

Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigungen.¹⁾

Der gegenwärtige Stand unserer Nervenphysiologie läßt es wünschenswerth erscheinen, die Resultate von gemachten Untersuchungen, welche ihrer Natur nach nur fragmentar sein können, in kurzen Sätzen oder Paragraphen, gleichsam aphoristisch, darzustellen; eine Weise, wie sie in einem verwandten Gebiete, dem der Electricität, von einem berühmten englischen Physiker gewählt wurde. Eine lose Aneinanderreihung einzelner mit Nummern bezeichneter Sätze, da wo es an einer mehr organischen Verbindung des Ganzen der Lehre noch fehlt, hat den Vortheil der Uebersichtlichkeit und der Leichtigkeit, später auf einzelne Stellen zurückweisen zu können.

Die Basis aller unserer Untersuchungen auf diesem Gebiete, wenn es auf exacte Forschungen und strenge Folgerungen für eine künftige Mechanik des Nervenprincips abgesehen sein soll, müssen immer die feineren anatomischen Beobachtungen bleiben. Es würde bei den hier gegebenen Untersuchungen unzuweckmäßig erscheinen, wenn ich dabei auf eine genauere Kritik aller meiner Vorgänger eingehen wollte. Wo ich von denselben abzuweichen genöthigt bin, wie allerdings in manchen wichtigen Punkten, geschieht es, was ich im Voraus bemerke, mit aller Anerkennung der vorhandenen Leistungen. Ich selbst habe bei dem revolutionären Zustande, in welchem sich die Nervenphysiologie befindet, meine eigenen Ansichten, selbst so weit sie auf eigene speciellere Untersuchungen gegründet waren, in den letzten Jahren binnen Kurzem schon mehrfach wechseln müssen. Wenn ich früher mit Valentin z. B. in der Annahme der Endschlingen der Primitivfasern übereinstimmte, mit Bidder und Volkmann in der Ansicht über die Selbstständigkeit des sympathischen Nerven und zugleich, wie mit Kölliker, in der Behauptung einseitiger peripherischer Faserursprünge von Ganglienzellen als Centralorganen, jetzt aber zu ganz abweichenden oder modificirten Ansichten gelangt bin, so will ich deßhalb jedoch nicht minder bekennen, daß ich stets in Ehrenberg's und Valentin's, Bidder's und Volkmann's bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der Histologie des Nervensystems für mich, wie für alle Fachgenossen, eine reiche Quelle der Belehrung erblicke, wofür die Freunde der Wissenschaft, wie ich selbst, denselben stets dankbar sein müssen. Wobei es jedoch immer heißt: Irrthum vorbehalten.

¹⁾ Da eine Reihe eigenthümlicher Untersuchungen, welche ich während meines längeren Aufenthalts in Pisa über die Elemente der Nervensubstanz anstellte, zu abweichenden oder doch ergänzenden Ansichten der zur Zeit bestehenden Lehren in diesem Kapitel führten, so schien es mir passend, die wichtigsten Resultate hier niederzulegen, und so gleichsam Zusätze zu den früheren Artikeln: Electricität der Thiere, Gewebe, Nervenphysiologie u. a. zu liefern.

*
*
*

Ich werde zuerst einfach die gemachten^{*} anatomischen und physio-
logischen Beobachtungen zusammenstellen, und sodann eine Reihe von kritischen
und theoretischen Betrachtungen daran anknüpfen.

I. Beobachtungen.

a. Von den Ganglien.

1. Die hauptsächlichsten Ergebnisse der nachfolgenden Untersuchungen sind alle an einer Gattung von Thieren, dem Zitterrochen, gewonnen worden. Von den beiden Species im Mittelmeere, *Torpedo narce* und *marmorata*, ist die erstere, wenigstens bei Viareggio, woher ich die meisten Exemplare erhielt, bei Weitem häufiger. *Torpedo Nobiliana* Bonaparte habe ich nur in Triest zu sehen, nicht zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Bei den beiden genannten Arten sind die Structurverhältnisse ganz gleich.

2. Uebrigens habe ich in Bezug auf die Structur der Ganglien im Wesentlichen ganz ähnliche Verhältnisse auch bei andern Plagiostomen, *Raja* und *Squalus*, gefunden. Alle übrigen Wirbelthiere, bei denen gewiß nach den allgemeinen Gesetzen der Analogie dieselben Bildungen vorauszusehen sind, sowie der Mensch, eignen sich nicht zu genauen Resultaten. Der Frosch, ein den Physiologen sonst so holdes Thier, verläßt uns in diesem Falle. Eben so wenig habe ich Cyclostomen, wenigstens *Petromyzon fluviatilis*¹⁾ und den Stör, *Accipenser Sturio*, nach flüchtigen Untersuchungen in Benedig geeignet gefunden. Diese Fische gewähren keine besseren Ansichten, als andere Wirbelthiere, wo die zu beschreibenden Bildungen überall viel minder deutlich erkennbar sind.

3. Bisher war die vorherrschende Meinung über die Ganglienzellen die, daß sie entweder von den durch das Ganglion als durchtretend beschriebenen Primitivfasern umspinnen werden, in keinem kontinuierlichen Zusammenhang mit letzteren stehen (ältere Ansicht von Valentin), oder die, daß von den Ganglienzellen als Centralorganen einseitig nach der Peripherie Fasern entspringen (Volkmann, Kölliker). Ich glaube zuerst die Beobachtung gemacht zu haben, daß an eine jede Ganglienzelle vom Centraltheil aus eine Primitivfaser tritt, und daß ebenso am entgegengesetzten Pol der Ganglienzelle eine Fibrille nach der Peripherie abgeht; daß also, so weit die Beobachtung klar ist, nie mehr und nie weniger als zwei Fasern von jeder Ganglienkugel entspringen. Dies ist der Fundamentalsatz, welcher für die Cerebrospinalganglien jedenfalls festzustehen scheint. Unabhängig davon entdeckte Robin dieselbe Thatsache und verfolgte sie nach seiner bekannten sorgfältigen und gründlichen Weise.²⁾

¹⁾ Dieser Fisch dürfte sich übrigens noch sehr zu einer lohnenden histologischen Arbeit empfehlen. Sehr eigenthümlich, ganz von den übrigen Wirbelthieren abweichend sind z. B. die großen Zellen, welche die Substanz des Gehirns bilden.

²⁾ Zuerst fand ich diese Bildung bei einem frischen Zitterrochen den 15. November 1846; sie schien mir aber so eigenthümlich, daß ich erst weitere Bestätigung abwarten wollte; worüber ich dann Ende December in's Reine kam. Ich theilte das Resultat der Königl. Societät der Wissenschaften in Göttingen unter dem 31. December 1846 mit. Die Vorlage erfolgte am 1. Februar 1847. Vergl. Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissen-

4. Ich bin geneigt, vier Classen von Ganglien anzunehmen: 1) Spinalganglien, 2) Cerebrospinalganglien, 3) Visceralganglien, 4) Centralganglien. Die erste und zweite Classe könnte vielleicht auch in eine gemeinschaftliche zusammengestellt werden.

5. Die Beschreibung der Eigenthümlichkeiten dieser Ganglien bilden den Gegenstand der nachfolgenden Untersuchungen, welche fast ausschließlich am Zitterrochen angestellt sind, jedoch zum Theil auch bei Raja und Squalus, so daß ich annehmen darf, daß die beschriebene Anordnung mit geringen Modificationen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmend bei allen Wirbelthierclassen, so wie beim Menschen, besteht.

1. Spinalganglien.

6. Zur Fundamentaluntersuchung des Baues der Ganglien eignen sich am besten die an der hinteren Wurzel der Rückenmarksnerven gelegenen, von deren allgemeinen anatomischen Verhältnissen, die hier weiter nicht berücksichtigt werden sollen, Robin a. a. O. eine ganz naturgemäße Beschreibung geliefert hat.

