gehen einige wenige längere und gerade Fäden, im Uebrigen sind die Fäden kurz, körnig und abgerissen. An der Peripherie des Kernes, die eine deutliche dunkelblaue Membran zeigt, liegen die Körnchen dichter und zum Theil dunkler. Um den dunkelblauen Nucleolus ein hellblauer Hof, der halbmondförmig den excentrischen Nucleolus mit der Kernmembran verbindet.

Im Zellleib erscheinen die Nissl'schen Körperchen dunkelblau in einer mattblauen Grundsubstanz; an der Peripherie sieht man die dunkleren Körnchen deutlich in den Verlauf von tangential sich erstreckenden Fasern eingebettet.

## E r g e b n i s s e.

Wägen wir die verschiedenen eben angewandten Farbstoffe betreffs ihres Werthes bei der Färbung der Spinalganglienzellen gegen einander ab, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

Zur isolirten Darstellung der Nissl'schen Körperchen eignet sich vornehmlich die Färbung mit basischen Anilinfarben, und unter diesen ist es wiederum das Methylenblau<sup>1)</sup>, welches die schönsten Bilder liefert. Man muss jedoch bedenken, dass sich hierbei nur einige wenige Zellbestandtheile färben, während andere, deren Bedeutung ich keineswegs geringer anschlagen möchte, zum Theil fast, zum Theil ganz ungefärbt bleiben.

<sup>1)</sup> v. Lenhossék (Archiv. für Psych. Bd. 29. Heft 2) hält das Toluidinblau geradezu für ein Specificum für das Tigroid; dem gegenüber möchte ich bemerken, dass Toluidinblau, Thionin und Methylenblau drei vollkommen gleichwerthige, von einander nur durch ganz geringe Constitutionsänderungen unterschiedene Thiazine sind, deren tinctorielle Eigenschaften eben, dem gleichen chemischen Bau entsprechend, auch die gleichen sind. Ein Vergleich zwischen v. Lenhossék's und meinen Abbildungen dürfte übrigens nicht zu Gunsten des Toluidinblau ausfallen.

Diesem Uebelstande kann man einigermaassen abhelfen, wenn man eine saure Farbe, am zweckmässigsten wohl das kaum jemals überfärbende Bordeaux-R. zur Gegenfärbung benutzt. Besonders treten dann einige Bestandtheile des Kernes und — wenn auch nur an der Peripherie und nicht sehr distinct — die fädchenförmigen Zellleibssubstanzen zu Tage. Die Färbung mit sauren Farben allein möchte ich nicht empfehlen, da sie, ausser wenn man mit einer basischen Farbe vorgefärbt hat, keine sehr distincten Bilder ergiebt. Eine Ausnahme davon bildet das Indulin, das in jeder Beziehung Vortreffliches leistet. Die Tinctionsmethode aber, die, wo es sich um die gleichmässige Darstellung aller Struktureinzelheiten handelt, obenan steht, ist ohne allen Zweifel das Hämatoxylin<sup>1)</sup>), und zwar in der progressiven Anwendungsweise Flemming's, der mit verdünntem Delafield'schem Hämatoxylin arbeitet. Differenzirt man nach Ueberfärbung mit Hämatoxylin durch Säure, so wird das Bild etwas verschwommener, die einzelnen Gebilde sehen gewissermaassen gequollen aus, eine Erscheinung, die vielleicht auf Kosten der Säureeinwirkung zu setzen ist. Bei adjectiver Verwendung des Hämatoxylin erhält man einen ähnlichen Eindruck wie von Präparaten, die mit basischen Anilinfarben hergestellt sind, andererseits sieht man aber auch wieder einzelne Gebilde, die dort ungefärbt bleiben. Jedenfalls bietet diese Methode keine irgendwie erwähnenswerthen Vortheile. Von natürlichen Farben ist nur noch das Indigo zu nennen, da sich Carmin zwar für die Darstellung des Kernes als ganz gut, jedoch für die Struktureinzelheiten im Zellleibe als unbrauchbar erwiesen hat. Das Indigo giebt eine in jeder Beziehung brauchbare Färbung und eignet sich besonders zur Herstellung von Vergleichspräparaten mit solchen basischer Anilinfarben.

Die oben in Form von Protocollen aufgeführten Tinctionsmethoden haben uns an mit Alkohol (96 p.Ct.) fixirten Objecten folgende Aufschlüsse über die Struktur der Spinalganglienzellen gegeben.

<sup>1)</sup> Wenn sich v. Lenhossék dieser Methode bedient hätte, wäre er wahrscheinlich nicht mehr der Ansicht, dass es keine Färbemethode giebt, die sowohl der Darstellung des Tiroids als auch der Grundsubstanz mit ihren Strukturen vollkommen gerecht wird. Diese progressive Methode stellt beides in absolut einwandsfreier Weise dar.

Die Zellen im Allgemeinen sehen nicht gleichartig aus, sondern bieten schon bei oberflächlicher Betrachtung gewisse tinctorielle Unterschiede. Ich möchte zuvörderst bemerken, dass ich nur Zellen, die ungefähr in gleicher Höhe getroffen sind, mit einander in Parallele zu stellen beabsichtige, da ich gefunden habe, dass die Zellen, die etwa in der Mitte getroffen sind (bei denen man also deutlich den ebenfalls mitgetroffenen Kern mit seinen einzelnen Bestandtheilen sieht), viel dunkler und gewissermaassen anders zusammengesetzt aussehen, als solche, bei denen nur das obere, bezw. das untere Kugel- oder Zellsegment getroffen ist. Sind die letzteren doch auch — wenigstens an ihren Randpartien — in Wirklichkeit dünner als die ersten. Vergleicht man jedoch Zellen einer Art mit einander, so findet man auch hier bedeutende Differenzen. Erstens sind Zellen vorhanden, bei denen die Strukturelemente des Zellleibes als solche zarter und dünner, aber so dicht an einander gelagert sind, dass das Zellindividuum im Ganzen einen dunklen Eindruck hervorruft; es sind dies die pyknomorphen Zellen Nissl's [Chromophilie Flesch's und seiner Schülerinnen<sup>1)</sup>]. Andere Zellen wiederum haben grosse Elementar-Gebilde, doch liegen dieselben weiter auseinander, sind lockerer gefügt, so dass die Zelle zwar — wie Flemming<sup>2)</sup> es nennt — ein scheckiges, aber doch ein helleres Bild darbietet, als die erstbeschriebene Art. Nissl bezeichnet solche als apyknomorph (Chromophobie Flesch's und seiner Schülerinnen). Zwischen beiden Arten finden sich zahlreiche Uebergänge, für die auch genauere Bezeichnungen angegeben sind. Chromophile Zellen habe ich, wie ich bereits an anderer Stelle erwähnte, an meinen Spinalganglienpräparaten nie gesehen, höchstens fielen an manchen etwas eilig und in sehr starker Hitze gefärbten Präparaten an den Randpartien ziemlich dunkle, unklar gefärbte Zellen auf,

<sup>1)</sup> Flesch, Mittheilungen der Naturforschergesellschaft in Bern. 1887. S. 192. — Koneff, Helene, Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen in den peripheren Ganglien. Inaug.-Dissert. Bern 1886. — Gittis, Anna, Beiträge zur vergleichenden Histologie der peripheren Ganglien. Dissert. Bern 1887.

