

V.

WEITERES ZUR FRAGE VON DEN FREIEN NERVEN- ENDIGUNGEN UND ANDEREN STRUCTURVERHÄLTNISSEN IN DEN SPINALGANGLIEN.

Tafel XIII—XV.

Bekanntlich hat EHRlich schon im J. 1886 in seiner berühmten Mittheilung »Ueber die Methylenblau-reaction der lebenden Nervensubstanz«¹⁾ in den Spinalganglien des Frosches Nervenfasern angetroffen, welche an der Oberfläche der Ganglienzellen endigen, und sein Schüler ARONSON²⁾ konnte noch in demselben Jahre diesen Befund beim Kaninchen bestätigen. Einige Jahre nachher (1890) fand CAJAL³⁾ mittelst der Golgimethode in den Spinalganglien der Ratte verästelte, feine, wahrscheinlich aus dem Sympathicus stammende Nervenfasern, die sich zu den Nervenzellen begeben und sie mit feinen Endplexus umspinnen.

Nachdem ich lange, und zwar sowohl mit der Ehrlich'schen, als mit der Golgi'schen Methode, vergebens nach Präparaten gesucht hatte, welche mich von der Existenz solcher in den Spinalganglien frei endigenden Fasern sicher überzeugen konnten, gelang es mir endlich bei einem Kaninchenfoetus, Fasern zu finden, welche bis in den peripherischen Zweig des Ganglions und sogar eine Strecke in die hintere Wurzel hinein verfolgt werden konnten und die sich zwischen den Ganglienzellen wiederholt verästelten und sogar Endverästelungen darzubieten schienen⁴⁾. Dagegen waren in meinen Präparaten keine die Ganglienzellen korb- oder geflechtartig umspinnenden und an ihnen endigenden Fasern nachzuweisen.

In einer Reihe von Abhandlungen über die Spinalganglien der Säugethiere (Kaninchen, Katze, Mensch etc.) legte DOGIEL⁵⁾ seine in mehreren Hinsichten neuen, mittelst der Methylenblaumethode gewonnenen Befunde dar, von denen als die wichtigsten hervorzuheben sind, dass er nicht nur das Vorhandensein der perizellulären Nervengeflechte von ARONSON und CAJAL und die schon von EHRlich erwähnten freien zellulären Endigungen der Nervenfasern in schönster Weise bestätigte, sondern auch unter den perizellulären Geflechten zwei Arten unterschied, nämlich eine Art von pericapsulären Geflechtem markhaltiger Fasern und eine Art von perizellulären (subcapsulären), sich wiederholt verzweigenden, varicösen und frei endigenden Plexus feinsten markloser Nervenfasern. V. A. aber

¹⁾ P. EHRlich, *Ueber die Methylenblau-reaction der lebenden Nervensubstanz*. Deutsche Med. Wochenschrift, Nr. 4, 1886.

²⁾ HANS ARONSON, *Beiträge zur Kenntniss der centralen und peripheren Nervenendigungen*. Inaugural-Dissertation, Berlin, 1886.

³⁾ S. RAMÓN y CAJAL, *Sobre la existencia de terminaciones nerviosas pericelulares en los ganglios nerviosos raquidianos*. Pequeñas comunicaciones anatomicas. Dic. 1890, Barcelona.

⁴⁾ GUSTAF RETZIUS, *Zur Frage von den freien Nervenendigungen in den Spinalganglien*. Biolog. Unters., N. F., Band VI, 8, II., S. 59, 1894.

⁵⁾ A. S. DOGIEL, *Der Bau der Spinalganglien bei den Säugethieren*. Anat. Anzeiger, Bd. XII, 6, 1896. — *Zur Frage über den feineren Bau der Spinalganglien und deren Zellen bei Säugethieren*. Intern. Monatschr. f. Anat. u. Phys., Bd. XIV, H. 475, 1897. — *Zur Frage über den Bau der Spinalganglien beim Menschen und bei den Säugethieren*. Ebenda, Bd. XV, H. 12, 1898.

beschrieb DOGIEL in den Spinalganglien mehrere Arten von Nervenzellen, nämlich, ausser den gewöhnlichen grossen unipolaren, mit dem von mir und KEY (1875) zuerst beschriebenen und dann von mir (1880) genauer dargestellten knäuelartigen Anfang des Axencylinders versehenen Zellen und den ebenfalls von uns zuerst (1875) entdeckten und von mir (1880) genauer beschriebenen kleinen Nervenzellen mit geradem Ausläufer sowie den von DISSE, SPIRLAS u. A. gefundenen multipolaren Zellen, noch eine vierte Art: unipolare Nervenzellen mit *kurzem* Ausläufer, der sich schon innerhalb des Ganglions wiederholt verzweigt und dort endigt, welche Zellenart jedoch nur sehr sparsam vorkommen soll; schliesslich sah er auch die Blutgefässe begleitende Nervenfasern und sich an den Ranvier'schen Einschnürungen verästelnde Seitenzweige der Ausläufer der unipolaren Zellen und anderer markhaltiger Nervenfasern.

CAJAL, welcher nach seinem oben angeführten Aufsatz über die Spinalganglien diese Fragen zu wiederholten Malen, in den Jahren 1894, 1897 und 1898, behandelt hat, bestätigte das Vorhandensein der zwei von DOGIEL unterschiedenen Arten von perizellulären Geflechten, fügte aber, zusammen mit seinem Schüler OLÓRIZ, noch eine neue Art hinzu, nämlich die *periglomeruläre*, bei welcher feine Nervenfasern das knäuelartige Anfangsstück des Ausläufers der unipolaren Zellen spiralg oder geflechtartig umspinnen. Was aber die verschiedenen Arten von Zellen betrifft, konnte er bei seinen eingehenden Untersuchungen nicht die von DOGIEL beschriebene neue Art, die Zellen mit kurzem, sich innerhalb des Ganglions wiederholt verästelndem und dort frei endigendem Ausläufer, constatiren: »A pesar de las numerosas tentativas de coloración realizadas recientemente por nosotros y Olóriz mediante el método de Ehrlich, nos ha sido imposible sorprender estos interesantes corpúsculos de Dogiel. Tampoco el método de Golgi los impregna jamás ni en aves ni en mamíferos. Así es que nos inclinamos á pensar que tales células, si es que Dogiel ne ha sufrido algún error, tomando por fibras ramificadas nacidas en células especiales tubos de naturaleza simpática, son extraordinariamente raras, faltando quizá en muchos ganglios»²⁾. Ueber die DOGIEL'schen Seitenäste der Ausläufer der Nervenzellen und der anderen Markfasern finde ich in CAJAL's Arbeiten keine Angaben, wohl aber über die schon früher von ihm erwähnten verästelten und frei endigenden (sympathischen) Nervenfasern.

Die übrigen Forscher, welche in späterer Zeit den Bau der Spinalganglien der Wirbelthiere behandelt haben, erwähnen diese perizellulären Geflechte und im Ganzen die in diesen Ganglien zwischen den Zellen frei endigenden Fasern entweder nicht, oder nur referirend, offenbar weil sie dieselben nicht selbst bestätigen konnten.

Da ich auch selbst früher die perizellulären Geflechte nie sicher zu constatiren vermochte, sondern nur gelegentlich interstitielle, frei endigende Nervenfasern finden konnte, so sehe ich es als angemessen an, hier die Frage noch einmal zu berühren. In den beiden letzten Jahren ist es mir nämlich in den Spinalganglien von erwachsenen Katzen und Kaninchen oft und in schönster Weise gelungen, nicht nur die letzt genannte Faserart zu finden, sondern auch die perizellulären Geflechte zu sehen, und zwar sowohl mittelst der Ehrlich'schen, wie der Golgi'schen Methode.