7. Alle Spinalganglien zeigen ziemlich gleichmäßig dieselbe Bildung. Vom Rückenmark entspringt die hintere Wurzel Tab. I. Fig. 1. a; kurz darauf tritt dieselbe in das ansehnliche ovale Ganglion b; bei ihrem Austritt c ist sie etwas stärker geworden und verläuft dann noch eine ziemliche

schaften. Jahrgang 1847. Nro. 2. Februar 15. Ebenso übergab ich meinem Freunde, Prof. Canstatt, in Pisa eine kurze Darstellung, wozu, bei verzögerter Absendung, später noch ein Nachtrag kam. Vergl. Canstatt's und Eisenmann's Jahresbericht für 1846. Bd. I. S. 81. Durch Prof. Matteucci veranlaßt sandte ich eine Mittheilung an die Académie des sciences in Paris. Der Brief, vom 10. Februar 1847 aus Pisa datirt, an Herrn Flourens gerichtet, muß den entsprechenden Poststempel haben. Kurz darauf erhielt ich vom Institut Nro. 687 vom 3. März 1847, worin die Extraits inédits des procès verbaux der Société philomatique vom 13. Februar 1847 gegeben sind. Hier fand ich, daß Herr Robin dieselbe Entdeckung bei den Rückenmarksnervenganglien der Rochen gemacht hatte. Da ich vergebens auf den Abdruck meines Schreibens an Herrn Flourens in den Comptes rendus harrete, wendete ich mich an Herrn Milne Edwards Anfangs April, kurz vor meiner Abreise von Pisa, mit Hinweisung auf den Brief an Herrn Flourens; ich hatte einige Zeichnungen beigelegt. Herr Milne Edwards machte eine kurze Mittheilung an die Académie am 5. Mai, und ließ meinen Brief nebst den Figuren im Märzheft der Annales des sciences naturelles abdrucken. Endlich erschien das an Herrn Flourens gerichtete Schreiben in dem Bericht der Sitzung vom 10. Mai, mit der Note: „Cette lettre écrite de Pise en date du 10 février n'est arrivée que cette semaine au Secrétariat de l'Institut.“ Herr Robin nahm von dem Schreiben, sowie von der ausgehobenen Stelle Notiz in seiner eben dadurch hervorgerufenen zweiten Mittheilung an die Société philomatique am 22. Mai 1847, vergl. Institut Nro. 699. Robin berührt hier seine von den meinigen nur in einem Punkte abweichenden Ansichten, und giebt zugleich eine Darstellung seiner Untersuchung der Visceralganglien. Die hier vorkommende ähnliche Structur der Ganglienzellen berührte ich in meinem Berichte an die Königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen unter dem 4. April l. J. Vergl. Nachrichten zc. 1847. Nro. 5, und unter gleichem Datum in meinem Nachtrage zu der Schrift: Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847. Ich habe solche Prioritätsrechtfertigungen; ich bin aber durch obige Note in den Comptes rendus dazu genöthigt. Das Schreiben an Herrn Flourens ging unter dem 10. Februar ab; am 24. verließ ich Pisa. Entweder ist daher der Brief von Pisa nach Paris mit der Post 3 Monate gelaufen, oder er blieb in Paris unbesellt, oder in der Wohnung des Herrn Flourens bis Anfang Mai liegen, obwohl auf der Adresse der Zusatz secrétaire perpétuel stand.

Strecke, ehe sie sich mit der vorderen Wurzel d zu dem gemeinsamen Nervenstamm e verbindet. Dieses Dickerwerden der Wurzel, sobald sie wieder aus dem Ganglion herauskommt, schien mir bei Torpedo vorzüglich davon herzurühren, daß die Scheiden der Primitivfasern in der Dicke etwas zunehmen, vielleicht auch davon, daß, wie es mir öfter schien, die Marksubstanz der Fibrillen selbst etwas im Durchmesser zunimmt, wie dies aus den mehr nur schematisch gehaltenen Figuren 2, 3 und 4 deutlich werden wird. Besonders auffallend werden diese Gegensätze des Durchmessers, wenn man das Präparat einige Zeit im Wasser liegen läßt, wie Fig. 4 darzustellen versucht wurde.

8. In der hinteren Wurzel, sowohl ehe sie in's Ganglion eingetreten ist, a Fig. 1, als auch sobald sie bei e wieder austrat, finden sich an beiden Stellen in, wie es scheint, gleichem numerischen Verhältniß breite, mittelbreite und sehr sparsam, nur etwa $\frac{1}{20}$ ganz dünne Fasern. In der vorderen, nicht durch das Ganglion hindurchtretenden Wurzel d, Fig. 1, schienen mir die ganz schmalen Fasern noch sparsamer zu sein. Hier zählte ich auf 100 Primitivfasern nur 3 ganz schmale, während in den hinteren Wurzeln auf 100 etwa 5 bis 6 feine Fasern kamen.

9. Gleich auf den ersten Blick fällt es auf, daß die Zahl der Ganglienkörper oder Ganglienzellen außerordentlich viel größer ist, als die Zahl der mitteldicken und der dünnen Fasern zusammen, welche letzteren man bisher als sympathische oder trophische Fasern zu betrachten gewohnt war.

10. Ganz genaue Zählungen der einzelnen Elemente eines Ganglions sind schwierig auszuführen. Ich habe aber aus einer Reihe von Durchschnitzzählungen gefunden, daß die Zahl der Primitivfasern, welche in ein Ganglion des mittleren Rückenmarksnerven eingehen, ungefähr 350 bis 400 beträgt. Eben so viele treten aus, und eben so viele zählte ich in der Substanz des Ganglions. Unter dieser Summe mögen etwa 25 ganz feine Fasern durchschnittlich vorkommen.

11. Ob diese Verhältnisse in allen Spinalganglien dieselben bleiben, kann ich nicht mit Sicherheit angeben; sie schienen mir ungefähr für alle Nervenwurzeln zu gelten, welche zum vorderen und mittleren Theile des plexus brachialis für die große Brustfloße gehören. Weiter nach hinten, gegen den Schwanz zu, z. B. im 26. Spinalnerven, glaubte ich etwas mehr dünne Fasern zu finden.

12. Die gangliösen Anschwellungen werden fast ganz von den Ganglienkörpern oder Ganglienzellen gebildet. Diese sind leicht unter einander und im Zusammenhange mit ihren ein- und austretenden Fibrillen zu isoliren. Nur sparsam kommen Bindegewebefibrillen, ästig getheilt, aber wie es scheint keine Knötchenfasern vor. S. Fig. 7 und 8. Diese Zellgewebefasern tragen bei ihrer geringen Menge nur wenig zur Verdickung bei. In ganz jungen Individuen von Torpedo ist aber das Zellgewebe häufiger und stärker entwickelt.

13. Bei ganz großen Torpedines sind die Ganglienzellen allerdings durchschnittlich etwas größer, als bei kleinen. Sonst sind die Verhältnisse dieselben. Ganz kleine Exemplare, Fötus mit Dottersack, habe ich mir diesmal leider nicht verschaffen können.

14. Untersucht man den ganzen Inhalt eines Ganglions, so zeigen sich mancherlei verschiedene Verhältnisse in der Größe und Form der einzelnen Ganglienzellen. Dies werden die Figuren 7 bis 15 verdeutlichen, welche Darstellungen aus dem Ganglion des zweiten Nerven des plexus

brachialis von einem einen Fuß langen männlichen Zitterrochen geben. Die Mehrzahl zeigt sich, wie Fig. 7, ziemlich kugelförmig, besteht, wie alle übrigen, aus einer Hülle a, deren Durchmesser, wie der bei der geplatzten und entleerten Zelle, Fig. 12, durch eine doppelte Contur deutlich wird. Sie ist inwendig gleichmäßig mit feinkörnigem Inhalt b gefüllt, und hat in der Mitte einen hellen Kern c mit einem einfachen, seltener doppelten Kernkörperchen. Ist der Inhalt entleert, Fig. 13, so bildet derselbe gleichwohl eine meist zusammenhängende Masse, und man glaubt wahrzunehmen, daß die sehr kleinen dunkeln Molekeln von einem zähen, ganz durchsichtigen Bindemittel zusammengehalten werden. Die Hülle a schlägt sich über die an beiden Polen entspringenden Primitivfasern d und e weg, indem sie, zugleich sich verdünnend, in deren äußere Scheide übergeht. In der Mehrzahl der Fälle ist weder das Mark ff mit seinen doppelten Conturen in die Zelle, noch der körnige Inhalt der Zelle b in die Markfaser zu verfolgen. Es ist zwischen beiden aber eine etwas unbestimmte Grenze, indem bei gg die doppelten Conturen des Marks aufhören, und doch der Inhalt durchsichtig bleibt, ehe noch der körnige Inhalt der Zelle selbst erscheint. Manchmal aber gehen einzelne körnige Parthien, ganz dem Inhalt der Zelle gleich, aus der Höhle derselben in den Anfang der Primitivfaser, wie Fig. 8. a, über. Es ist sehr schwer zu sagen, ob dies ein natürliches Verhältniß ist, oder ob der hier nie ganz zu vermeidende Druck, die Veränderung, welche man bei der Manipulation der Zerfaserung der Zelle veranlaßt, dasselbe bedingt. Manche von diesen großen Zellen sind, wie Fig. 8, oval, im Uebrigen aber ganz wie die runden Zellen, Fig. 7, gebaut. Wird eine solche Zelle entleert, Fig. 12, so tritt oft der ganze Inhalt b heraus; die Zellenmembran wird dann durchsichtig, ohne daß man im Innern eine Epithelialstructur oder eine besondere Zeichnung der Innenwand wahrnimmt. Im Gegensatz gegen diese vorwaltend vorkommenden großen Zellen erscheinen auch andere, welche um die Hälfte bis auf das Doppelte kleiner sind, meist eine eirunde Gestalt und allerdings eine etwas andere Physiognomie haben. Eine solche Zelle ist Fig. 10 dargestellt. Es sind dies offenbar die zweite Classe von Zellen, welche Robin als *petits globules ganglionnaires* unterscheiden zu müssen glaubt, im Gegensatz zu den *gros globules ganglionnaires*. Von diesen entspringen in der Regel ganz feine Fasern; zuweilen aber entspringt von der einen Seite eine feine, von der anderen eine dickere Faser; der körnige Inhalt erstreckt sich in der Regel etwas weiter in den Fibrillen, welche übrigens auch bald nach ihrem Ursprunge, bei a Fig. 10, eine doppelte Contur wahrnehmen lassen. Auf 20 bis 30 größere und mittelgroße Zellen kommt etwa eine solche kleine. Eine mittelgroße Zelle, wo der Inhalt sehr unscheinbar war, sieht man Fig. 11. Dazwischen kommen aber auch, freilich sehr sparsam, kaum beträchtlich größere, ganz runde Zellen, wie Fig. 9, vor, welche ganz wie die großen runden Zellen (Fig. 7) constituirt sind. Hier in der gegebenen Figur hat, wie öfter, der Kern c zwei Kernkörperchen. Die von der Ganglienzelle entspringenden Fibrillen d und e konnten hier sehr weit verfolgt werden, waren ziemlich gleich dick und gehörten zu den feineren, wenn auch nicht feinsten Fasern. In Fig. 15 ist eine solche mittelfeine, in Fig. 14 eine breite Faser aus diesem Ganglion besonders dargestellt.