<sup>2)</sup> Flemming, Ueber den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugethieren u. s. w. Archiv für mikr. Anat. Bd. 46. S. 379.

ein Phänomen, das einzig und allein durch die Flächenattraction, die hier ein besonderes Haften des Farbstoffes am Rande bedingt, zu erklären ist. Ich kann also wohl sagen, dass ich chromophile Zellen im Sinne Nissl's nie gesehen habe. Von anderen Partien des Centralnervensystems besitze ich nicht hinreichend viel Präparate, um mir daraufhin ein entscheidendes Urtheil über die Chromophilie überhaupt und ihre Ursache erlauben zu können; doch vermuthe ich, dass die Fixation und die Zeit, welche zwischen dem Tod des Thieres und dieser vergeht, hierbei eine gewisse Rolle spielt. Ich will mich hier gar nicht darauf einlassen, ob der oben besprochene Unterschied im Aussehen der Zellen auf physiologischen Zellfunctionen beruht, welcher Art diese Functionen sind, und wie sie zum Ausdruck kommen; ich verweise nur auf die interessanten Arbeiten von Nissl, Mann, Hodge, Lugaro und Anderen<sup>1)</sup>.

Es erübrigt nun noch, näher auf die einzelnen Strukturmehrheiten der Spinalganglienzelle einzugehen.

### I. Zellkern.

Der Kern der Spinalganglienzellen ist central gelegen, rund, einhalb bis dreiviertel so gross wie die ganze Zelle, und durch ziemliche Armuth an Nuclein ausgezeichnet. Er besteht aus Kernmembran, Kerngerüst und Kernkörperchen.

#### a. Kernmembran.

Bei den mit basischen Anilinfarben tingirten Präparaten ist ein Contour des Kernes absolut nicht zu erkennen, man sieht nur eine ungefärbte, annähernd runde Stelle, die von den Tigrandschollen des Zellleibes begrenzt ist. Bei Gegenfärbung mit sauren Farben jedoch oder alleiniger Färbung mit diesen tritt die Kernmembran als scharfe deutliche Begrenzung hervor. Weniger

<sup>1)</sup> Ich habe mich durch die letzte Arbeit v. Lenhossék's (Archiv für Psych. Bd. 29. Heft 2) dazu veranlasst gesehen, noch einmal, wenn auch nur ganz kurz, auf diese Dinge einzugehen. Der eben genannte Verfasser hat in die von Nissl bereits so klargelegten Verhältnisse durch unrichtige Anwendung des Wortes „Chromophilie“ wieder etwas Verwirrung gebracht, so dass der der Nervenzellenforschung ferner Stehende sich absolut nicht herausfinden kann.

distinct ist das Bild bei Hämatoxylin; hier sieht man sie als breite, aber etwas verschwommene Linie den Kern umgeben.

b. Kerngerüst.

Das Kerngerüst, mit basischen Farben schlecht, mit sauren und besonders mit Hämatoxylin sehr gut darstellbar, erscheint als ein wirres Fadenwerk, dessen einzelne Fasern, aus circumscripten Körnchen zusammengesetzt, wie punktierte Linien aussehen. Bei fast allen Färbungen<sup>1)</sup> — besonders deutlich bei Methylenblau-Eosin, Methylenblau-S-Fuchsin und sauren Farben — sieht man das Kerngerüst wie einen Hof, eine Areola, um den Nucleolus, bezw. die Nucleolen angeordnet; von diesem aus gehen feinste Fäden, die zum Theil Querästchen besitzen, zur Kernwand, wo sich häufig diese feinsten Körnerfasern reihenweise concentrisch wie ein Belag angeordnet vorfinden.

Zwischen dem eben beschriebenen Kerngerüst liegt, den grössten Theil des Kernes einnehmend, eine bei der electiven Färbung ungefärbt bleibende Substanz, die sich bei Ueberfärbung — wie dies an den mangelhaft differenzierten Präparaten deutlich zu sehen ist — mit basischen, mit sauren, und mit natürlichen Farben färbt. Es handelt sich also hier nicht, wie bei den übrigen Zellen, um den Gegensatz zwischen basi- und oxychromatischem Kerngerüst, sondern wir haben hier das Kerngerüst und den Kernsaft im alten Sinne vor uns.

c. Nucleolus.

Der Nucleolus, von dem ein bis fünf in einer Zelle vorhanden sind, erscheint stets als rundlicher, sattgefärbter Fleck, der nicht homogen, sondern, als Ausdruck seiner höckrigen Beschaffenheit, mit dunkler und heller gefärbten Stellen zu Tage tritt. Ein eigenthümliches tinctorielles Verhalten weist er noch auf: bei genügend intensiver Einwirkung der Farblösung nimmt er dieselbe begierig auf, giebt sich jedoch bei Umfärbungsversuchen, wie die mit Methylenblau-Eosin und besonders die mit Methylenblau-Safranin behandelten Präparate deutlich zeigen, sehr schwer ab, er verhält sich der Umfärbung und der Ent-

<sup>1)</sup> Dass das Kerngerüst nicht, wie v. Lenhossék (Archiv für Psych. Bd. 29. Heft 2) behauptet, acidophil ist, sondern sich auch mit basischen Farben färbt, dürfte ein Blick auf meine Abbildungen beweisen.

färbung gegenüber äusserst resistent. Dieses den Sporen von Bakterien ähnliche Verhalten legt die Vermuthung nahe, dass sich hier vielleicht auch wie bei diesen eine kapselartige Substanz vorfände, die der Diffusion von Farbstoffen hindernd in den Weg tritt, doch war es — wenigstens bei den oben beschriebenen Färbemethoden — nicht möglich, diese Vermuthung zu einer Behauptung zu erheben. Merkwürdig erschien, dass bei einem Gemisch aus Methylenblau und Safranin der Nucleolus das Safranin annahm, während sich die Tigroidschollen mit Methylenblau tingirten. Es war mir nicht möglich, für diese Safranophilie irgend eine Erklärung zu finden. Es ist hier gewissermaassen das Umgekehrte wie bei den Bakterien der Fall, die, sonst mit allen basischen Anilinfarben ohne Schwierigkeit färbbar, eine deutliche Abneigung gegen Safranin zeigen.