Auf den Tafeln XIII—XV habe ich hier eine Auswahl von den bei stärkster Vergrösserung gemachten Abbildungen dieser Verhältnisse zusammengestellt, welche Figuren nicht unwillkommen sein dürften, da die früheren Abbildungen dieser Structuren grösstentheils in kleinerem Massstabe wiedergegeben sind, und im Ganzen recht wenige Figuren davon vorliegen.

Ich werde hier mit den *Ergebnissen der Golgi'schen Methode* anfangen, weil diese Methode in gut gelungenen Präparaten die schärfsten und auch durabelsten, also wiederholt kontrollirbaren Bilder giebt.

Erstens kann ich mit CAJAL das Vorhandensein der zwei von DOGIEL unterschiedenen Arten von umspinnenden Fasern bestätigen, nämlich die markhaltigen, sog. pericapsulären Geflechte, welche wie ein Fadenknäuel aussehen. In der Fig. 5 der Taf. XIV ist die obere Fläche einer Ganglienzelle dargestellt, welche von einem solchen Fasergeflecht umspinnen ist. Die nach unten gewandte Fläche der Nervenzelle mit ihren Fasertouren ist in der Fig. nicht wiedergegeben, damit das Bild nicht zu verwickelt werden möge. Man kann gewöhnlich den Nervenfasern lange Strecken, in vielen Windungen, verfolgen, ohne Theilungen desselben zu finden; und merkwürdiger Weise kann man in der Regel kein wirkliches Ende an ihm bemerken; man sieht ihn auch nicht von der Zelle abgehen; in allen solchen Zellen ist also die Endigung des Nervenfadens verborgen geblieben; es kommen aber auch Zellen vor, wo man nach innen von dem äusseren Fadenknäuel ein feineres Fasergeflecht wahrnimmt, welches sich verästelt und mit freien varicösen Enden an der Zellenoberfläche endigt. Under den Figuren,

¹⁾ S. RAMÓN CAJAL y F. OLÓRIZ, *Los ganglios sensitivos craneales de los mamíferos*. Revista trimestral micrografica publ. p. S. RAMÓN CAJAL, Vol. II, Fasc. 3 y 4, Sept. y Dic. 1897.

²⁾ S. RAMÓN CAJAL, *El sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*, 2 Fasc., 1898.

welche nach Methylenblaupräparaten gezeichnet sind, kommen solche Bilder vor (Taf. XIII, Fig. 2 u. 5), obwohl diese beiden Zellen, da die Markfaser nur sehr wenig Windungen hat, zu den am einfachsten gestalteten dieser Gattung gehören. In anderen Fällen habe ich zahlreiche solche Windungen vor dem Uebergang in die markfreie Faser gesehen. In wieder anderen Fällen lässt sich die Nervenfasern neben dem Nervenzellenfortsatz, gewunden und oft spiralg verlaufend, bis zum Zellenkörper verfolgen, an dem sie sich dann windet und hier und da, aber nur sparsam, dichotomisch theilt (Taf. XIII, Fig. 4). In noch anderen Fällen sind die dichotomischen Verzweigungen zahlreicher (Taf. XIII, Fig. 1), ohne dass sich in den Präparaten die eigentlichen Endigungen, die aller Wahrscheinlichkeit nach innen von dem äusseren Fasergeflecht belegen sind, wahrnehmen lassen.

Endlich kommt eine Reihe von Bildern vor, welche die zweite Art von umspinnenden Fasern darstellen, die den von EHRLICH-ARONSON und CAJAL schon längst beschriebenen entsprechen. Es sind dies die an der Zelloberfläche verästelten und varicös endigenden Fasern. In den Fig. 1, 2 und 3 der Taf. XIII sind solche Fälle abgebildet. Es sind dies die echt perizellulären Fasergeflechte, während die erste Art von DOGIEL als pericapsulär bezeichnet worden ist, obwohl es sich in diesen Präparaten gewöhnlich als unmöglich erweist, die pericapsuläre Lage der Faser zu constatiren; von CAJAL ist diese pericapsuläre Art umspinnender Fasern, dem Entdecker derselben, DOGIEL, zu Ehre, das *Dogiel'sche Geflecht* benannt worden.

Was nun die dritte Art umspinnender Fasern, die von CAJAL entdeckten *periglomerulären*, betrifft, so habe ich zwar in den Golgipräparaten keine solchen gesehen, dagegen in den Methylenblaupräparaten nicht selten Beispiele von ihnen angetroffen.

In den *Golgipräparaten* habe ich nun von den von mir früher beschriebenen, zwischen den Ganglienzellen frei endigenden, verästelten Nervenfasern auch eine Reihe neuer Bilder erhalten, von denen ich hier einige in Abbildungen wiedergebe. Wie DOGIEL hervorgehoben hat, kommen in den Methylenblaupräparaten die interstitiellen Nervenfasergeflechte v. A. in der Nähe der Oberfläche des Ganglions vor, und dieses scheint auch in den Golgipräparaten der Fall zu sein. In der Fig. 1 der Taf. XIV habe ich von einem Verticalschnitt der Oberflächenpartie eines Ganglions vier unter der Perineuralhülle (*o*) belegene Ganglienzellen (*a, b, c, d*) wiedergegeben, zwischen denen eine Anzahl feine, in dem interstitiellen Gewebe verlaufende Nervenfasern in scharf gefärbtem Zustande hervortreten; von diesen Fasern treten einzelne an die Nervenzellen heran, um an ihrer Oberfläche zu endigen; andere verästeln sich dichotomisch im interstitiellen Gewebe selbst und endigen in ihm, während wieder andere ihren Verlauf weiter fortsetzen. Unter diesen feinen Fasern sind keine Gefässnervenverästelungen und jedenfalls auch keine Axencylinderfortsätze der grossen unipolaren Ganglienzellen wahrzunehmen.

Es kommen aber, wie DOGIEL erwähnt hat, unter diesen interstitiellen Nervenfasern hier und da echte Blutgefässnerven vor, welche sich in bekannter Weise verästeln und endigen. Aber auch andere interstitielle Nervenendigungen, welche von einem recht grossen Interesse sind, lassen sich stellenweise demonstrieren. Auf der Taf. XIV habe ich in den Fig. 2 und 3 einige solche Endigungen wiedergegeben. In der Fig. 2 sind neben der Ganglienzelle (*a*) drei dicke Markfasern (*b*) abgebildet, neben denen eine sehr feine Nervenfasern (*nf*) läuft, welche sich theilt und den einen Ast an die mittlere Markfaser sendet, an welcher er mit fünf varicösen Plättchen endigt. In der Fig. 3 sieht man auch eine zwischen drei Ganglienzellen (*a, b, c*) verlaufende Markfaser (*m*), welche von einem verästelten und frei endigenden Nervenfasern (*nf*) begleitet ist, und von oben her kommt noch ein solches Nervenfasern (*nf*¹), welches in dem interstitiellen Gewebe mit einer schönen Endverzweigung endigt.