15. Untersucht man dasselbe Ganglion aus einem nur 9 Zoll langen weiblichen Zitterrochen, so kommen so ziemlich dieselben Verhältnisse vor,

wie aus den Figuren 16 bis 20 ersichtlich ist. Man findet eine beträchtliche Anzahl großer Zellen, von denen die größten, wie die Fig. 16 dargestellte, mit zwei Kernkörperchen im Nucleus, gleich Fig. 9, versehene, $\frac{1}{20}$ Linie und darüber messen. Diese Zellen geben auf beiden Seiten gleich starke Primitivfasern ab. Andere runde Zellen, Fig. 17, sind kleiner, messen $\frac{1}{3}$ Linie mit ähnlichen verhältnißmäßig dünnen Fibrillen. Man sieht bei x, wo die eine Faser abgerissen ist, den Austritt des körnigen Inhalts. Ähnlich verhalten sich die noch kleineren, mehr ovalen Zellen, Fig. 18 und 19, welche ziemlich zahlreich sind im Verhältniß zu den sehr sparsamen, allerkleinsten, Fig. 20, die nur $\frac{1}{80}$ Linie messen und allerdings sehr feine Fibrillen abgeben. Auch bei diesem Exemplar von Zitterrochen vermiste ich jene eigenthümliche Zellschicht, welche als Innenlage an den Wänden der Ganglienzellen des nachfolgenden Individuums vorkam.

16. Zuweilen sieht man, wie z. B. bei den meisten Ganglienkörpern aus der Gruppe Fig. 21 bis 26¹⁾, welche dem Spinalganglion eines sehr großen, ausgewachsenen Zitterrochens entnommen sind, eine eigenthümliche Bildung. Bei vielen, nicht allen, Ganglienzellen erscheinen auf der Innenfläche der Zellenwand helle, kreisrunde Zellchen mit einem centralen Kern in einem jeden, z. B. Fig. 21 und 28. Diese Zellen haben das Eigenthümliche, daß sie nicht, wie die Epithelialzellen, ganz aneinanderstoßen und durch ihre Berührung eckig werden, auch daß sie nur eine ganz einfache Schicht zu bilden scheinen. Diese kreisrunden Gebilde erscheinen vorzüglich deutlich durch Imbibition, sobald die Präparate etwas unter Wasser gelegen haben. Setzt man Essigsäure hinzu, so scheinen die zarten Zellennembranen aufgelöst zu werden, und ein solches Ganglienkörperchen erscheint dann, wie Fig. 23; nach längerer Einwirkung verdünnter Essigsäure bleiben zuletzt bloß die Körner übrig, welche nun um so dunkler und schärfer hervortreten, wie in Fig. 26. Bei manchen Ganglienkörpern fehlen diese Bildungen, oder sind doch undeutlich, zeigen sich zuweilen nur als Kernanlagen, wie Fig. 26. a, so namentlich in der Regel in den kleinsten, immer sehr sparsamen, ovalen Zellen, Fig. 26. b. Im ausgedrückten Zelleninhalt (Fig. 13) habe ich diese Zellchen nie mehr wahrnehmen können. Was die Faserursprünge betrifft, so gehen von den kleinen, ovalen Zellen allerdings meist feine Fasern aus, welche erst im Verlaufe den genuinen Charakter aller Primitivfasern annehmen. Bei ihrem Ursprunge zeigen sie meist einen mehr feingranulirten Inhalt, der aber im weiteren Verlauf zum ächten Nervenmark wird. Zuweilen aber geht nach der einen Seite, wie in Fig. 22, eine feine Fibrille bei a, nach der andern Seite bei b aber eine breite Faser ab.

17. Wie schon oben bemerkt, scheinen in manchen Spinalganglien die kleinen, ovalen Ganglienzellen und die feinen Fasern häufiger vorzukommen, wie z. B. im 26. Spinalganglion von Torpedo. Neben ganz großen Zellen kommen deren sehr kleine, Fig. 27, vor, aus denen ganz feine Fibrillen entspringen; andere etwas größere, aus denen auf der einen Seite eine ganz feine Fibrille, auf der andern Seite eine oft mehr als doppelt so starke entspringt, Fig. 28 und 29, und zwar kommt bald die

¹⁾ Ich habe in den citirten Figuren nur die mittelgroßen und vorzugsweise ovalen Ganglienkörper dargestellt; die größten, welche ich fand, habe ich in den Abbildungen weggelassen.

dicke vom Rückenmark und die dünne geht nach der Peripherie, wie Fig. 29, oder es ist umgekehrt der Fall.

18. In seltenen Fällen, z. B. einmal am 3. Spinalganglion, gelang es, das sonst erst außerhalb der Zellenhöhle in den Fibrillen erscheinende Mark in dieselbe hereinragen zu sehen, wie Fig. 31¹⁾, oder es hörte in beiden Fibrillen stumpf zugespitzt auf, wie Fig. 30.

19. Bei Torpedo und den übrigen Plagiostomen gehört, was kaum weiter bemerkt zu werden braucht, die Ganglienbildung durchaus der sensiblen Wurzel an, wie beim Frosch und allen Wirbelthieren. Sehr gut lassen sich übrigens bei lebenden oder frischgetödteten Thieren die bekannten Experimente zur Erhärtung des Bell'schen Lehrsatzes wiederholen. Da das Ganglion Fig. 1, b, ziemlich in der Mitte der sensiblen Wurzel liegt, nicht wie beim Frosch ganz am peripherischen Ende, wo dieses mit der vorderen Wurzel sich vereinigt, so kann man mechanische, galvanische u. Reizungsversuche am centralen Ende der Wurzel a, ehe selbe in's Ganglion eintritt, oder am peripherischen in c, nach dem Austritte aus dem Ganglion machen. Der Erfolg ist immer der gleiche, nie tritt Muskelzuckung auf, welche sich immer bei Reizung der vorderen Wurzel einstellt.