In dem Nucleolus sieht man hin und wieder — besonders bei Hämatoxylin-Carmin und bei der Weigert'schen Färbung — einen meist central liegenden Nucleolulus.

## II. Zellleib.

Der Zellleib der Spinalganglienzelle ist rund, an seiner Peripherie nicht scharf begrenzt, besonders an oberflächlich getroffenen Zellen aufgefaser. Er besteht aus Trigroidschollen (Nissl'sche Körperchen, Körnerschollen), aus einem Fadenwerk und aus einer Grundsubstanz.

### a. Tigroidschollen.

Die Tigroidschollen liegen concentrisch um den Kern angeordnet, sind an der Zellperipherie besonders dicht gelagert und sowohl in ein und derselben, als auch in den verschiedenen Zellen von differenter Grösse und Gestalt. Sie sind nicht scharf begrenzt, haben ein flockiges Aussehen und sind nicht homogen gebaut, sondern erscheinen höckig und aus verschiedenen kleineren, unregelmässigen Substanzportionen zusammengesetzt. Ueber ihre verschiedene Gruppierung in den verschiedenen Zellarten ist schon oben gesprochen worden.

Und nun zu dem heiklen und vielumstrittenen Gebiete der tinctoriellen Eigenschaften der Tigroidschollen: Auf Grund meiner Präparate steht fest, dass sie sich mit jedem der zur Zeit für

das Nervensystem gebräuchlichen Farbstoffe färben; und da ich von jeder Gruppe von Farben mindestens einen Vertreter gewählt habe, darf ich mir wohl erlauben, diese vielleicht etwas kühn klingende Behauptung<sup>1)</sup> auszusprechen. Am klarsten treten sie zwar bei der electiven Färbung mit basischen Anilinfarben hervor, aber tingirt werden sie mit allen anderen auch. Mit sauren (besonders gut nach Vorfärbung mit Methylenblau), mit Hämatoxylin, mit Carmin und mit Indigo. Freilich werden bei diesen auch noch andere Zellleibssubstanzen mitgefärbt, aber die Nissl'schen Körperchen sind trotzdem immer leicht und deutlich als solche zu erkennen.

Wie steht es nun also mit der Behauptung Rosin's<sup>2)</sup> und und auch Benda's<sup>3)</sup>, dass die „Granula“ basophil sind. Diese Anschauung ist zwar schon von Nissl<sup>4)</sup> in so schlagender Weise widerlegt worden, dass es fast überflüssig erscheint, hierüber noch Worte zu verlieren; aber Rosin behauptet weiter, wenn die „Granula“ auch nicht gerade basophil im Sinne Ehrlich's sind, so haben sie doch wenigstens eine ganz hervorragende Vorliebe für basische Farbstoffe, eine Vorliebe, die soweit geht, dass sie sich aus dem modifizirten Biondi-Heidenhain'schen Drei-farbengemisch mit grösster Begierde sofort das basische Methylgrün heraussuchen. Nun ich denke, man braucht sich nur in meinen Abbildungen die beiden mit diesem Gemisch gefärbten Zellen (Fig. 11 und 12), bei denen in der einen die Tigroidschollen grün, in der anderen roth tingirt sind, anzusehen, um zur Genüge darüber orientirt zu sein, dass diese Gebilde — je nachdem sie behandelt werden — sich auch manchmal dazu verstehen, eine saure Farbe (in diesem Falle das S-Fuchsin) in sich aufzunehmen. Die Nissl'schen Körperchen sind, wie Nissl bereits hervorgehoben hat,

<sup>1)</sup> Es gilt dies nur für die Alkoholfixation; an späterer Stelle wird obige Behauptung etwas modifizirt werden.

<sup>2)</sup> Rosin, Eine neue Färbemethode des gesammten Nervensystems. Neurol. Centralbl. 1893. S. 802.

<sup>3)</sup> Benda, Ueber die Bedeutung der durch basische Anilinfarben darstellbaren Nervenzellstrukturen. Neurol. Centralbl. 1895. S. 763.

<sup>4)</sup> Nissl, Ueber Rosin's neue Färbemethode des gesammten Nervensystems und dessen Bemerkungen über Ganglienzellen. Neurol. Centralbl. 1894. No. 3 und 4. — S. a. Nissl, Neurol. Centralbl. 1894. S. 781 ff. und 1896. S. 101.

eben weder basophil, noch oxyphil, sondern amphophil. Dieser Amphophilie habe ich schon bei Gelegenheit der Färbung mit dem Ehrlich'schen Glyceringemisch Erwähnung gethan, ich möchte dies nur noch einmal hier ganz kurz zusammenfassen. Die Tigroidschollen zeigen gleiche Affinität zu basischen, wie zu sauren Farben und sind nicht im Ehrlich'schen Sinne neutrophil. Da sie sich nun aus dem Gemisch von drei sauren Farben (Ehrlich's Glyceringemisch) mit der gewissermaassen am wenigsten sauren, mit dem Kerne tingirenden Indulin färben, ist ihre Amphophilie damit als erwiesen zu betrachten.

Und nun noch eine Bemerkung über die mehrfach, fast in jeder Arbeit, von Nissl immer wieder ausgesprochene Behauptung, deren Absicht eine Confundirung und Parallelisirung der Nissl'schen Körperchen mit den Graulitis der Mastzellen<sup>1)</sup> zu vermeiden, vollkommen berechtigt ist, nehmlich die Behauptung, dass die Tigroidschollen oder Nissl'schen Körperchen mehr als „morphologischer Begriff“, als „Bruchstücke des gefärbten, i. e. des sichtbar geformten Theiles des Nervenzellenkörpers“ aufzufassen seien. Ich kann nun nicht einsehen, in welchem Zusammenhange die Morphologie eines Zellelementes mit der grösseren oder geringeren Affinität zu einer sauren oder basischen Farbe stehen sollte, wenn man nicht gerade annehmen will, dass — wie dies bei den Sporen nach einer Richtung hin der Fall ist — eine diese Zellelemente constituirende Substanz der Diffusion von Farbstoff besonders hinderlich, bezw. besonders günstig ist. Das würde aber dann ganz genau in gleicher Weise basischen und sauren Farbstoffen gegenüber der Fall sein, ganz abgesehen davon, dass sich bei den in Rede stehenden Objecten nichts dergleichen ergeben hat. Warum das chemische Verhalten so in den Hintergrund drängen? Die Tigroidschollen, oder sagen wir besser die diese zusammensetzenden chemischen Körper, deren Constitution uns bisher unbekannt ist, haben einen specifischen chemischen Charakter, der durch ihr Verhalten den verschiedenen Tinctionsstoffen gegenüber zu Tage tritt; denn ich könnte mir gar nicht denken, wie eine Farbe, also doch ein chemischer

<sup>1)</sup> Von den Granulis der Mastzellen unterscheiden sich die Tigroidschollen u. a. dadurch, dass sie sich nach Gram entfärben. Angewandt wurde das Gram-Kühne'sche Verfahren.