Durch die *Methylenblaupräparate* werden auch diese Strukturen in prägnanter Weise dargestellt. Bei der Katze und beim Kaninchen lassen sich in der That solche Präparate unschwer hervorrufen, falls man nur gute Cautelen und die richtige Zeit anwendet. Ich habe nunmehr auch massenhaft Ganglienzellen mit umspinnenden Fasern gesehen. Am schönsten zeigen sich dieselben zwar in unfixirtem Zustande, doch sind sie leider sehr vergänglich; mit pikrinsaurem Ammoniak lassen sie sich jedoch oft auf Wochen oder länger fixiren und zuweilen durch die Bethe'sche Methode in Canadabalsam überführen. Gewöhnlich färben sich in den Präparaten nur vereinzelte Zellen mit umspinnenden Fasern; zuweilen bekommt man aber auch ganze, zusammenliegende Gruppen von ihnen gefärbt. Eigenthümlicher Weise färben sich die umspinnenden Fasern und der Axencylinderfortsatz derselben Zellen fast nie gleichzeitig, obwohl man in demselben Präparat oft Gruppen von Zellen mit der schönsten Blaufärbung der glomerulusartig verlaufenden Axencylinderfortsätze und an anderen Stellen Gruppen von Zellen mit den umspinnenden Fasern gefärbt findet.

Was nun diese Fasern betrifft, so geben die Methylenblaupräparate eine schöne Bestätigung der Beschreibungen von DOGIEL und CAJAL. An manchen Zellen erkennt man die *Dogiel'schen Geflechte* dickerer Mark-

fasern, an anderen Zellen die *Aronson-Cajal'schen Geflechte* feinsten, varicöser Nervenfäserchen, welche sich hier und da dichotomisch verzweigen und mit Endknöpfchen endigen oder auch zuweilen in ähnlicher Weise endigende Seitenäste abgeben. Da die Dogiel'schen Geflechte schon von DOGIEL und CAJAL in sehr charakteristischen Figuren nach Methylenpräparaten wiedergegeben sind, habe ich aus meinen Präparaten hier keine solchen Zellen abgebildet, sondern mich darauf beschränkt, Abbildungen einiger Zellen mit umspinnenden Fasern der zweiten Art zu veröffentlichen. In den Fig. 1—9 der Taf. XIII sind einige Variationen dieser Gebilde wiedergegeben. In den Fig. 2 und 5 sind die schon oben erwähnten Fälle dargestellt, in welchen eine markhaltige Faser nach einigen spiral- oder knäueiförmigen Windungen um den Zellenpol die Markscheide abgibt und, dichotomisch verästelt, in feine, den Zellenkörper umspinnende Endäste ausläuft, die mit rundlichen oder ovalen Endplättchen endigen. In Fig. 1 ist eine Gruppe von drei zusammenliegenden Zellen abgebildet, von denen jede ihre besondere umspinnende Nervenfasern erhält; die Fig. 3, 4 und 9 zeigen einige Varianten derselben Art. In Fig. 6 sind in stärkster Vergrößerung zwei Zellen wiedergegeben, bei welchen sich die umspinnenden Fasern von einer gemeinsamen Markfaser (*m*) herleiten lassen, indem sie bei ihrer letzten Ranvier'schen Einschnürung in zwei marklose Fasern übergehen, welche sich nach mehrfachen Windungen und zum Theil auch nach Verzweigung zu je einer Ganglienzelle begeben, um sie zu umwinden und an ihr zu endigen. Von diesen Fasern geht aber je ein Ast ab, welcher sich weiter ins Ganglion fortsetzt, ob nun andere Zellen zu umspinnen, liess sich nicht nachweisen. An den umspinnenden Fasern sieht man in Fig. 6 schon während des Verlaufes recht viele Varicositäten, welche ungefähr dasselbe Aussehen wie die Endplättchen darbieten; unter diesen Varicositäten kommen auch z. B. an zwei Stellen in der oberen Zelle der Fig. 6 einige vor, die als Einschnürungen imponiren, ohne jedoch solche zu sein. In der unteren (kleineren) Zelle derselben Fig. 6 erkennt man ein Beispiel der dritten Umspinnungsart, indem ein Ast der einen Faser das glomerulusartige Anfangsstück des Axencylinderfortsatzes umspinnt und hier mehrere Aestchen abgibt, die in dieser Region endigen. Es ist dieses Beispiel zwar keine »reine« *periglomeruläre* Umspinnung im Sinne CAJAL's, sondern eher eine »arborizacion mixta«; ganz reine *periglomeruläre* Umspinnungen, welche nicht zugleich den Zellenkörper treffen, habe ich nämlich nicht gesehen.

In der Fig. 7 der Taf. XIII habe ich einen Axencylinderfortsatz abgebildet, welcher noch weit von dem Zellenkörper ab von umspinnenden Fasern umgeben ist, indem eine hier hinzutretende Markfaser (*n*) sich theilt und ihre beiden Endäste in spiraligen und gewundenen Touren um den Axencylinder (*a*) herum nach dem Zellenkörper sendet, wo sie in der gewöhnlichen Weise endigen.

Es sind in den Präparaten in der That so viele Variationen der betreffenden Bildungen zu sehen, dass es sich nur schwer thun liesse, alle abzubilden und zu beschreiben. Indessen lassen sie sich auch meiner Ansicht nach unter den von DOGIEL und CAJAL aufgestellten Kategorien subsumiren, weshalb ich auf diese Fragen hier nicht näher eingehen werde.

Was nun die *freien interstitiellen* Endigungen von Nervenfasern in den Ganglien betrifft, so lassen sich dieselben auch mittelst der Methylenblaumethode oft in schöner Weise darstellen, und zwar v. A. in den oberflächlichen Partien des Ganglions. In der Fig. 8 der Taf. XIII ist eine solche Stelle wiedergegeben; man sieht hier reichlich verästelte Fäserchen, deren Aeste verzweigt und varicös auslaufen und frei endigen; bei *bl* findet sich ausserdem ein perivascularer Plexus.

Im Anschluss an diese kurze Besprechung meiner hinsichtlich der umspinnenden Fasern der Ganglienzellen mittelst der Golgi'schen und der Ehrlich'schen Methode gewonnenen Befunde werde ich noch einige auf diese Ganglien bezügliche Fragen berühren.

Was zuerst die Gestaltungen und Arten der Ganglienzellen selbst betrifft, so ist es offenbar, dass im erwachsenen Zustande die colossal überwiegende Mehrzahl derselben dem unipolaren Typus angehört und die multipolaren, mit Dendriten versehenen Zellen äusserst selten vorkommen. Da ich diese Frage schon früher (Biol. Unt., Bd. VIII, 1898) behandelt habe, werde ich auf dieselbe hier nicht eingehen. Bei meinen zahlreichen Färbungen nach GOLGI und EHRLICH erhielt ich in den Ganglien *erwachsener* Thiere keine multipolaren Nervenzellen. Ich will aber dennoch die Möglichkeit ihres Vorkommens nicht bestreiten, da DOGIEL sie gesehen und abgebildet hat. Bei Embryonen und jungen Thieren habe ich sie ja, wie SPIRLAS, CAJAL u. A., gelegentlich auch angetroffen.