20. Nachdem ich die mir eigenthümlichen Beobachtungen gegeben habe, will ich gedrängt zusammenstellen, was Robin a. a. D. über die Structur der Spinalganglien der Knochen mitgetheilt hat. Robin unterscheidet in der hinteren Wurzel zweierlei Fasern, breite und dünne. Letztere sieht er, im Gegensatz gegen Kölliker, als eine besondere Ordnung von Nervenröhren an. Die dünnen Röhren oder Fibern haben zwar die doppelten Conturen; diese fehlen aber und machen mehr einem feinkörnigen Inhalt an den sehr verengten Stellen der Fasern Platz. Die vordere Wurzel wird nur von breiten Röhren oder Fasern zusammengesetzt. In den hinteren Wurzeln bilden die dünnen Fasern selbst kleine Bündel. Der Nerv, welcher aus der Verbindung beider Wurzeln hervorgeht, zeigt auch Fasern beider Ordnungen, d. h. breite und schmale. Um die breiten Fasern sieht man Zellgewebsfasern verlaufen, welche jene mit ihren benachbarten Nervenfasern verbinden. Dieses Zellgewebe ist vielleicht etwas häufiger in den Ganglien, welche Anschwellungen sonst ganz von der Anhäufung der Ganglienzellen oder Ganglienkörper herrühren. Die Ganglienzellen bilden zweierlei scharf geschiedene Arten. Jede Art von Ganglienzelle oder Ganglienkörper entspricht einer der beiden Ordnungen der Nervenfasern. Jede Nervenprimitivfaser ist in Verbindung mit einer bestimmten Art von Ganglienkörpern. Von diesen Ganglienkörpern sind die einen immer dicker, sphärischer u. s. w., und diese Form ist in Verbindung mit den breiten Fasern. Die andern Ganglienkörper sind kleiner, gewöhnlich länglich eirund, selten sphärisch u. s. w. Sie sind immer in Verbindung mit den feinen Fasern. Es giebt also 1) große Ganglienkugeln, welche den breiten Fasern entsprechen, 2) kleine Ganglienkugeln, welche den dünnen oder feinen Fasern entsprechen. Niemals sind die breiten Fasern in Verbindung mit den kleinen Ganglienkörpern und umgekehrt. Die ersteren sind die

¹⁾ Wie dies auch der Fall war bei der Fibrille Fig. VI, a, in meiner Schrift: Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven. Leipzig 1847. — Ebendasselbst ist eine Ganglienzelle dargestellt, Fig. VI, g, wo ein Stück Nervenmark innen zu liegen schien. Wahrscheinlich habe ich mich hier getäuscht und etwas Abnormes dafür angesehen. Es kam mir diese Erscheinung nicht mehr vor.

sensitiven, die anderen die nutritiven oder sympathischen Fasern. Robin beschreibt nun die beiden Classen von Ganglienkörpern genauer: A. Die großen Kugeln sind sphärisch, öfter abgeplattet an beiden entgegengesetzten Polen, so daß der Durchmesser des einen Endes oft um ein Drittheil bis ein Viertheil kleiner ist, als der des anderen. Sie messen durchschnittlich $0^{\text{mm}},120$, so daß man sie mit bloßem Auge wahrnehmen kann. Man bemerkt an diesen Ganglienkörpern: 1) Zwei parallele Linien, welche die $0^{\text{mm}},015$ dicke Hülle andeuten. 2) Eine Lage hyaliner, durchsichtiger Zellen, ohne Kerne, ganz rund, ohne sich wechselseitig zusammenzudrängen, nach Art des Epitheliums und von $0^{\text{mm}},016$ bis $0^{\text{mm}},025$. Man kann durch geeignetes Verfahren zeigen, daß sie an der inneren Fläche der Hülle ansitzen, zwischen derselben und dem Inhalte. 3) Eine feinstörnige Masse füllt die Ganglienkugel aus; sie ist graugelb, wird durch Alkohol dunkler und zieht sich mehr zusammen; Essigsäure macht sie durchsichtiger. Zerreißt die äußere Membran, so tritt der Inhalt vollständig aus, ohne sich auszubreiten oder zu zerfließen, sondern indem er seine Gestalt bewahrt, ohne daß er eine besondere Membran zeigt. 4) Im Mittelpunkt oder mehr oder weniger gegen den Umfang sieht man sphärische oder eirunde Zellen, mit scharfen Rändern, deren Inhalt klar und durchsichtig ist und einen, zuweilen auch zwei oder drei Kerne einschließt. Zuweilen sind einige Granulationen um den Kern angehäuft. Von beiden einander entgegengesetzten Polen entspringen Primitivfasern. Ehe sich eine Fibrille in eine Ganglienkugel einsenkt, verengert sich der Kanal jeder Röhre um mehr als die Hälfte und während einer ziemlich beträchtlichen Länge, um in die Höhle der Ganglienkugel einzutreten, und breitet sich trichterförmig aus, da, wo er einmündet. Desters sieht man den Inhalt von einer oder zwei Nervenröhren, flüssiger und dunkler gefärbt, als derjenige der Ganglienzellen, in das Innere derselben eindringen. Zuweilen läßt die Hülle der Zelle umgekehrt ihren Inhalt in die Nervenröhre dringen. In keinem Falle communicirt die Nervenröhre mit der Centralzelle (Kern der Ganglienzelle), wie Harleß es sagt und abbildet.¹⁾ Die innere Fläche der Nervenröhre geht unmittelbar in die der Ganglienzelle über. Den übrigen Raum zwischen beiden füllt der Inhalt der Zelle aus. B. Die zweite Classe, die kleinen Ganglienkugeln, sind eiförmig, mehr oder weniger regelmäßig, zuweilen fast sphärisch oder birnförmig. Sie sind immer kleiner, als die vorher beschriebenen Ganglienkörper; sie messen $0^{\text{mm}},116$ bis $0^{\text{mm}},080$ in der Länge, mit $0^{\text{mm}},060$ bis $0^{\text{mm}},070$ in der Breite. Sie zeigen von der Peripherie gegen den Mittelpunkt: 1) Eine sehr dünne Umhüllungsmembran, deren doppelte Contour zuweilen in eine einzige, dicke, dunkle Contour zusammenfließt. Diese Membran ist amorph, durchsichtig, zuweilen auf ihrer Oberfläche mit Zellgewebefasern durchsetzt. 2) Eine Lage heller, durchsichtiger, scharfrandiger, sphärischer, $0^{\text{mm}},016$ bis $0^{\text{mm}},020$ großen Zellen, alle mit einem Centralkern versehen. Läßt man den Inhalt durch Alkohol sich zusammenziehen, so sieht man, daß sich diese Zellen nicht so wechselseitig drängen, wie die Epithelialzellen, obwohl sie auf der Innenfläche der Umhüllungsmembran eine besondere Lage bilden. 3) Der Inhalt dieser Ganglienkörper läßt sich im frischen Zustande nicht erkennen; er wird durch die vorhin beschriebene Zellenlage verdeckt. Aber

¹⁾ S. E. Harleß Abhandlung in Müller's Archiv. 1846.

Alkohol macht ihn gelblich durchscheinend und körnig. 4) Im oder nahe am Mittelpunkt sieht man eine sphärische oder eirunde Zelle mit scharfen Rändern, fast ganz ähnlich, wie die der anderen größeren Ganglienkugeln. Sie schließt öfter einen feinkörnigen Inhalt ein; man sieht sie nicht in allen Zellen. Von den Polen der langen Axe entspringen Nervenprimitivröhren, eine von jedem Ende. Die kleinen Ganglienzellen bilden Gruppen zu 4 und 8, und die großen, welche ein wenig zahlreicher sind, bilden dagegen von ihrer Seite Haufen von 6 bis 10 ungefähr. Die dünnen Fasern, welche von den kleinen Ganglienkugeln entspringen, verbinden sich bald zu engen Bündeln. Ein Ganglion entsteht aus einer Anhäufung von den vorhin beschriebenen Kugeln in einem engen Raum.

21. Vergleicht man die eben gegebenen Beschreibungen Robin's mit meinen oben durch die entsprechenden Figuren erläuterten, so wird sich leicht ergeben, daß wir in sehr vielen Punkten übereinstimmen. Kleinere Abweichungen lassen sich vielleicht aus den verschiedenen Species von Thieren ableiten, die wir zum Vorwurfe unserer Untersuchungen gewählt haben. Uebrigens fand auch Robin, wie ich, daß bei anderen Thierclassen die Bildungen ebenso sind, nur wegen des umhüllenden Zellgewebes viel schwerer wahrzunehmen. Nach Robin eignen sich hiezu auch Vögel, wo ich zu wenig entscheidenden Resultaten kam. Die Hauptdifferenzen zwischen Robin und mir möchten nur folgende sein — wobei ich allein die Rückenmarksnerven und Ganglien vor Augen habe:

- a. Nach Robin kommen feine Fasern nur in der hinteren Wurzel, in der vorderen nur breite vor, während ich feine, nur etwas sparsamer, auch in der vorderen Wurzel fand. Vergl. S. 8.
- b. Robin statuirt zwei scharf gesonderte Classen von Ganglienkörpern, während ich Mittelformen und Uebergänge annehme, obwohl allerdings die ganz feinen Fasern mit den kleinen Zellen, wie die großen Zellen mit den breiten Fasern, in der Regel im Zusammenhange stehen, und physiognomische Unterschiede vorhanden sind, welche einigermaßen, wenn auch nicht so strenge, Robin's Ansichten rechtfertigen. Vergl. S. 14—17.