Körper, sich um die Morphologie eines Elementes, zu dem er herantritt (abgesehen von den vorher erwähnten Möglichkeiten), kümmern könnte. Weil man die chemischen Vorgänge nicht kennt, braucht man ihr Vorhandensein darum doch keineswegs in Abrede zu stellen, und ich glaube kaum, dass es, wie Nissl sich ausdrückt, als unfruchtbare „Theoretisiren“ bezeichnet werden kann, wenn man sich einen Vorgang, dessen Wesen in seinen Einzelheiten noch nicht erforscht ist, in rein naturwissenschaftlicher Weise vorstellt, anstatt eine gezwungene, unklare Erklärung zu suchen, mit der sich ein Begriff absolut nicht verbinden lässt.

Auf die von Held<sup>1)</sup> vertretene und von Flemming<sup>2)</sup> widerlegte Anschauung, dass die Nissl'schen Körperchen ein Kunstprodukt seien, will ich hier nicht länger eingehen. Denn ein Kunstprodukt, was bei Fixation mit Alkohol, Formol, Sublimat und anderen Stoffen in fast vollkommen gleicher Weise in Erscheinung tritt, ist eben wohl kaum als solches zu bezeichnen; oder wenn man es doch thun will, so muss man es jedenfalls als ein Kunstprodukt auffassen, das die weitgehendsten Schlüsse auf den Bau der lebenden Zelle zulässt. Und das letztere ist für uns vollkommen ausreichend, so lange eine Erforschung der lebenden ungeschädigten Zelle eben unmöglich ist.

#### b. Fadenwerk.

Man sieht bei allen Färbungen — mit Ausnahme der electiven vermittelst basischer Farben — bei der einen besser, bei der anderen schlechter, ein deutliches Faserwerk in der Zelle, welches am klarsten bei der progressiven Hämatoxylin-Tinction zu Tage tritt. Die Fäden erscheinen um den Kern concentrisch angeordnet, im Innern des Zellleibes zu einem sich nach allen Richtungen durchkreuzenden Filzwerk zusammengesintert, dagegen an der Peripherie in wirre, meist radiär verlaufende Fasern zerzaust. Ich glaube kaum, dass v. Lenhossék<sup>3)</sup> angesichts

<sup>1)</sup> Held, Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihre Fortsätze. Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abth. 1897. S. 204.

<sup>2)</sup> Flemming, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1897. S. 219.

<sup>3)</sup> Wenn v. Lenhossék (Archiv für Psych. Bd. 29. Heft 2) sagt, dass bei dickeren Schnitten durch Uebereinanderliegen der Körnelung der

der nach Flemming's Vorschrift angefertigten Hämatoxylin-Präparate seine Ansicht von dem nicht fibrillären Bau der Zellen aufrecht erhalten kann.

#### c. Grundsubstanz.

Die Grundsubstanz ist homogen, färbt sich mit allen Farben je nach Differenzirung und Schnittdicke, doch immerhin stets nur schwach und bleibt bei electiver Anilin- und progressiver Hämatoxylinfärbung vollkommen ungefärbt. Sie schrumpft — wahrscheinlich in Folge der Fixationsmittel — stärker als die fädchenförmige Substanz des Zellleibes, so dass die Fasern gewissermaassen über den Zellcontour herauszuragen scheinen.

### III. Fixirung mit concentrirter Sublimatlösung<sup>1)</sup>.

#### 1. Färbung mit Methylenblau (Nissl) (s. Fig. 17).

Bei dieser Färbung, die die Nissl'schen Körperchen äusserst distinct zeigt, wo sowohl das inter-, als auch das intracelluläre Gewebe ungefärbt bleibt, erscheinen die Zellen trotz der Sublimatfixation nicht zerzaust. Die Körnerschollen erscheinen weiter auseinander gerückt und daher deutlicher und entsprechend grösser, als bei der Alkoholfixation. Sie erscheinen auch nicht so homogen und compact, sondern etwas flockig und streifig und zeigen deutlich unregelmässige Fortsätze. In den mittleren Parallelkreisen des Zellleibes erscheinen sie spärlicher und kleiner, an der äusseren Circumferenz und der des Kernes dichter und grösser.

#### 2. Färbung mit basischen Farben (Methylenblau) und Gegenfärbung mit sauren (Bordeaux-R.) (s. Fig. 18).

Axencylinder, Bindegewebsfasern roth; Stromazellenkerne schwachblau.

Nucleolus tiefblauschwarz, um denselben eine dichte, hofförmige Anordnung von feinsten Kernfasern, die mit dem übrigen sehr feinen und zarten Kernfasernetz zusammenhängen.

Grundsubstanz ein fibrillärer Bau vorgetäuscht werden könne, so möchte ich ihm erwidern, dass meine Schnitte durchschnittlich 3  $\mu$  dick sind (Flemming schnitt noch dünner), also in diesem Fall sein Einwand wohl kaum stichhaltig ist.

<sup>1)</sup> Es ist wesentlich, dass man die Objecte nicht zu lange in der Sublimatlösung belässt, wie z. B. v. Lenhossék (Archiv für Psych. Bd. 29. Heft 2), der 24 Stunden lang fixirt. Solche Objecte zeigen in einzelnen Theilen eine gewisse Resistenz gegen die Färbung, wie dies in Fig. 8 der eben angeführten Arbeit deutlich zu sehen ist.

Zwischen den äusserst distincten tiefblauen Tigroidschollen sieht man ein zartes rothes Fasernetz, welches zum Theil die Peripherie der Zelle in Franzen überragt, zum Theil in den Axencylinderfortsatz palmfächerförmig eintritt. Bei oberflächlicher getroffenen Zellen, wo das Bild nur aus ganz grossen Nissl'schen Körperchen besteht (scheckig), sieht man deutlich, dass einerseits diese fleckig erscheinen, andererseits, dass ihre Fortsätze nicht in das feine rothe Faserwerk übergehen, sondern das dieses neben ihnen verläuft, dass sie gewissermaassen in unregelmässiger Anordnung zwischen die Maschen desselben eingelagert erscheinen.