Was die kleinen unipolaren Zellen mit geradem Axencylinderfortsatz anlangt, habe ich sie sowohl in Golgi- als in Ehrlich-Präparaten hier und da unter den grossen unipolaren Zellen gefunden, sie sind aber relativ nicht besonders zahlreich vorhanden. Und was schliesslich die von DOGIEL beschriebenen unipolaren Zellen mit kurzem, verästeltem und in demselben Ganglion endendem Axencylinderfortsatz betrifft, so bin ich zu ganz demselben Resultat wie CAJAL und OLÓRIZ gekommen: trotz vieler Versuche ist es mir nie gelungen, in den Golgi- und Ehrlich-Präparaten sichere und beweisende Belege für die Existenz solcher Zellen zu erhalten; sobald ich bei schwächerer Vergrösserung solche zu sehen glaubte, fand ich bei stärkerer Vergrösserung entweder bestimmt, dass bloss Trugbilder vorlagen, oder auch musste ich die Sache nur als sehr zweifelhaft ansehen. Da indessen ein in der Methylenmethode so erfahrener Forscher wie DOGIEL diese Zellenart eingehend beschreibt und abbildet, will ich die Existenz derselben nicht bestreiten, sondern, in Uebereinstimmung mit CAJAL, meine negativen Befunde nur erwähnen und sie bis auf Weiteres entweder durch die Schwerfärbbarkeit der fraglichen Zellenelemente, oder die auch von DOGIEL zugestandene Seltenheit derselben zu erklären suchen. In Folge ihrer offenbar grossen Seltenheit können wohl diese Zellen keine grosse Rolle spielen; in rein morphologischer Hinsicht bieten sie aber, falls sie nicht nur aberrante, nur ausnahmsweise vorkommende Elemente darstellen, ein recht grosses Interesse dar.

Im Jahre 1898 veröffentlichte bekanntlich CAMILLO GOLGI¹⁾ seine neuen Befunde von eigenthümlichen Netzbildungen in den Nervenzellen, v. A. in denen der Spinalganglien. Dieser von GOLGI mittelst seiner nur ein wenig modificirten Chromsilbermethode entdeckte »Apparato reticolare interno«, von welchem bei dem Anatomencongresse in Tübingen 1899 vom Entdecker sehr schöne und überzeugende Präparate vorgelegt wurden, erweckte mit Recht bei den Forschern auf dem Gebiete der Nervenkunde ein grosses Interesse. Nach der Rückkehr von Tübingen im Sommer 1899 suchte ich bei verschiedenen Thieren die Golgi'schen Präparate nachzumachen. Bei Würmern und Crustaceen, Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln misslangen die Versuche, bei dem Kaninchen und der Katze erhielt ich aber von diesem GOLGI'schen Netzwerk eine Reihe schöner und distincter Bilder, welche mit den Präparaten und Abbildungen des Entdeckers prinzipiell übereinstimmten.

Mich interessirte v. A. die Frage vom eigentlichen Wesen dieses Netzwerkes, besonders seit der schwedische Forscher EMIL HOLMGREN²⁾ die intrazellulären Saftbahnen der Spinalganglienzellen und der belgische Forscher NÉLIS seinen gewundenen Faden in diesen Ganglienzellen entdeckt hatte. Es schien ja von Anfang an sehr plausibel, dass die von GOLGI und HOLMGREN entdeckten Gebilde von derselben Natur seien. Der GOLGI'sche Apparat befindet sich zwar nach der Darstellung GOLGI's und seiner Schüler in der Regel in einer bestimmten Zone der Zelle, in einer zwischen dem Kern und der Zellenoberfläche befindlichen Schicht, und bildet dort ein unregelmässiges, aber doch typisch geformtes, mittelst der Golgi'schen Methode braun gefärbtes Netzwerk von zusammenhängenden, knotig erweiterten Maschen, welche die Zellenoberfläche nicht erreichen. Die HOLMGREN'schen Saftbahnen finden sich auch oft vorzugsweise in derselben Zone; sie durchziehen aber auch die inneren Zonen, erreichen sogar den Kern und strahlen v. A. auch nach der Zellenoberfläche hin aus, wodurch eine Verbindung derselben mit aussen liegenden Saftbahnen vorhanden ist. Ihrer Form und Verzweigungsart nach stimmen beide diese Bildungen mit einander recht gut überein. EMIL HOLMGREN hat auch in seinen Arbeiten wiederholt auf die Aehnlichkeit seiner Saftbahnen und des GOLGI'schen Apparates hingewiesen und sich dafür ausgesprochen, dass dieselben doch im Grunde einander entsprechen; er hat auch eine Zelle mit dem GOLGI'schen Netzwerke abgebildet, wo ein Fortsatz desselben, welcher einem Abflusswege seiner Saftbahnen entspreche, an die Zellenoberfläche herantritt. GOLGI hat sich dann wiederholt gegen diese Auffassung ausgesprochen; er ist nicht geneigt, die Zusammengehörigkeit seines Netzwerkes und den HOLMGREN'schen Saftbahnen anzunehmen, sondern er betrachtet den »Apparato reticolare interno« als eine ganz besondere Bildung, deren morphologische und physiologische Bedeutung noch vollständig unaufgeklärt ist. Nachdem er und seine Schüler diese Bildung auch in anderen Nervenzellen und sogar in Drüsenzellen verschiedener Art entdeckt haben, hat diese Structur eine noch höhere und allgemeinere Bedeutung gewonnen. v. KÖLLIKER³⁾ hat sie vermuthungsweise mit den von BALLOWITZ⁴⁾ im vorigen Jahre in den Zellen der Membrana

¹⁾ CAMILLO GOLGI, *Intorno alla Struttura delle cellule nervose*. Boll. d. Soc. Med.-Chir. di Pavia, Fasc. 1, 19 April 1898, und ebenda, 15 Luglio, 1898.

²⁾ EMIL HOLMGREN, *Zur Kenntniss der Spinalganglienzellen von Lophius piscatorius* Lin. Anat. Hefte H. 38, 1899. — *Zur Kenntniss der Spinalganglienzellen des Kaninchens und des Frosches*. Anat. Anzeiger, XVI. Band. N:r 7, 1899. — *Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen*. Anat. Hefte, Band. 15, 1900.

³⁾ A. v. KÖLLIKER, *Kürzer Bericht über den anatomischen Congress zu Pavia 1900*. Verh. d. phys. med. Gesellsch. zu Würzburg, N. F., Bd. 39, 1900.

⁴⁾ E. BALLOWITZ, *Eine Bemerkung zu dem von Golgi und seinen Schülern beschriebenen »Apparato reticolare interno« der Ganglien- und Drüsenzellen*. Anatom. Anzeiger, XVIII. Band. N:o 8, S. 177, 1900.

Descemeti entdeckten Netzen verglichen, was auch BALLOWITZ selbst neulich that. v. KÖLLIKER spricht sich übrigens in Betreff der Natur der Golgi'schen Netze folgendermassen aus: »Als das Wahrscheinlichste möchte ich mir erlauben, hervorzuheben, dass die Golgi'schen Fadennetze von feinen, wandungslosen Kanälchen herzurühren scheinen, die als Saftbahnen gewissen chemischen Stoffumwandlungen im Innern der Nervenzellen entsprechen«. Uebrigens sagt v. KÖLLIKER in diesem Bericht, dass obwohl GOLGI eine Uebereinstimmung seines Netzapparates mit den HOLMGREN'schen Kanälchen bestreitet, er auf der anderen Seite nicht gerade abgeneigt ist, »an Saftkanälchen, zu denken und macht auf die von ihm und ERIK MÜLLER in den Belegzellen der Magendrüssen aufgefundenen Kanälchen aufmerksam, welche jedoch dadurch abweichen, dass hier Beziehungen der extra- und intracellulären Saftkanäle zu abführenden Kanälen sich finden, welche bei den Nervenzellen nie vorkommen«. BALLOWITZ, welcher nachgewiesen hat, dass die von ihm entdeckten Bildungen zu den Centralkörpern in Beziehung stehen, und sie deshalb »Centrophormien« (Centralkörbe) nannte, will sie keineswegs als Kanälchen ansehen. Er schliesst seinen citirten Aufsatz mit folgenden Worten: »Jedenfalls darf ich wohl dem Gedanken Raum geben, dass GOLGI und ich hier bisher unbekanntes Zellstructuren, um nicht zu sagen Zellorganen, auf der Spur sind, deren für die Biologie der Zelle nicht unwesentliche Bedeutung durch die merkwürdigen, von mir an dem DESCOMET'schen Epithel festgestellten Lebensäusserungen dieser Organe (Umwandlung der Kernform, Einschmelzung der Kernsubstanz, Ueberwanderung über den Kern mit consecutiver Kernmetamorphose) sehr wahrscheinlich gemacht wird. Von besonderem Interesse ist dabei, dass diese Entdeckung vermittelt zweier so grundverschiedener Methoden, wie es die von GOLGI und seinen Schülern angewandte Metallimprägnation und die von mir benutzten, üblichen Fixirungs- und Färbemethoden doch sind, gelungen ist.« Hieraus scheint hervorzugehen, dass BALLOWITZ seine Centrophormien mit den von GOLGI und seinen Schülern beschriebenen homologisirt. BALLOWITZ erwähnt übrigens, dass er bei den verschiedensten Thieren, v. A. den niederen, mittelst der Golgi'schen Methode versucht hat, die Golgi'schen Netze hervorzurufen, aber ganz ohne Erfolg.