2. Cerebrospinalganglien.

22. Cerebrospinalganglien nenne ich diejenigen, welche an der Wurzel oder im Verlaufe der peripherischen Ausbreitung der Hirnnerven vorkommen, ohne in das Gehirn selbst eingesenkt zu sein, oder im nahen anatomischen Zusammenhang mit einem Brust- oder Baucheingeweide zu stehen. So gehören hieher die Ganglien an der Wurzel des Trigeminus und an seinen Aesten; die Riemenganglien des Vagus, aber nicht das Ganglion gastricum am Magenweig des Vagus, das bei Torpedo am Uebergang der Speiseröhre in den Magen liegt. Dies ist ein Visceralganglion.

23. Unter den Cerebrospinalganglien habe ich nur das Wurzelganglion des N. trigeminus (Ganglion Gasseri), die Riemennervenganglien und die im oberen Drittheile des Seitennerven eingelegten Ganglienmassen bei Torpedo, zum Theil auch bei Raja und Squalus, genauer untersucht. Die Anordnung der Elemente ist sehr übereinstimmend mit derjenigen der Spinalganglien, und da ich von den genannten Hirnnervenganglien theilweise schon früher Abbildungen in meiner mehrfach citirten Schrift gegeben habe¹⁾, so wollte ich hier keine weiteren bildlichen Darstellungen aufnehmen.

¹⁾ Neue Untersuchungen u. s. w. Fig. VI.

24. Das starke Ganglion der großen Wurzel des N. trigeminus enthält eine sehr große Menge Ganglienzellen. Die zu denselben eintretenden Primitivfasern sind vorwaltend breite. Viel sparsamer sind die ganz feinen, aber auch immer mit doppelter Contour (bei starken Vergrößerungen) erscheinenden Fasern. Dasselbe gilt von den Ganglienzellen. Es kommen meist große, rundliche, darunter aber auch zwei- bis dreifach kleinere, im Ganzen zwischen $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Linie messende Ganglienkörper vor. Die meisten messen $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{30}$ Linie. Bei manchen Individuen sind mehr, bei anderen weniger Zellgewebsfasern vorhanden. Das Zellgewebe besteht hier aus nicht selten starken, verästelten Fibrillen. Knötchenfibrillen kommen gar nicht, oder in sehr geringer Menge vor. Die strenge Nachweisung des numerischen Verhältnisses der Fasern und Zellen nach ihren Durchmessern war ihrer Menge wegen nicht herzustellen. Im ramus primus nervi trigemini fanden sich ziemlich viele breite und mitteldünne Fasern von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{250}$ Linie im Durchmesser, und bildeten die Mehrzahl, während im ramus electricus trigemini, der am Ganglion vorbeistreicht, die Fibrillen alle sehr stark sind und zwischen $\frac{1}{125}$ und $\frac{1}{175}$ Linie oscilliren, im Mittel etwa $\frac{1}{150}$ Linie messen, ohne daß mitteldünne oder ganz dünne Fasern weiter von mir bemerkt worden wären. Ohne mit derselben Wahrscheinlichkeit, wie in den Spinalganglien, eine genaue numerische Uebereinstimmung zwischen eintretenden, austretenden Fasern und Ganglienzellen angeben zu können, habe ich doch wenigstens keine durchsetzenden Fasern gefunden, und jede untersuchte Zelle hatte die beiden Faserursprünge an den beiden Polen gegen Peripherie und Centrum.

25. Die aus dem N. vagus heraustretenden und zu den Riemen verlaufenden Nerven schwellen alle kurz nach ihrem Austritte aus dem Wurzelstamm des Vagus zu kleinen, aber im Verhältnisse zu ihren Wurzeln sehr dicken Ganglien an. Ich habe sie bei Raja, Torpedo und Squalus untersucht. Die Dicke des Ganglions wird hier nicht in dem Maße, wie bei den Spinalganglien, fast ausschließlich durch die Anhäufung der Ganglienzellen bewirkt, sondern es nehmen auch hier mehr zellgewebige Elemente Theil, die sich besonders reichlich bei den Haiischen finden. Doch ist die Zahl der Ganglienzellen so beträchtlich, daß sie der Zahl der ein- und austretenden Primitivfasern zu entsprechen scheinen. Es gelingt hier nicht so gut, wie in den Spinalganglien, die Ganglienmasse zu zerfasern und jede einzelne Faser zu ihrer Zelle zu verfolgen. Indes kommen unzweifelhaft breite und schmale Fasern gemischt vor, und ebenso sind die Ganglienkörper von verschiedener Größe; unter ihnen befinden sich ziemlich viele kleine, rundliche und ovale. In den elektrischen Zweigen des Vagus, welche nur als zufällig demselben aggregirt zu betrachten sind (vergl. später S. 73), und die sonst keine Ganglien haben, als die Centralganglien oder Hirnlappen, aus denen sie unmittelbar entspringen, sind alle Primitivfasern sehr breit und werden von einer sehr dicken Hülle umgeben.¹⁾ Sie messen kurz nach ihrem Ursprünge $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{200}$ Linie, nehmen aber selbst in ihrer Marksubstanz an Dicke allmählig so zu, daß sie zwischen den Säulen des elektrischen Organs angelangt nur $\frac{1}{100}$ Linie messen.

26. Die Seitennerven habe ich nur einmal bei einem Haiische genauer untersucht. Hier zeigt der vom N. vagus entspringende N. lateralis

¹⁾ Vergl. die angeführte Schrift, Fig. H.

keine äußere Anschwellung, wohl aber kommen in seinem ersten Drittheile eingestreute Gruppen von Ganglien vor, welche durch kleine Zwischenräume, in denen man bloße Fasern wahrnimmt, von einander getrennt werden. Unter den Primitivfasern kommen hier im Seitennerv sehr ansehnlich dicke von $\frac{1}{150}$, selbst von $\frac{1}{100}$ Linie vor, welche also im Durchmesser denen im elektrischen Organe gleichen. Zwischen denselben zeigen sich aber auch zahlreich feinere von $\frac{1}{250}$ bis $\frac{1}{300}$ Linie und darunter, also feine und mittelfeine. Beim Torpedo fand ich eigentlich noch mehr, ja sehr viele schmale Fasern von $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{350}$ Linie Dicke zwischen dickeren Fasern von $\frac{1}{200}$ Linie Dicke. Dasselbe gilt auch bei *Squalus* von den Ganglienzellen, wo ich sehr große, runde und ovale von $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{18}$ Linie sah, aus denen dann in der Regel entsprechend breite Fasern entspringen, und viele kleinere, meist eirunde Ganglienkörper von $\frac{1}{40}$ Linie mit feinen Faserursprüngen. Der Seitennerv läßt sich sehr leicht zerfasern, besonders wenn man ihn in kleine Querstücke theilt, diese mit Wasser benetzt und dann mit Nadeln theilt. Hier scheinen überhaupt viel mehr Fibrillen als Ganglienzellen vorhanden, so daß offenbar viele Primitivfasern im Systeme des Seitennerven verlaufen, ohne eine Combination mit Ganglienzellen einzugehen. Wo aber eine solche stattfindet, entspringen immer, wie sonst, zwei Fasern, eine nach dem Centrum, die andere nach der Peripherie verlaufend, wie denn alle aus- und eintretenden Fasern nach der Längenrichtung des Nervenstammes verlaufen.

27. Etwas Analoges kommt bei den Hirnnerven des Frosches vor. Hier finden sich einzelne Zweige von Cerebrospinalnerven, in denen zuweilen solche einzelne Ganglienkörper eingebettet sind, von denen ich zwar nicht den doppelten Faserursprung gesehen habe, welcher aber der Analogie nach zu vermuthen ist.

28. Was die physiologischen Verhältnisse der Cerebrospinalnerven betrifft, so hat man bekanntlich bis in die neueste Zeit darüber eine verschiedene Meinung gehabt, ob die mit Ganglien versehenen Wurzeln der Hirnnerven rein sensibel oder gemischt seien. Ich glaubte immer, daß wir es da, wo alle Primitivfasern mit Ganglienkörpern, wie in den Rückenmarksnerven, in Verbindung stehen, mit rein sensiblen Nerven zu thun haben. Dies scheint der Fall auch bei den meisten Cerebrospinalganglien von Torpedo, so namentlich beim Ganglion Gasseri zu sein. Dagegen war es mir merkwürdig, in einem Falle auf jedesmalige Reizung der Riemenganglien und Riemennerven deutliche und starke Contractionen in den Riememuskeln wahrzunehmen.

3. Visceralganglien.

29. Alle diejenigen Ganglien, aus denen Zweige zu den Organen der Athmung, des Kreislaufs, den Chymifications- und Chylificationsorganen, sowie den Sekretions- und Geschlechtswerkzeugen gehen, nenne ich Visceralganglien. Auch die in der Scheidewand des Herzens vorkommenden Anhäufungen von ziemlich zerstreuten und incohärenten Ganglienzellen rechne ich hieher. Die Visceralganglien gehören nicht allein dem gemeiniglich zum System des N. sympathicus gehörigen Gebiete an, sondern dehnen sich auch auf andere Nerven, wie z. B. gewiß und namentlich sehr ausgedehnt bei den niederen Wirbelthieren auf das Gebiet des Vagus, sowie des Trigemini aus. Wahrscheinlich gehören das Ganglion ciliare, oticum, maxillare inferius hieher.