### 3. Färbung mit sauren Farben (Bordeaux-R.).

Die Zellen scheinen aus einem festen, dichtverfilzten Faserwerk zu bestehen, zwischen denen man eine ungefärbte Grundsubstanz durchschimmern sieht. Tigroidschollen nicht sehr deutlich.

### 4. Färbungen mit Hämatoxylin (Delafield).

#### a. subjectiv.

##### a) progressiv (s. Fig. 19).

Nucleolen tiefviolett, nicht rund, sondern mit scheinbaren spinnenartigen Fortsätzen, die unter sich und mit denen der anderen Nucleolen zusammenhängen und in das Fadenwerk des Netzes übergehen. Dasselbe erscheint viel reichlicher als bei Alkohol. Die Nissl'schen Körperchen, mattblauviolett, bestehen aus helleren Stellen und dunklerea Körnern und haben sammt und sonders längliche Form mit einem oder zwei längeren Fortsätzen und mehreren kurzen Höckern. In der Gegend der Kernwand sind sie parallel gerichtet, nach der Peripherie zu stehen sie mehr in Linien, die den fragezeichenförmigen Speichen eines Schwungrades entsprechen. Ein feines Faserwerk ist sehr deutlich sichtbar, dessen Durchflechtung man besonders gut an der Eintrittsstelle des Axencylinderfortsatzes studiren kann.

##### b) mit Differenzirung (s. Fig. 20).

Nissl'sche Körperchen mattviolett, Fasern hellbräunlich. Beide erscheinen lange nicht so distinct wie im progressiven Präparat; besonders sind die Fasern stellenweise etwas breit, wie aus mehreren zusammengeklebt, was auf Quellung zu beziehen sein würde (Säurewirkung).

##### γ) Gegenfärbung mit Orange-G.

Das Orange ist nicht in den Kern hineingegangen; die Nissl'schen Körperchen mattviolett, etwas gequollen, auf gelblich-braunem Grunde, nicht besonders deutlich, da auch die zwischen ihnen liegende Grundsubstanz mitgefärbt ist.

#### b. adjectiv (Weigert).

Fast stets deutlicher Nucleolus. Auch hier sind die Nissl'schen Körperchen und das Fadenwerk etwas weich contourirt und verschwommen; speciell

ist das Faserwerk nicht so zart wie bei der progressiven Hämatoxylin-Färbung, jedoch immerhin deutlich sichtbar.

### 5. Brasolin.

a. subjectiv<sup>1</sup>).

Dasselbe Bild wie Hämatoxylin progressiv. Dunkelscharlachrothe Nissl'sche Körperchen, gelbes Netzwerk.

b. adjectiv<sup>2</sup>).

Nissl'sche Körperchen mattschwarzbraun. Faserwerk sehr distinct graubraun.

### 6. Orcein.

a. subjectiv<sup>3</sup>) (s. Fig. 21).

Nissl'sche Körperchen nicht sichtbar, entweder nicht gefärbt oder gequollen. Faserwerk dicht verfilzt, im Einzelnen schwer zu erkennen, da auch die Grundsubstanz schwach mitgefärbt ist.

Um jeden Nucleolus deutlich eine dunkler gefärbte, nicht ganz regelmässige Randschicht. Alles bräunlich-purpur.

b. adjectiv (s. Fig. 22).

Nissl'sche Körperchen nicht zu erkennen. Aeusserst deutliches Faserwerk. Auch hier um jeden Nucleolus eine deutliche membranartige Randzone.

### 7. Alizarin (adjectiv) (s. Fig. 23).

Nissl'sche Körperchen nicht als solche zu erkennen. Fasern undeutlich, Grundsubstanz ungefärbt.

Sehr gut dagegen das Kerngerüst erhalten. Man sieht deutlich in den Nucleolen hellere Stellen und dunklere Linien. Ueberall tritt sehr deutlich der unregelmässige amöboide Hof um den Nucleolus hervor, der sich deutlich in die Kernfasern fortsetzt.

### 8. Purpurin (adjectiv) (s. Fig. 24).

Nissl'sche Körperchen dunkelbraun mit helleren und dunkleren Stellen. Faserwerk äusserst distinct, franzenförmig die Peripherie überragend.

### 9. Indigo.

Während der Nucleolus tiefdunkelblau ist, erscheinen die Nissl'schen Körperchen so matt, dass sie nur bei genauerem Zusehen an ihrer Grösse und Anordnung zu erkennen sind. Im Uebrigen scheint die Zelle aus einem dichtverfilzten Gewebe feinster Fasern zu bestehen, die über die Peripherie des äusseren Schollenkranzes bis zur Zellkapsel reichen.

<sup>1</sup>) Progressive Färbung mit einer nach Analogie des Delafield'schen Hämatoxylyns hergestellten Lösung von Brasolin.

<sup>2</sup>) Nach Analogie der Weigert'schen Mitosenfärbung.

<sup>3</sup>) Lösung nach Analogie des Delafield'schen Hämatoxylin.

## E r g e b n i s s e.

Was zeigt uns nun die Sublimatfixation Neues?

Die Zelle im Ganzen ist lange nicht so geschrumpft wie bei Alkohol, so dass dieselbe erstens im Ganzen grösser erscheint, zweitens aber die einzelnen Strukturelemente auch weiter auseinander gerückt und daher bedeutend klarer erscheinen. Dann sind aber auch die Zellleibssubstanzen selbst als solche weniger geschrumpft und besser erhalten, so dass an ihnen noch Einzelheiten mit Leichtigkeit zu erkennen sind.

So sieht man die Tigroidschollen deutlich aus Körnern zusammengesetzt, man sieht an ihnen kurze fädige Fortsätze und höckrige Hervorragungen, kann ausserdem mit Leichtigkeit erkennen, dass sie nicht mit dem Fadenwerk des Zellleibes direct zusammenhängen, sondern gewissermaassen in unregelmässiger Anordnung zwischen die Maschen desselben eingelagert sind.

Das Kerngerüst und alle Einzelheiten des Kernes überhaupt treten bei der Sublimatfixation unendlich viel klarer und anschaulicher hervor. Die hier zuerst angewandten Farben, das Brasilin, Orcein, Alizarin und Purpurin, bedürfen noch einer kurzen gesonderten Besprechung.

Das Brasilin verhält sich genau wie das Hämatoxylin, doch möchte ich dem letzteren wegen seiner Dunkelheit und der dadurch bedingten grösseren Schärfe den Vorzug geben.