Dies ist ungefähr der jetzige Stand der Frage. In Anbetracht der grossen Bedeutung, die man mit Recht den neuentdeckten, aber mystischen und jedenfalls nur wenig eruirten Zellstructuren beizulegen hat, kann jeder Beitrag zur Kenntniss derselben nicht unwillkommen sein. Die von BALLOWITZ beschriebenen Gebilde kenne ich zwar nicht aus eigener Anschauung. Dagegen hat DR. HOLMGREN die Güte gehabt, mir eine Reihe seiner schönen Präparate von den Saftkanälchen zu zeigen, und die GOLGI'schen Netze habe ich sowohl in den ausgezeichneten Präparaten GOLGI's auf dem Congresse in Tübingen, als auch in meinen eigenen, nachher gemachten Präparaten studirt. Von diesen letzteren gebe ich auf der Taf. XV in den Fig. 1—8, aus den Spinalganglien des Kaninchens, und in den Fig. 9—11 aus denen der Katze, sowie in der Fig. 1 der Taf. XIV bei *c* und *d*, eine kleine Auswahl. Alle diese Figuren sind bei starker Vergrösserung (Zeiss' Apochrom., Homog. Imm., Ap. 1.30, Comp. Ok. 12) gezeichnet.

Die Fig. 1—8 rühren von einem 8-tägigen *Kaninchen* her. Die Netze erscheinen hier meistens von wenig complicirter Zusammensetzung, indem die Maschen nicht besonders zahlreich sind; die Weite der Maschen ist in den Zellen recht verschieden; in den meisten sind sie aber eher als weit zu bezeichnen, wie aus den Fig. 1—6 zu ersehen ist; es sind nämlich hier und da recht bedeutende Erweiterungen derselben vorhanden. In anderen Zellen sind die Maschen, wie die Fig. 7 und 8 zeigen, überall schmal, obwohl auch hier kleine Erweiterungen derselben vorkommen. Beide Arten von Netzen kamen in demselben Ganglion vor. Die fraglichen, durch das Chromsilber bräunlich gefärbten Netze, befinden sich, wie GOLGI beschrieben hat, in einer zwischen dem Kern und der Zelloberfläche befindlichen Zone und senden nur einzelne Maschen nach aussen und innen von ihr hervor. Also ist in der Regel die äussere Zellschicht frei von Maschen; hier und da kommen jedoch, wie HOLMGREN hervorgehoben hat, Ausläufer des Netzes vor, welche bis an die Oberfläche der Zelle reichen; dies ist sowohl bei der in Fig. 1, als an der bei Fig. 8 abgebildeten Zelle der Fall. Uebrigens sind die Maschen nicht selten nur in sehr geringer Anzahl vorhanden, und statt ihrer gehen vom Netze Ausläufer aus, die blind endigen, wie dies in den Fig. 3, 4, 5 und 6 zu sehen ist.

Bei der erwachsenen *Katze* habe ich mehrmals starke und reichliche Färbungen von Netzen in den Spinalganglien erhalten. Diese Netze sind aber stets viel feiner und reichmaschiger als die oben besprochenen bei dem jungen Kaninchen. Wenn die Färbung sehr reichlich ist, wird die Zelle so verdunkelt, dass man die einzelnen Maschen nicht verfolgen kann. Deshalb hatte ich für die Abbildungen solche Stellen gewählt, wo nur eine sparsamere Färbung vorhanden war. In der Fig. 9 der Taf. XV liegt eine Zelle mit solchen Netzmaschen vor, und bei *c* und *d* in der Fig. 1 der Taf. XIV sind zwei Zellen mit noch sparsamerer Maschenfärbung dargestellt. Die

Netzmaschen sind in der Regel von einer im Ganzen gleichen Breite, aber stets knotig und uneben; sie verzweigen sich oft und verbinden sich mit einander. In den Spinalganglienzellen der Katze kommen nun solche Maschennetze in allen Theilen des Zellenprotoplasmas vor. Zwar sind sie zumeist an der Zellenoberfläche angehäuft; sie erstrecken sich aber sehr oft auch bis an die Zellenoberfläche und bis an den Kern hinan. Ja, man findet hier und da Zellen, wo die Maschen nur in der Umgebung des Kerns gefärbt sind. In den Fig. 10 und 11 der Taf. XV sind zwei solche Zellen abgebildet; in der letzteren Zelle lagen die Netzmaschen der Kernmembran dicht an; diesen war, wie auch bei der in den Fig. 10 wiedergegebenen Zelle, braungefärbt und gefaltet oder gerunzelt.

Wenn man eine Reihe von Zellen mit solchen Maschennetzen durchmustert, so wird man hin und wieder zweifelhaft, ob hier wirklich Golgi'sche Netze oder ob nicht *eine andere Art* von gefärbten Structures oder Imprägnationen des Protoplasmas vorliegen. Eigenthümlich gestaltete Imprägnationen entstehen nämlich bei Färbung nach der Golgi'schen Methode in mehreren Geweben. Ich will hier nur auf die betreffenden Verhältnisse in dem Knorpelgewebe hinweisen. Oft habe ich in hyalinen Korpeln unregelmässige, aber doch nach einem gewissen Typus gestaltete, verzweigte, dunkelbraune Gebilde bekommen, welche etwa wie eine Art gefärbte verästelte Bindegewebskörperchen oder Lymphkörperchen imponiren; als ich mich bemühte, für diese Färbungen morphologische Grundlagen zu finden, war nichts derartiges anzutreffen; die mystischen Figuren scheinen mithin nur von einer besonderen Art von »Imprägnation« der Grundsubstanz herzurühren, deren naturgemässe Erklärung noch nicht vorliegt. Ich denke nun, dass in der Protoplasmasubstanz der Ganglienzellen eine ähnliche Imprägnation vorkommen könnte, d. h. dass im Protoplasma durch Chromsilberniederschläge eine Art »Pseudoplexus« von anderer Natur als die wahren Golgi'schen Netze entstehen. Diese Frage ist indessen noch nicht sicher zu lösen.