30. Bei Torpedo und Raja kommen solche Ganglienanhäufungen an verschiedenen Stellen im Unterleibe vor, welche sich ebenfalls sehr gut zur Untersuchung eignen, obwohl ihre Analyse viel schwieriger ist, als die der Cerebrospinalganglien und besonders der Spinalganglien. Die dem Gebiete des Vagus angehörigen, wie das ansehnliche G. gastricum am Anfang des Magens, oder die dem Sympathicus zukommenden, wie z. B. das an der unteren Hohlvene bei ihrer Einmündung in den großen Vorsinus des Herzens, verhalten sich im Wesentlichen gleich. An letzterem hat Robin seine neueren Untersuchungen¹⁾, an ersterem habe ich vorzüglich die meinigen angestellt.

31. Charakteristisch für alle Visceralganglien ist der Umstand, daß die in sie ein- und austretenden Zweige außerordentlich viel mehr feine als breite Primitivfasern enthalten. Während z. B. in den Spinalganglien der genannten Fische nur $\frac{1}{5}$ ganz feine Fasern vorkommen, enthalten die Visceralganglien ungefähr $\frac{3}{5}$ ganz feine, $\frac{2}{5}$ mittelfeine und nur $\frac{1}{5}$ ungefähr ganz breite Fibrillen. Dies sind jedoch nur mittlere und allgemeine Angaben über die numerischen Verhältnisse, welche sonst variiren und zwar zu Gunsten des Vorwaltens der feinen Fasern, welche in einzelnen Ganglienanhäufungen auch $\frac{4}{5}$, ja bis zu $\frac{9}{10}$ und mehr betragen können.

32. Dasselbe gilt auch von den feineren Nervenzweigen der Organe im Unterleib, welche zwischen dem Zellgewebe verlaufen. So z. B. zeigten bei Torpedo die Nervenästchen, welche im Zellgewebe der Nieren vorkommen, Verhältnisse, wie sie in Fig. 32 darzustellen versucht wurden. Auf zwei ziemlich starke Fasern a und b kam nur eine mittelfeine c und sieben dünne. Die Gruppe Fig. 33 zeigt aus den Wandungen des vas deferens vier feine Fasern und eine grobe. Einzelne sehr starke Fasern, denen im elektrischen Organe gleich oder fast gleichkommend im Durchmesser, fand ich in den zu den Eileitern tretenden Zweigen Fig. 34; sie maßen $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{100}$ Linie. Der ansehnliche Zweig des Vagus zum Magen enthält, da, wo er in das Ganglion austrahlt, Fig. 36, und anderwärts sehr viele ganz feine Fibrillen von $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$, ja selbst $\frac{1}{500}$ Linie im Durchmesser, neben viel dickeren von $\frac{1}{200}$ und selbst $\frac{1}{150}$ Linie. Diese Gradationen im Durchmesser der Fibrillen aus einem solchen Vaguszweig sind in Fig. 35 dargestellt; in a sieht man eine sehr starke, fast $\frac{1}{100}$ Linie dicke Fibrille aus einem willkürlichen Muskel zum Vergleich; b, c, d, e sind Fibrillen von $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$ und $\frac{1}{500}$ Linie in der Dicke, und e zeigt zugleich die Barikositäten, die man nicht selten an diesen Fibrillen wahrnimmt.

33. Eigenthümliche Unterschiede in der Structur des Marks zwischen dicken und feinen Fasern konnte ich nicht wahrnehmen. Sind die Fibrillen gut erhalten und wendet man eine klare und hinreichend starke Vergrößerung an, so wird man auch in den feinsten Fasern die in Folge leichter Alteration des Nervenmarks so allgemein und charakteristisch vorkommenden doppelten Contouren nicht vermissen.

34. Zahlreiches, einfaches, ästig getheiltes Zellgewebe begleitet stets die Nervenfasern im Unterleib, giebt an die einzelnen Primitivfasern verhältnißmäßig starke Scheiden, und verbindet dieselben wieder so dicht, daß sie schwer auseinander zu faseren sind. Das Zellgewebe bildet ein förmliches Stroma, ein Lager, in welches die Fasern bündelweise oder

¹⁾ Robin l'Institut nro. 699. 26. Mai 1847.

einzelu eingebettet sind. Es ist deshalb auch schwierig, eine einzelne Faser weit zu verfolgen.

35. Zur Darstellung der Structur der Ganglien wähle ich das leicht zugängliche, eine schärfere microscopische Analyse vorzüglich gut gestattende, ansehnliche, aus zwei Lappen bestehende Ganglion gastricum. In demselben kommen neben den Primitivfasern von verschiedenem Durchmesser, Fig. 37, a und b, Knötchenfibrillen und feine Zellgewebefasern c, c vor. Außerdem aber wird das Ganglion noch zum großen Theile zusammengesetzt aus einer Schicht von blaffen, $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{400}$ Linie großen Körnern d, d, d, welche den Charakter von Zellkernen haben, eine granulirte Oberfläche oder fein molukelare Substanz zeigen, mit Essigsäure behandelt dunklere Contouren bekommen, und zuweilen sehr dunkle und kleine Kernkörperchen wahrnehmen lassen. Diese Kerne oder Körner stehen in ziemlichen Distanzen von einander, welche zuweilen ihren ganzen oder halben Durchmesser betragen, sind zugleich mit den Primitivfasern und Zellgewebefasern eingebettet in ein sehr feinkörniges Lager einer amorphen Substanz, welche aus höchst feinen Molekeln besteht, e, e, e, e; eine feinkörnige Masse, wie sie auch in den Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien, eingeschlossen von deren Hülle, vorkommt.

36. In dem Ganglion gastricum giebt es übrigens Parthien, wo das ebenbeschriebene Körnerlager inselartig separirte Abtheilungen bildet, Fig. 38, a, ohne daß Nervenfasern durchsetzen oder Ganglienzellen eingebettet sind. Ebenso kommen aber auch wirklich durchsetzende, meist aus ganz feinen Primitivfasern gebildete Nervenzweige, Fig. 38, b, vor; während nebenan zugleich in c wieder Gruppen engverbundener, durch Zellgewebe- und Knötchenfibrillen versülzter Ganglienzellen e austraten, welche auf den ersten Blick, nicht so, wie alle Ganglienkörper höherer Wirbelthiere, mit Primitivfasern im continuirlicher Zusammenhange stehen.

37. Isolirt man diese Ganglienzellen durch Zerreißung mit feinen Nadeln, so geschieht es sehr leicht, daß die von ihnen entspringenden Fasern, wie bei den übrigen Wirbelthieren, abreißen, und daß man sie ohne Conner mit denselben glaubt. Jede einzelne Ganglienzelle erscheint umgeben von einer Lage von Knötchenfibrillen, wie in Fig. 40, a, welche man zum Theil lösen kann, wenn man, Fig. 40, b, Essigsäure anwendet, worauf die Kerne der Knötchenfibrillen dunklere Contouren bekommen. Zuweilen gelingt es auch, die Zelle, wie in Fig. 40, c, ganz frei wahrzunehmen, und nebenan die durch die Einwirkung der Essigsäure ebenfalls mit starken, dunkeln Contouren versehenen Kerne des Körnerlagers d, d.

38. Bei einiger Geduld ist man jedoch auch hier im Stande, die Ganglienzellen mit den an beiden Enden entspringenden Primitivfasern deutlich wahrzunehmen. Sie sind von verschiedener Größe, wie z. B. g, Fig. 40, $\frac{1}{3}$ Linie im langen Durchmesser maß, und ziemlich breite Fasern entließ, während f und e viel kleiner waren. Es kamen einzelne Ganglienzellen vor, welche nur $\frac{1}{80}$ Linie im Durchmesser hatten. Die abgehenden Fasern zeigen immer in ihren Anfängen eine ähnliche feinkörnige Substanz, wie der Inhalt der Ganglienzellen. Es wird übrigens schwer sein, anzugeben, wie weit dies der zum Isoliren nothwendigen Manipulation zuzuschreiben ist, weil hiebei immer Druck, Imbibition u. s. w. einwirken, oder inwieferne wirklich dieses Aussehen natürlich ist.

39. Bei großer Aufmerksamkeit aber gelingt es zuweilen, die an beiden Polen, ganz wie bei den Spinalganglien, entspringenden Fasern

auch eine größere Strecke weit zu verfolgen, und den Inhalt, wie bei Fig. 39, a, so zu erhalten, daß das durchsichtige Mark mit den doppelten Contouren auf das Deutlichste erkannt werden kann.