Orcein und Alizarin färben die Nissl'schen Körperchen gar nicht oder wenigstens fast gar nicht, dagegen geben sie äusserst exakte Bilder der Kernstrukturen und zeigen Dinge, die ich mit anderen Tinctionsmethoden nie gesehen habe. Erstens sieht man deutlich mit Orcein eine membranartige tiefdunkel gefärbte Randzone des Nucleolus, die unsere oben aufgestellte Vermuthung, das Kernkörperchen könnte sich wie die Bakteriensporen verhalten, könnte eine äusserre, für Farbstoffe schwer diffundirbare, membranartige Kapselsubstanz besitzen, zur Behauptung erhebt. Zweitens sieht man bei der Alizarin - Tinction deutlich eine Struktur des Nucleolus, hellere Flecken und dunkle gerüstartige Linien sind in demselben mit Deutlichkeit zu erkennen.

Das Purpurin giebt ein in jeder Hinsicht vortreffliches Bild, das dem mit der Hämatoxylin-Färbung gewonnenen sehr nahe steht.

## Anhang.

Um das Vorhandensein eines Fibrillenwerkes ganz deutlich zu zeigen, habe ich nach dem Vorgang Lugaro's<sup>1)</sup> ein Kaninchen langsam mit Arsenik vergiftet. Dasselbe erhielt steigende Dosen von Liq. cal. arsenicos. subcutan injicirt, denen es am dritten Tage erlag.

Man sieht an den Zellen ausser anderen Dingen, die für meine Zwecke jedoch belanglos sind, die Tigroidschollen an dem peripherischen Theil der Zelle verschwunden, dieselben jedoch um den Kern herum dicht zusammen gedrängt. Dort wo sie fehlen, ist ein Faserwerk mit vollster Deutlichkeit zu erkennen. Das Präparat, das der Abbildung Fig. 25 zu Grunde liegt, ist nach Nissl'scher Methode tingirt und mit Eosin gegenfärbt. Man sieht das Faserwerk äusserst distinct roth gefärbt.

## Schlussergebnisse.

Ich will nun noch einige mir besonders wichtig erscheinende Punkte der Arbeit kurz neben einander stellen.

1) Ist mehr als eine halbe Stunde zwischen dem Tod des Thieres und der Fixation des Materials vergangen, so sind aus solchen Präparaten Schlüsse auf die feinere Struktur der Zelle nur mit der allergrössten Vorsicht zu ziehen.

2) Das Sublimat fixirt bedeutend besser als der Alkohol; es bringt die Struktureinzelheiten im Zellleib und Zellkern, sowohl in normal-, als auch in pathologisch - anatomischen Präparaten besser als irgend ein anderes Fixationsmittel zum Ausdruck. Daher verdient das Sublimat auch bei der Herstellung Nissl'scher Präparate dem 96prozentigen Alkohol vorgezogen zu werden.

3) Die Tigroidschollen sind weder als basophil, noch als oxyphil zu bezeichnen; sie verhalten sich

<sup>1)</sup> Lugaro, Sulle alterazioni delle elementi nervosi negli avelenamenti per arsenico e per piombo. Rivista di patologia nervosa e mentale. V. 2, F. 2. Febr. 1897.

amphophil. Ihre Färbung ist mit Ausnahme des Orcein und Alizarin mit sämmtlichen zur Zeit für diese Zwecke gebrauchten Farbstoffen möglich.

4) Die Spinalganglienzelle zeigt einen deutlich fibrillären Bau; das Faserwerk steht mit den Tigroid-schollen nicht in directem sichtbarem Zusammenhange.

5) Der Nucleolus zeigt bei der Färbung eine den Bakteriensporen ähnliche Resistenz, die auf eine der Farbstoffdiffusion ungünstige festere äussere Schicht (Membran) schliessen lässt. Dieselbe lässt sich mit Orcein deutlich darstellen.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrath Professor Dr. C. J. Eberth meinen herzlichsten Dank auszusprechen für das überaus rege Interesse, durch das er meine Arbeit in jeder Hinsicht gefördert hat.

Zu grossem Danke bin ich auch Herrn Dr. Pappenheim verpflichtet, der mich stets in bereitwilligster und liebenswürdigster Weise durch seinen Rath unterstützt hat.

#### L i t e r a t u r.

1. Apolant, Ueber die sympathischen Ganglienzellen der Nager. Archiv für mikr. Anat. Bd. 47. S. 461.
2. Arndt, Untersuchungen über die Ganglienzellen des Nervus sympathicus. Archiv für mikr. Anat. Bd. 10. S. 208.
3. Derselbe, Untersuchungen über die Ganglienkörper der Spinalganglien. Archiv für mikr. Anat. Bd. 11. S. 140.
4. Arnold, Ueber die feineren Verhältnisse der Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frösches. Dieses Archiv. Bd. 32. 1865.
5. Derselbe, Untersuchungen über die Ganglienkörper der Spinalganglien. Dieses Archiv. Bd. 41. 1867.
6. Beale, Bioplasm. 1872.
7. Benda, Ueber die Bedeutung der durch basische Anilinfarben darstellbaren Nervenzellstrukturen. Neurol. Centralbl. 1895. No. 17.
8. Derselbe, Berliner Gesellschaft für Psychiatrie und Geisteskrankheiten. Sitzung vom 8. Juli 1895. Neurol. Centralbl. 1895. No. 17.
9. Mc. Clure, On the presence of Centrosomes and attraction spheres in the Ganglion cells of *Helix pomatia*. With remarks on the structure of the cell body. The Princeton College Bulletin. Vol. 8. Mai 1896.
10. Courvoisier, Beobachtungen über den sympathischen Grenzstrang. Archiv für mikr. Anat. Bd. 3. S. 96.