Was nun die eigentliche Natur der Golgi'schen Netze betrifft, so muss ich gestehen, dass ich von Anfang an am meisten geneigt gewesen bin, sie für Bahnen zu halten, welche mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, die sich, wie in den Gallenkapillaren und den Kapillargängen mehrerer anderer Drüsen, z. B. der Magendrüsen und der Speicheldrüsen des Mundes, durch das Chromsilber dunkelbraun oder schwärzlich färbt. Ich war von derselben Ansicht wie EMIL HOLMGREN, dass seine Saftbahnen und die Golgi'schen Netze von derselben Natur seien, um soviel mehr, als sie ihrer Gestalt und Verzweigung nach sehr ähnlich sind. Mit Recht hat zwar GOLGI gegen ihre Identität hervorgehoben, dass er keine Abflusswege von seinen Netzen gefunden habe. Indessen haben HOLMGREN und ich in unseren Präparaten mehrmals beim Kaninchen Ausläufer der Netze angetroffen, die bis an die Zellenoberfläche reichten, und bei der Katze habe ich an solchen Netzen, die als Golgi'sche zu bezeichnen waren, oft derartige Ausläufer gesehen. Nun hat sich ja auch v. KÖLLIKER dahin ausgesprochen, dass er geneigt sei, die Golgi'schen Netze als eine gewisse Art intrazellulärer Saftwege aufzufassen, und nach seiner Mittheilung soll auch GOLGI nunmehr nicht abgeneigt sein, an Saftbahnen zu denken und sie mit denjenigen der Belegzellen zu vergleichen. Also concentriren sich die Ansichten immer mehr dahin, dass in den Golgi'schen Netzen eine Art von Saftwegen zu sehen sei. In Anbetracht der Launenhaftigkeit der Golgi'schen Methode wäre es ja möglich, dass die Golgi'schen Netze Bruchstücke der Holmgren'schen Saftbahnen sind, welche sich demnach nur stückweise gefärbt hätten. Indessen muss es zugestanden werden, dass die Frage noch nicht endgültig gelöst ist. Und was die BALLOWITZ'schen Netze, deren Saftbahnennatur von BALLOWITZ jedenfalls bestimmt verneint wird, betrifft, so ist ihre Homologie mit den Golgi'schen Netzen noch nicht dargethan.

Es giebt zwar noch eine ganze Reihe von Problemen, welche in neuerer Zeit hinsichtlich der Structur und der Function der Spinalganglien entstanden sind. Von diesen werde ich in Zusammenhang mit der obigen Fragen nur ein paar kurz berühren. In den nach der Ehrlich'schen Methode behandelten Spinalganglienzellen erhält man hier und da, oft sogar in grosser Menge, eine Färbung des Zellenprotoplasmas in der Gestalt von Körnchen und Fäserchen; v. A. tritt diese Färbung nach der Fixirung in pikrinsaurem Ammoniak hervor. DOGIEL, welcher diese Fibrillirung mit ihren Körnchen zuerst (in d. J. 1896 und 1897) beschrieben hat, unterscheidet eine gewisse Regelmässigkeit in ihrer Anordnung; man kann, sagt er, sich leicht davon überzeugen, dass in der peripherischen Zellzone die Körnchenreihen stets Parallelkreise, in dem übrigen, tiefer gelegenen Zelltheile aber umgekehrt Meridiane beschreiben; unter Hinweis auf seine sehr distincte Abbildungen fügt er hinzu: Auf solche Weise bilden die Körnchen im Protoplasma einer jeden Ganglienzelle zwei Systeme von Reihen oder Fäden, welche sich unter mehr oder weniger rechten Winkeln schneiden.

Ich habe die fragliche Körnchen- und Fibrillenordnung in den Spinalganglienzellen oft und auch bei starker Vergrösserung studirt, muss aber gestehen, dass ich nie eine solche Regelmässigkeit wahrzunehmen vermochte; am Zellenpole war zwar eine gestreifte Anordnung nachzuweisen, im übrigen Zellenkörper aber nicht. Die

Körnchen sind in dem letzteren zwar in Reihen gruppirt, diese Reihen verlaufen aber in sehr verschiedener Richtung; oft sieht man einen sie verbindenden, äusserst feinen Faden, der sich, sofern ich recht gesehen habe, hier und da dichotomisch theilt; es ist aber sehr schwer, hierüber ins Reine zu kommen. In den Fig. 10—12 der Taf. XIII habe ich nach meinen Präparaten einige Partien dieser Körnchen- und Fibrillenfärbung wiedergegeben.

Auf dem Anatomencongresse in Pavia in diesem Jahre legte GOLGI einige Beobachtungen seines Schülers G. SALA über eigenthümliche, mittelst der GOLGI-VERATTI'schen (Kaliumbichromat-Osmiumsäure-Platinchlorid-) Methode dargestellte Structuren der Myelinscheide der Nervenfasern vor. In der periaxillären Schicht dieser Scheide zeigt sich ein System von gewundenen, mannigfach in einander geschlungenen, zu den von GOLGI beschriebenen Stützapparaten in Beziehung stehenden Fäden. Schon längst (1884) sind — im Anschluss an den Meister — von einem anderen Schüler GOLGI's, C. MONDINO, in der Scheide mit der GOLGI'schen Methode Systeme von Spiralfasern gefunden und abgebildet worden.

Im Sommer 1899 traf ich nun bei meinen Studien über die GOLGI'schen Netze der Spinalganglienzellen in der Markscheide der gröberen Nervenfasern, und zwar besonders oft und schön in der betreffenden Scheide des gewundenen Axencylinderfortsatzes dieser Zellen, aber auch in anderen Nervenfasern der Ganglien, eigenthümlichen Bildungen an, deren Natur ich mit dem Collegem M. v. LENHOSSEK, der mich im Herbste desselben Jahres auf einige Tagen in Stockholm besuchte, diskutirte, ohne dass wir zu einer bestimmten Ueberzeugung gelangen konnten. Es waren erstens ringförmige Bildungen, welche sich ungefähr wie »elastische« Ringfasern zeigten, indem sie ein glänzendes Aussehen darboten; sie hatten eine bräunlich gelbe Farbe; bald sah man sie isolirt, bald in Gruppen von 2, 3, 4 oder noch mehr zusammen liegen; ihre Richtung war gewöhnlich ganz quer um die Faser, bald auch ein wenig schlingernd; in der Regel waren sie von ganz scharfer, zuweilen aber auch von mehr verschwommener Contour. Sie kamen indessen nicht nur bei den breiteren, sondern hin und wieder auch bei den schmälern Markfasern vor. Zuerst glaubte ich, dass sie an der Aussenseite der Schwannschen Scheide lagen, welche durch den Canadabalsam unsichtbar geworden war. Bei genauerem Studium zeigte es sich jedoch, dass sie ringförmigen Bildungen der Markscheide angehörten, d. h. in ihrer Substanz, in der Regel aber in der äusseren oberflächlichen Schicht derselben lagen. In der That erinnern sie so sehr an die von REZZONICO in den Markfasern des Rückenmarks und von GOLGI in peripherischen Markfasern erwähnten, v. A. aber an die von MONDINO beschriebenen und abgebildeten Bildungen, dass sie wohl als mit diesen identisch angesehen werden müssen. Während aber diese Forscher die Fasern als *spiralförmig*, also unter einander zusammenhängend darstellen, sind die von mir gesehenen stets *nur ringförmig*, d. h. die ringförmigen Touren hängen unter einander *keineswegs in Spiralen* zusammen. Ich füge hier einige meiner Abbildungen derselben bei (Taf. XV Fig. 15, 16, 17 und 18).