40. Auch die Kernzelle, mit einem oder zwei Kernkörperchen, Fig. 39 und 40, a, b, c, ist bei vielen solchen Ganglienzellen deutlich, bei anderen, besonders den kleinsten, ist der Kern aber oft nur undeutlich oder gar nicht aufzufinden.

41. Die in den Visceralganglien vorkommenden Ganglienzellen sind allerdings meist oval, zuweilen aber auch rundlich, wie Fig. 39, b. Was die numerischen Verhältnisse betrifft, so sind hier die kleinen Ganglienzellen allerdings vorherrschend, und dieselben messen, wie Fig. 39, b und c, von $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{5}$ Linie. Aber auch viele mittelgroße und selbst große finden sich darunter, wie Fig. 39, a, wo die Zelle $\frac{1}{3}$ Linie, die abgehenden Primitivfasern $\frac{1}{50}$ Linie maßen. Ganz große Ganglienzellen, wie in den Cerebrospinalganglien und in den Spinalganglien, wo die größten $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$ Linie messen, habe ich nicht gefunden.

41. Vergleicht man diese Bildungen im Ganglion gastricum und in den übrigen Visceralganglien mit der Substanz des Gehirns des Zitterrochen, so ist es interessant, daß man sowohl im kleinen Gehirn, Fig. 47, als in der Masse der Bierhügel, Fig. 48, sowie in den Hemisphären, Fig. 49, eine feinkörnige, sonst amorphe Masse findet, in welcher zerstreute Kerne oder Körner von $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{350}$ Linie Größe vorkommen. Die stärksten Größendifferenzen in diesen Elementen schienen die Hemisphären zu zeigen. Diese Kerne schienen mir durchaus niemals Combinationen mit den Primitivfasern einzugehen, in der Weise, daß letztere aus denselben entspringen. Die Primitivfasern gehören zu den feinen, Fig. 50, a, messen im Durchschnitt im kleinen Gehirn $\frac{1}{400}$, in den Bierhügeln und Hemisphären $\frac{1}{500}$ Linie, und werden, wie bekannt, leicht varikös. Die Kerne, Fig. 50, oscilliren von $\frac{1}{500}$ (c) bis $\frac{1}{350}$ Linie (b), und haben ganz denselben Charakter wie diejenigen, welche oben bei Beschreibung des Ganglion gastricum genauer geschildert wurden; nur schienen sie mir noch mehr granulirt.

42. Robin fand bei seinen Untersuchungen die Visceralganglien im Wesentlichen gebildet wie die Spinalganglien. Jedoch unterschieden sie sich nach seinen Angaben in folgenden Punkten: a) Anstatt ausschließlich durch Ganglienkugeln und Nervenröhren, die durch Zellgewebe verbunden werden, gebildet zu sein, findet man noch eine vereinigende, amorphe Substanz, welche von kleinen Molekularkörnchen durchsät ist, und dann vorzüglich eine große Menge von granulirten Körnern (globules granuleux), welche alle 0^{mm},012 messen. Hiedurch werden die Visceralganglien weit dichter und ihre Präparation ist schwieriger. b) Die großen Ganglienkörper und breiten Nervenröhren sind nur in sehr geringer Menge vorhanden; kaum findet man eine auf ungefähr vier kleine Ganglienkugeln mit dünnen Fasern. c) Die großen sowohl, als die kleinen Ganglienkugeln sind weniger regelmäßig, als die der Rückenmarksnerven; dies rührt von der sehr dichten, oben beschriebenen, sie vereinigenden Masse her, welche sie umgiebt und zusammendrückt. Es sind dies vorzüglich die kleinen Ganglienkugeln, welche in Form und Größe wechseln. Die regelmäßigsten befinden sich im Mittelpunkt der Ganglien. Was die an der Oberfläche und besonders an den ausgezogenen Enden dieser Ganglien betrifft, so sind die Ganglienkugeln hier sehr verlängert, spindelförmig und messen 0^{mm},110 in der Länge auf 0^{mm},040 in der Breite. Die meisten sind um die Hälfte kleiner. d) Die

großen Kugeln zeigen hier nur selten die Schicht farbloser Zellen ohne Kerne, welche die innere Oberfläche ihrer dicken Hülle auskleidet. Ihr Inhalt ist dunkler als in den Ganglien der Spinalnerven, und besteht aus größeren Körnchen, wodurch die Centralzelle mit ihrem Kerne schwerer sichtbar wird. Die kleinen Kugeln zeigen nicht mehr die mit Kernen versehenen Zellenschichten, welche denselben Gebilden in den Spinalganglien ein so merkwürdiges Ansehen verleihen; sondern die Oberfläche ihres Inhalts wird von kleinen Körpern oder Kernen bedeckt, welche rundlich oder polygonal sind und ein dunkel-ambra gelbes Ansehen haben; sie messen $0^{\text{mm}},003$ bis $0^{\text{mm}},006$, und unterscheiden sich sehr von den Kernen der Hülle der dünnen Nervenröhren. Die Zahl und dunkle Farbe dieser Kerne verhindert oft, die Kernzelle dieser Ganglienkugeln wahrzunehmen. Ihr Inhalt ist sehr viel dichter, als der der Spinalganglien. e) Trotz diesen Verschiedenheiten ist es immer leicht, die Kugeln der breiten Röhren zu unterscheiden von denen der feinen und zwar durch die dickere Hülle der ersteren, durch deren regelmässige, fast sphärische Gestalt und die plötzliche Insertion der breiten Fasern an beiden einander entgegengesetzten, in der Regel etwas abgeplatteten Polen. Die kleinen Kugeln lassen sich erkennen: durch die Dünne ihrer Scheide, durch ihre eiförmige, öfters sehr in die Länge gezogene Gestalt und durch ihre nicht so abgesetzte Insertion der von den ausgezogenen Enden entspringenden Fasern, was diesen Ganglienkugeln ein ganz eigenthümliches Ansehen giebt. f) Die feinen Röhren, welche die grauen, mit Ganglien versehenen Nervenfasern bilden, unterscheiden sich von den breiten Röhren durch ihren Inhalt, durch ihre Durchmesser und die engen, schwer zu sondernden Bündel. Die dünnen Röhren sind viel zahlreicher, als die dicken.

42. Robin stellte seine eben beschriebenen Beobachtungen vorzüglich an dem oben erwähnten Ganglion an, welches wegen seiner eigenthümlichen Lage leicht zu entdecken ist. Es liegt (auf jeder Seite eines) in der Höhle der unteren Hohlvene, nahe bei deren Einmündung in den Sinus Cuvieri. Es entspringen aus diesem Ganglion Zweige für die Leberarterien und andere Eingeweide; längs der Wirbelsäule findet man andere Ganglien, welche Zweige zu den Harn- und Geschlechtswerkzeugen senden und deren von den Rückenmarksnerven erhalten.

43. Man sieht aus diesen Beschreibungen, daß Robin im Wesentlichen dieselben Elemente und dieselbe Anordnung der Visceralganglien fand, wie ich sie aus Torpedo beschrieben habe. Kleinere Differenzen sind vielleicht aus der Verschiedenheit der von uns untersuchten Thierarten zu erklären. Ohne Abbildungen läßt sich übrigens keine genaue Vergleichung machen, und gerne gebe ich zu, daß Robin diese Parthie länger und genauer untersucht hat, während ich in den letzten Tagen meines Aufenthalts in Pisa erst an mehreren Exemplaren obige Untersuchungen anstellen und weiter führen konnte.¹⁾

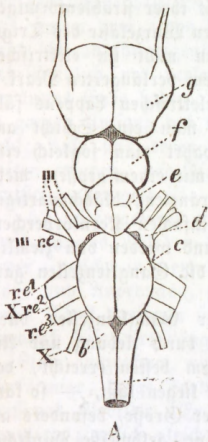
¹⁾ Robin sagt weiter a. a. D., indem er sich auf meine im Märzheft der Annales des sciences naturelles abgedruckte briefliche Mittheilung an Milne Edwards beruft, ich hätte die Unterscheidung beider Classen von Ganglienkugeln zwar verworfen, aber durch meine eigenen Abbildungen gerade einen Beleg hiezu gegeben. Ich hätte eine große Ganglienkugel und zwei kleine abgebildet, erstere rein auf die Rückenmarksnervenganglien, letztere auf die Visceralganglien beziehend, während beide Formen, nur in verschiedenen numerischen Verhältnissen, zusammen

4. Centralganglien.

44. Centralganglien nenne ich alle diejenigen Anhäufungen von Ganglienzellen, welche weder im Verlauf von Nerven, noch an deren Wurzelanfängen vorkommen, sondern welche in unmittelbarem Zusammenhang mit den eigentlichen Centraltheilen, Gehirn und Rückenmark, wie z. B. die elektrischen Lappen des Zitterrochen, stehen, äußerlich, wie letztere, als Anhänge hervorragen, oder auch wohl, wie z. B. die Oliven des Menschen und der Säugethiere, in Centraltheile selbst eingefügt sind.