11. Courvoisier, Ueber die Zellen der Spinalganglien, sowie des Sympathicus beim Frosch. Archiv für mikr. Anat. Bd. 4.
12. Daane, Zur Kenntniß der Spinalganglienzellen beim Säugethier. Archiv für mikr. Anat. Bd. 31. S. 223.
13. Dahlgren, The gigant ganglions cells in the spinal cord of the order Heterosomata.
14. Demoer, Structure intime du système nerveux. Bullet. publ. par la soc. roy. des sciences méd. et nat. Bruxelles, 4 mai 1896.
15. Dogiel, Der Bau der Spinalganglien bei den Säugethieren. Anat. Anzeiger. Bd. 12. No. 6. 20. Juni 1896.
16. Flemming, Vom Bau der Spinalganglienzellen. Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für J. Henle von seinen Schülern. 1882. S. 12.
17. Derselbe, Ueber die Struktur der Spinalganglienzellen. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der 9. Versammlung in Basel vom 17.—20. April 1895. S. 19.
18. Derselbe, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 5. S. 273—279. Abschnitt C. Nervenzelle. 1895.
19. Derselbe, Ueber den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugethieren und Bemerkungen über den der centralen Zellen. Archiv für mikr. Anat. Bd. 46. S. 379. 1896.
20. Derselbe, Die Struktur der Spinalganglienzellen der Säugethiere. Archiv für Psychiatrie. Bd. 29. Heft 3. 1897.
21. Flesch, Mittheilungen der Naturforschergesellschaft in Bern. 1887.
22. Fraentzel, Beitrag zur Kenntniß von der Struktur der spinalen und sympathischen Ganglienzellen. Dieses Archiv. Bd. 38.
23. Freud, Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Wiener akad. Sitzungsberichte. 1878. Bd. 78.
24. Frey, Handbuch der Histologie und Histochemie. 4. Aufl. 1873. S. 321. Fig. 302.
25. Frommann, Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. Theil 2. Jena 1867.
26. van Gehuchten, L'anatomie fine de la cellule nerveuse. Rapport présenté au 12 Congrès international de méd. Moscou, août 1897.
27. Gittis, Beiträge zur vergleichenden Histologie der peripheren Ganglien. Dissert. 1887.
28. Goldscheider und Flatau, Beiträge zur Pathologie der Nervenzelle. Fortschr. der Med. 1897. No. 7 und 8.
29. Dieselben, Weitere Beiträge zur Pathologie der Nervenzellen. Fortschr. der Med. 1897. No. 16.
30. Dieselben, Weitere Beiträge zur Pathologie der Nervenzellen. Fortschr. der Med. 1898. No. 4 und 6. und Normale und pathologische Anatomie der Nervenzellen auf Grund der neueren Forschungen. Berlin 1898.

31. Held, Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihre Fortsätze. Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abth. 1897. S. 204.
32. Henle, Handbuch der Nervenlehre. Braunschweig 1871.
33. Hodge, Centralbl. für Phys. Bd. 3. 1889. Bd. 5. 1891.
34. Derselbe, The process of recovery from the fatigue occasioned by the electrical stimulation of the spinal ganglion. Americ. Journ. of Physiol. 1891. Vol. III. No. 4.
35. Derselbe, A microscopical study of changes due to functional activity of nerve cells. Journ. of Morphologie. Vol. III. No. 2.
36. Derselbe, Die Nervenzelle bei der Geburt und beim Tod an Altersschwäche. Anat. Anzeiger. Bd. 9. No. 23.
37. Jolly, Ueber die Ganglienzellen des Rückenmarks. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. 1867.
38. Key und Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Zweite Hälfte. I. Abth. Stockholm 1876.
39. Klein, Observations on the structure of cells and nuclei. Quart. journ. of micr. science. 1879. V. 19.
40. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre.
41. Koneff, Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen in den peripheren Ganglien. Inaug.-Dissert. Bern 1886.
42. Kronthal, Berliner Gesellschaft für Psychiatrie und Geisteskrankheiten. Sitzung vom 8. Juli 1895. Neurol. Centralbl. 1895. No. 17.
43. v. Lenhossék, Der feinere Bau des Nervensystems. 1895. Abschn. 5 b.
44. Derselbe, Ueber den Bau der Spinalganglienzellen des Menschen. Archiv für Psychiatr. Bd. 29. Heft 2. 1897.
45. Levi, Su alcune particolarità di struttura del nucleo della cellula nervosa. Rivista di patologia nervosa e mentale. Vol. 1. Aprile 1896.
46. Derselbe, Richerche citologiche comparate sulla cellula nervosa di vertebrati. Rivista di patologia nervosa e mentale. 1897.
47. Lugaro, Sulle modificazioni delle cellule nervose sui diversi stati funzionali. Lo sperimentale. Ann. 49. Sez. Biol. F. 11. 1895.
48. Derselbe, Nuovi dati e nuovi problemi nella patologia della cellula nervosa. Rivista di patol. nervosa e mentale. Vol. 1. F. 8. Agosto 1896.
49. Derselbe, Sul valore rispettivo della parte chromatica e delle achromatica nel citoplasma delle cellule nervose. Rivista di patol. nervosa e mentale. Vol. 1. F. 1. Generario 1896.
50. Derselbe, Sulle alterazioni delle cellule nervose dei gangli spinali in seguito al taglio della branca periferica o centrale del loro prolungamento. Rivista di patol. nervosa e mentale. Vol. 1. F. 12. Dic. 1896.
51. Derselbe, Sulle alterazioni degli elementi nervosi negli avvelenamenti per arsenico e per piombo. Ebendaselbst. Vol. 2. F. 2. Febbr. 1897.
52. Derselbe, Alterazioni delle cellule nervose nella peste bubonica sperimentale. Ebendaselbst. Vol. 2. F. 6. Giugno 1897.

53. Mann, Ueber die Behandlung der Nervenzellen für experimentelle histologische Untersuchungen. *Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk.* Bd. 11. 1894.
54. Derselbe, *Histological changes induced in sympathetic, motor and sensory nerve cells by functional activity.* *Scotish Microscop. Society.* 18 May 1894.
55. Marinesco, *Des polynévrites en rapport avec les lésions secondaires et les lésions primitives des cellules nerveuses.* *Revue neurol.* No. 5. 15 mars 1896.
56. Derselbe, *Pathologie générale de la cellule nerveuse. Lésions secondaires et primitives.* *Presse médicale;* 27 janvier 1897.
57. Derselbe, *Recherches sur l'histologie de la cellule nerveuse etc.* *Comptes rendus.* 12 avril 1897.
58. Derselbe, *Pathologie de la cellule nerveuse. Rapport présenté au congrès international de médecine tenu à Moscou du 19—26 août 1897.*
59. Mayer, Siegmund, *Das sympathische Nervensystem.* *Stricker's Handbuch der Gewebelehre.* S. 814.
60. Monakow, *Allgemeine pathologische Anatomie des Gehirns. Ergebnisse der speciellen pathologischen Morphologie und Physiologie des Menschen und der Thiere (Lubarsch und Ostertag).* 1896. S. 563—566.
61. Montgomery, *Studies on the elements of the central nervous system of the Heteronemertini.* *Journ. of Morphol.* V. 13. No. 3. Boston 1897.
62. Nissl, *Ueber die Veränderungen der Ganglienzellen am Facialiskern des Kaninchens nach Aussreissung der Nerven.* 22. Versammlung des südwestdeutschen psychiatrischen Vereins in Karlsruhe den 8. und 9. Nov. 1890. *Allgem. Zeitschr. für Psych.* Bd. 48. Heft 1 und 2. S. 197.
63. Derselbe, *Mittheilungen zur Anatomie der Nervenzellen.* Jahressitzung des Vereins der deutschen Irrenärzte zu Frankfurt a. M. am 25. und 26. Mai 1893. *Allgem. Zeitschr. für Psych.* Bd. 50. Heft 1 und 2. S. 570.
64. Derselbe, *Ueber Rosin's neue Färbemethode des gesammten Nervensystems und dessen Bemerkungen über Ganglienzellen.* *Neurol. Centralblatt.* 1894. No. 3 und 4.
65. Derselbe, *Ueber eine neue Untersuchungsmethode des Centralorgans speciell zur Feststellung der Localisation der Nervenzellen.* *Centralbl. für Nervenheilk. und Psych.* Juli 1894. S. 337.
66. Derselbe, *Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen.* *Neurol. Centralbl.* 1894. No. 19—22.
67. Derselbe, *Der gegenwärtige Stand der Nervenzellenanatomie und -pathologie.* *Centralbl. für Nervenheilk. und Psych.* Januar 1895. S. 1.
68. Derselbe, *Ueber die Nomenclatur in der Nervenzellenanatomie und ihre nächsten Ziele.* *Neurol. Centralbl.* 1895. No. 2 und 3.
69. Derselbe, *Kritische Fragen der Nervenzellenanatomie.* *Neurol. Centralbl.* 1896. No. 3 und 4.