Was nun diese Bildungen bedeuten, kann ich nicht entscheiden. Sie sind ebenso mystisch wie so viele andere Produkte der an solchen so reichen Myelinscheide. Ich versuchte mehrmals zu eruiren, ob sie in irgend einer Weise etwas mit den Lanterman'schen Unterbrechungen zu thun haben; indessen spricht schon ihre Gruppierung, v. A. wenn sie sehr dicht liegen, dagegen.

Zu derselben mystischen Kategorie muss ich auch die von SALA beschriebenen Längsfasern und Netze in der inneren Schicht der Markscheide rechnen. Ich habe solche Bildungen oft gesehen und bin über ihre Anordnung und oft scharfe Zeichnung erstaunt gewesen; ihr natürliches Wesen ist mir aber stets zweifelhaft geblieben, weshalb ich sie bis auf Weiteres als in irgend einer Weise künstlich entstanden betrachten muss, obwohl ich gerne zugestehe, dass dies keine wirkliche Erklärung ihrer Entstehung ist. Man darf sie aber nicht mit den von mir oben beschriebenen und auf den Tafeln abgebildeten freien Nervenendigungen verwechseln, denn diese liegen zwischen den Nervenfasern, an der Aussenseite der Schwannschen Scheiden, welche sie zuweilen sogar umspinnen. In den Fig. 12—14 der Taf. XV sind, ausser den oben angeführten, noch einige solche Fasern wiedergegeben. Die von SALA beschriebenen Bildungen scheinen dagegen in den inneren Schichten der Markscheide ihren Platz zu haben. In Zusammenhang hiermit möchte ich auch erwähnen, dass ich mit der Goltgischen Methode oft in schönster Weise an der Innenseite der Markscheide eine sehr dünne kontinuierliche, fast homogene Schicht braun gefärbt erhalten habe, welche sowohl aussen als innen als scharf kontourirt erschien.



Tafel XIII.

Umspinnende Fasern und freie Nervenendigungen in den Spinalganglien. Methylenblaufärbung.

Fig. 1. Drei Nervenzellen, von denen jede eine umspinnende Faser empfängt. Links eine Nervenzelle mit einer sie umschliessenden verzweigten intracapsulären Zelle umgeben. Von einer 2-wöchentlichen Katze. Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2 und 5. Zwei Nervenzellen mit sie umspinnenden Fasern, welche anfangs eine Myelinscheide (*m*) besitzen, später aber myelinfrei werden und nach mehreren Verästelungen mit Endplättchen am Zellenkörper endigen. Aus einem Spinalganglion einer 10 Tage alten Katze. Zeiss' Apochr. 2 mm. homog. Imm., Apert 1.30 und Comp. Oc. Nr. 12.

Fig. 3 und 4. Zwei Nervenzellen mit sie umspinnenden und an ihnen endigenden Fasern. Aus dem Ganglion Gasseri einer 18 Tage alten Katze. Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgez. Tubus).

Fig. 6. Zwei Nervenzellen, welche von je einem Ast einer sich theilenden markhaltigen Nervenfasers (*m*) umspinnen sind; an der unteren Zelle umspinnt die Faser den gewundenen Zellenfortsatz, auch verästelt sie sich hier mehrfach schon am Zellenpol. Aus einem Spinalganglion einer 18 Tage alten Katze. Die Vergröss. wie in den Fig. 2 und 5.

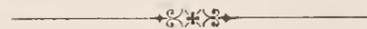
Fig. 7. Der Axencylinderfortsatz einer Nervenzelle (*a*) von einer getheilten Nervenfasers (*n*) umspinnen. Aus dem Spinalganglion eines 3 Wochen alten Kaninchens. Die Vergröss. wie in den Fig. 2 und 5.

Fig. 8. Ein interstitieller Plexus von verästelten und frei endigenden Nervenfasern aus den subperineuralen Schichten eines Spinalganglions einer 13 Tage alten Katze. Die Vergröss. wie in der Fig. 1.

Fig. 9. Eine Nervenzelle mit umspinnender Faser, welche viele Windungen ohne Endigungen zeigt. Die Vergröss. wie in der Fig. 1.

Fig. 10. Partie einer Markfasers, von welcher an einer Ranvierschen Einschnürung ein kurzer verästelter Seitenast entspringt. Aus einem Spinalganglion eines 3 Wochen alten Kaninchens. Die Vergröss. wie in der Fig. 2 und 5.

Fig. 11—13. Partien von Nervenzellen aus dem Ganglion Gasseri einer 18 Tage alten Katze mit den durch das Methylenblau gefärbten intrazellulären Körnchen, Körnchenreihen und Fasern (Mitom). Die Vergröss. wie in der Fig. 2 und 5.





Tafel XIV.

Aus den Spinalganglien und den sympathischen Ganglien der Säugethiere. Golgische Präparate.

Fig. 1. Partie eines Verticalschnitts mit der Oberfläche des Ganglions (*o*) und vier Ganglienzellen, von denen zwei (*c, d*) Golgi'sche Netze enthalten, die anderen (*a, b*) von umspinnenden Nervenfasern umgeben sind. Zwischen den Zellen sieht man eine Anzahl feine Nervenfasern (*nf*) verlaufen.

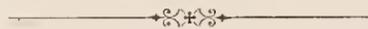
Fig. 2. Eine Ganglienzelle (*a*) mit an ihr endigenden Nervenfasern (*nf*¹) und links drei dicke Markfasern mit einer an (neben?) der mittleren Markfaser endigenden feinen Nervenfasern.

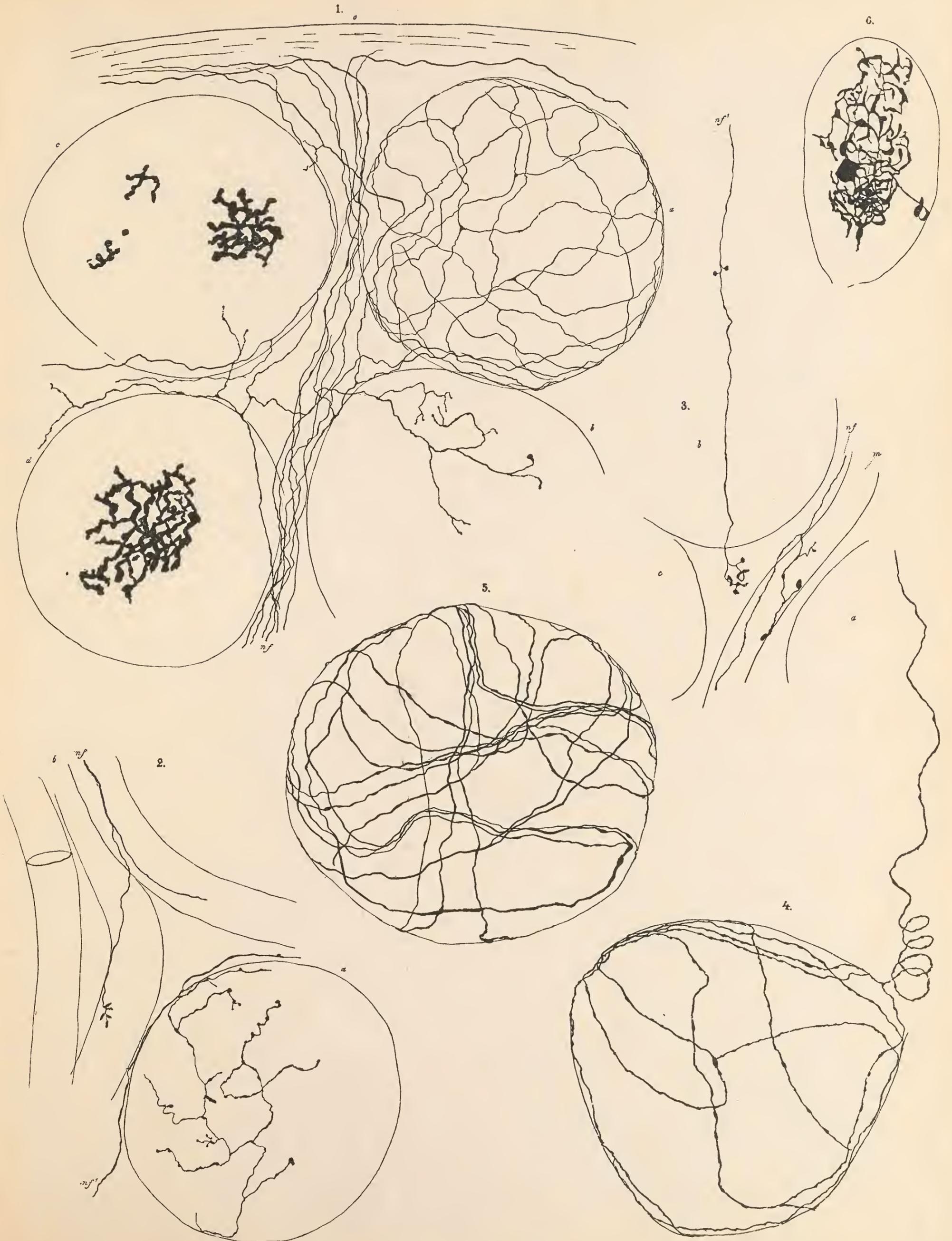
Fig. 3. Partie aus einem Spinalganglion mit den Contouren von drei anliegenden Ganglienzellen (*a, b, c*) und mit einer zwischen ihnen verlaufenden Markfaser (*m*), welche von einer feinen, frei endigenden Nervenfasern (*nf*) begleitet ist; ausserdem eine in dem interstitiellen Gewebe frei endigende feine Nervenfasern (*nf*¹).