70. Nissl, Die Beziehungen der Nervenzellensubstanzen zu den thätigen, ruhenden und ermüdeten Zuständen. 27. Versammlung des süd-westdeutschen psychiatr. Vereins zu Karlsruhe am 9. und 10. Nov. 1895. Allgem. Zeitschr. für Psych. Bd. 50. Heft 6. S. 1147.
71. Derselbe, Die Hypothese der specifischen Nervenzellenfunctionen. Zeitschr. für Psych. Bd. 54.
72. Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane im gesunden und kranken Zustande. 1896.
73. Pecqueur, Kritische Bemerkungen über die Bedeutung der Kunstdarstellungen bei der Beurtheilung entzündlicher und atrophischer Prozesse. Neurol. Centralbl. 1886, S. 398.
74. Pflücke, Zur Kenntniss des feineren Baues der Nervenzellen bei Wirbellosen. Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 40. 1895.
75. Pflüger, Die Speicheldrüsen. Stricker's Handbuch der Gewebelehre. S. 322. Fig. 92.
76. Ranzier, Traité technique d'histologie. 5 Fasc. 1878.
77. Derselbe, Sur les ganglions cérébro-spinaux. Comptes rendus de l'Academie des sciences. 1882.
78. Rawitz, Ueber den Bau der Spinalganglien. Archiv für mikr. Anat. Bd. 18. S. 283. Bd. 21. S. 244.
79. Retzius, Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien. Archiv für Anat. und Physiol. 1880. Anat. Abth.
80. Rohde, Ganglienzellen und Neuroglia. Archiv für mikr. Anat. Bd. 47. 1896.
81. Rosin, Ueber eine neue Färbemethode des gesammten Nervensystems. Neurol. Centralbl. 1893. S. 802.
82. Derselbe, Berliner Gesellschaft für Psychiatrie und Geisteskrankheiten. Sitzung vom 8. Juli 1895. Neurol. Centralbl. 1895. No. 17.
83. Sander, Die Spiralfaser im Sympathicus des Frosches. Archiv für Anat. und Physiol. 1866. S. 398.
84. Schramm, Neue Untersuchungen über den Bau der Spinalganglien. Würzburg 1864.
85. Schultze, Ueber die Strukturelemente des Nervensystems. Stricker's Handbuch der Gewebelehre. S. 125. 1871.
86. Schwalbe, Ueber den Bau der Spinalganglien nebst Bemerkungen über die sympathischen Ganglien. Archiv für mikr. Anat. Bd. 4. S. 45.
87. Simon, Recherches sur la cellule des ganglions sympathiques des hirudinées. Journ. internat. d'anat. et de la physiol. 1896. T. 13. F. 8.
88. Solger, Struktur von Nervenzellen. Medicinischer Verein Greifswald, Sitzung 1. Mai 1897.
89. Stiénon, Recherches sur la structure des ganglions spinaux chez les vertébrés supérieurs. Annales de l'université de Bruxelles. 1880.
90. Stilling, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. 1859.
91. Vas, Studien über den Bau des Chromatins in der sympathischen Ganglienzelle. Archiv für mikr. Anat. Bd. 40. S. 375.

92. Wagner, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Struktur der Ganglien. Leipzig 1847.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel IV und V.

Vergrösserung 1:800. Sämmliche Figuren stellen Spinalganglienzellen des Kaninchens dar.

- Fig. 1. Fixation mit Müller'scher Flüssigkeit. Färbung mit neutralem Carmin.
- Fig. 2. - - - - - Methyleneblau (Nissl).
- Fig. 3. - - 96 proc. Alkohol. Färbung mit Methylenblau (Nissl).
- Fig. 4. - - - - - Safranin.
- Fig. 5. - - - - - Methylenblau-S-Fuchsin.
- Fig. 6. - - - - - Methylenblau - Bordeaux. Beginnende Umfärbung des Tiroids.
- Fig. 7. - - - - - S-Fuchsin.
- Fig. 8. - - - - - Indulin.
- Fig. 9. - - - - - Chlorhydrinblau.
- Fig. 10. - - - - - dem Ehrlich'schen Glyceringemisch.
- Fig. 11. - - - - - nach Rosin. Nissl'sche Körperchen grün.
- Fig. 12. - - - - - Rosin. Nissl'sche Körperchen roth.
- Fig. 13. - - - - - mit Hämatoxylin (Delafield). Die Zelle ist oberflächlich getroffen.
- Fig. 14. - - - - - Benda's Eisenhämatoxylin-Methode.
- Fig. 15. - - - - - Weigert's Mitosenfärbung und Gegefärbung mit Bordeaux-R.
- Fig. 16. - - - - - Färbung mit Indigo.
- Fig. 17. - - Sublimat. Färbung mit Methylenblau (Nissl).
- Fig. 18. - - - - - Methylenblau-S-Fuchsin.
- Fig. 19. - - - - - Hämatoxylin (Delafield), progressiv.
- Fig. 20. - - - - - Hämatoxylin (Delafield) mit Differenzirung.
- Fig. 21. - - - - - Orcein (subjectiv).
- Fig. 22. - - - - - Orcein (adjectiv).
- Fig. 23. - - - - - Alizarin (adjectiv).
- Fig. 24. - - - - - Purpurin (adjectiv).
- Fig. 25. - - - - - Methylenblau - Eosin. Diese Zelle stammt von einem mit Arsenik vergifteten Thiere (s. S. 330).