Fig. 4 und 5. Zwei Ganglienzellen mit umspinnenden Nervenfasern; in der Fig. 4 sieht man die spiralig um den Axencylinder windende Faser, welche sich bei der Ankunft an die Zelle theilt.

Fig. 5. Eine Ganglienzelle aus dem obersten cervicalen sympathischen Ganglion mit Golgi'schen Netzen.

Die Fig. 1—4 geben Bilder aus den Spinalganglien der Katze, die Fig. 5 aus dem sympath. Ganglion des Hundes wieder. Alle sind bei der Anw. von Zeiss' Apochr. homog. Imm., Ap. 1.30 Mm. und Comp. Oc. 12 gezeichnet.





Tafel XV.

Aus den Spinalganglien der Säugethiere. Golgi'sche Präparate.

Fig. 1—8. Ganglienzellen mit Golgi'schen Netzen. Vom Kaninchen.

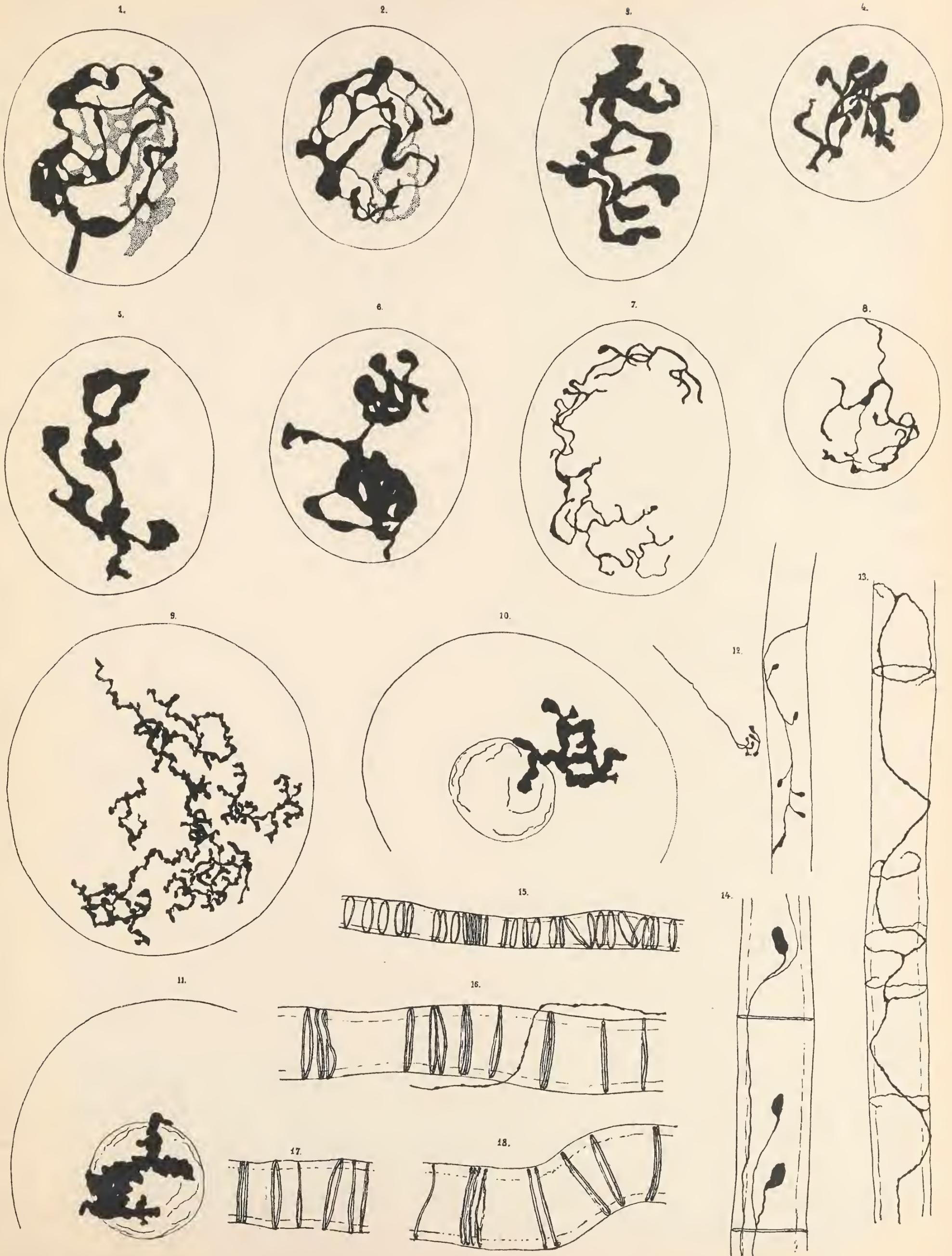
Fig. 9—11. Ganglienzellen mit Golgi'schen Netzen. Von der Katze.

Fig. 12—14. Markfasern aus den Spinalganglien des Kaninchens mit frei endigenden feinen Nervenfasern.

Fig. 15—18. Markfasern mit Ringfasern in der Markscheide; neben der in der Fig. 16 abgebildeten Markfaser läuft auch eine schmale marklose Faser.

Alle diese Fig. sind bei der Anw. von Zeiss' Apochr. hom. Imm., Apert. 1.30 Mm. und Comp. Oc. 12 gemacht.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [NF_9](#)

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

Artikel/Article: [Weiteres zur Frage von den freien Nervenendigungen und anderen Strukturverhältnissen in den Spinalganglien 69-76](#)