45. Alle die hieher gehörigen Ganglien scheinen eine andere Anordnung ihrer Ganglienzellen zu haben, als die drei bisher beschriebenen Classen. Jede Ganglienzelle hat nämlich hier mehrere Ausläufer, deren eigentliche Natur, Verbindungsweise u. s. w. übrigens viel schwieriger erkennbar ist, als die der peripherischen Ganglien, wie man die drei oben beschriebenen Ganglienclassen mit einem gemeinsamen Namen bezeichnen kann.

46. Ich wollte hier nur zunächst auf die Structur des elektrischen Lappens bei Torpedo eingehen, welcher ganz die Natur eines solchen Centralganglions hat, und der bekanntlich bei diesem Fische ausschließlich nach der Peripherie hin mit dem elektrischen Organe anatomisch und physiologisch zusammenhängt, mit den gewöhnlichen Wurzeln des N. vagus aber nur



Der elektrische Lappen, oder wie man richtiger sagen kann, die elektrischen Lappen, da es, gleich den Hemisphären, zwei vollkommen symmetrische Gebilde sind, bilden die nach den Hemisphären größte Abtheilung des gesammten Gehirns des Torpedo, wie sich aus folgender Darstellung ergibt. Nachdem sich das Rückenmark a in seinen hinteren Strängen b zum verlängerten Mark entwickelt hat, und hier den Boden des hinteren Abschnittes der vierten Hirnhöhle als Rautengrube bildet, liegen hier mit sehr breiter Basis die vollkommen symmetrischen, eirunden, an der Grundfläche platten, nach oben gewölbten, in der Mittellinie zwar zusammenstoßenden, aber bis zur Basis völlig getrennten elektrischen Ganglien oder Lappen auf. Nach vorne von ihnen tauchen die Schenkel des verlängerten Marks als dessen fortgesetzte hintere Stränge, als ein Paar wie bei vielen Rochen

gefräufelte Gebilde d d wieder empor, um an das kleine Gehirn e zu gehen. Vor dem kleinen Gehirn liegen die ansehnlichen Bierhügel f, und vor diesen die Lappen der Hemisphären g. Die Ursprünge der Hirnnerven sind mit römischen Ziffern bezeichnet. Mit dem N. trigeminus nur äußerlich verbunden, entspringt am weitesten nach vorne aus dem elektrischen Lappen der sogenannte Ramus electricus trigemini III. r. e.,

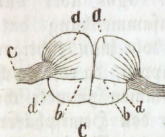
vorkämen. Rob in wird sich jetzt überzeugen, daß diese Verhältnisse allerdings schon gleich nach meinen ersten Untersuchungen kannte, und in meiner kleinen Schrift beachtete. Die Mittheilung an Herrn Milne Edwards war zu kurz und zu aphoristisch, um darauf einzugehen.

um sich zum vorderen Theile des elektrischen Organs zu begeben. Weiter nach hinten entspringen aus den Lappen die drei rami electrici des Vagus X, re¹, re², re³. Die elektrischen Lappen stoßen demnach nach vorne an's kleine Gehirn, nach hinten gehen sie bis an den sogenannten calamus scriptorius, den hinteren spizen Ausläufer der Hautengrube. Unter einander haben sie gar keinen anatomischen Zusammenhang, wohl aber steht jeder Lappen durch Primitivfasern in Verbindung, theils nach unten und innen mit Faserungen des verlängerten Marks, theils nach unten und außen mit den obengenannten Wurzeln der elektrischen Nerven, wie aus folgender Figur deutlich werden wird.



B

Vom Boden des Sinus rhomboidalis a tauchen nämlich Fasern auf, b, b, welche in den elektrischen Lappen ihrer Seite sich herein begeben. Ebenso entspringen nach außen die Wurzelfibrillen für die elektrischen Zweige, und zwar nach vorne c die für den ramus electricus trigemini, nach hinten die für die drei rami electrici des Vagus d, d. Die Fibrillenbündel der elektrischen Nerven breiten sich in dem Ganglion ihrer Seite strahlenförmig aus, wie sich aus folgendem Durchschnitt ergibt.



C

a, a sind die oberen freien Flächen der elektrischen Lappen, b, b ihre auf der Hautengrube ruhenden Basen, c, c die elektrischen Nester mit ihrer strahlenförmigen Wurzelerweiterung. Die anderen Wurzeläste des Trigemini und Vagus entspringen nicht im elektrischen Lappen, sondern lediglich aus dem verlängerten Mark.¹⁾

47. Die Substanz des elektrischen Lappens fällt durch ihre graulich-gelbe Färbung auf. Bringt man eine Schicht aus demselben Gebilde unter das Mikroskop, so gewahrt man sogleich eine Anzahl sehr großer Ganglienzellen, a, a, Fig. 41, mit einem großen, mehr oder weniger centralen, ganz hellen, scharf umgränzten, bläschenartigen Kern, b, b, b, und dem entsprechenden, meist einfachen Kernkörperchen. Diese Ganglienzellen sind alle von gelber Farbe und werden von ziemlich starken Primitivfasern, f, f, umspinnen, so daß die Ganglienzellen ganz zwischen denselben eingesenkt scheinen.

48. Isolirt man diese Ganglienkörper oder Ganglienzellen durch Zerreißung mit Nadeln ohne Druck, — was man durch Uebung und Anwendung von Flüssigkeiten und besonders dann am besten erreicht, daß man die Thiere bei kühler Temperatur einige Tage liegen läßt, — so kann man leicht einige Zellen betrachten, die wegen ihrer Größe, besonders auf schwarzem Grunde, schon mit bloßem Auge als kleine, gelbweiße Pünktchen zu erkennen sind. Sie messen durchschnittlich $\frac{1}{20}$ Linie; es kommen aber deren auch bis zu $\frac{1}{12}$ Linie vor. Der Kern läßt sich unschwer isoliren; er ist ganz durchsichtig, sein Inhalt gerinnt durch Zusatz von Säure und Weingeist zu einer trüben Masse, Fig. 42, d. Er hat die größte Aehnlichkeit mit einem Keimbläschen, welche Aehnlichkeit noch dadurch vermehrt wird, daß die umschließende gelbe, körnige Substanz des Ganglienkörpers ebenfalls die größte Aehnlichkeit mit dem Dotter hat. Der Kern hat eine im Verhältniß zur Zelle ansehnlichere Größe, als bei den Ganglienkörpern der Spinalganglien,

¹⁾ Man vergleiche hier auch die Beschreibungen und Figuren bei Valentin. Wörterbuch Bd. I. S. 256 u. ff.

und mißt $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{60}$ Linie. Das Kernkörperchen läßt, wie öfters der Keimfleck, eine doppelte, concentrische, dunkle Linie an der Peripherie erkennen, und mißt $\frac{1}{300}$ Linie im Mittel.

49. Alle diese Ganglienkörper (hier vielleicht richtiger statt Ganglienzellen so genannt) des elektrischen Lappens, Fig. 42, 43 und 44, haben das Eigenthümliche, daß von ihnen nach einer oder mehreren, oft sternförmig nach allen Seiten, Fortsätze von verschiedener Zahl und Länge abgehen, welche sich zum Theil wieder verästeln (Fig. 43). Die Ganglienkörper selbst haben eine verschiedene, meist runde, oft auch ovale, zuweilen birnförmige Gestalt. Sie bestehen durch und durch aus einer punktirten, feinkörnigen Substanz; wie es scheint eine homogene, durchsichtige Masse, welche mit sehr feinen, dunkeln Molekeln durchmischt ist.

50. An allen Ganglienkörpern ohne Ausnahme vermiste ich eine deutliche Hülle. Ueberall fehlt eine scharf umgrenzende Contour. Aus diesem Grunde schon ist es nicht ganz thöulich, diese Ganglienkörper Zellen zu nennen, obwohl dies uneigentlich, des allgemeinen Gebrauchs wegen, geschehen mag, um so mehr, als die übrigen Charaktere, Zellkern oder in diesem Falle Kernzelle mit Nucleolus, vorhanden sind.

51. Von der Substanz der Ganglienkörper selbst entspringen eine größere oder geringere Anzahl Fortsätze, welche ganz aus der gleichen körnigen Masse bestehen. Vergl. Fig. 42—44. Es scheint, daß die Fortsätze immer von ihren Ansatzpunkten abgerissen sind, so daß man sie niemals bis an ihr eigentliches Ende verfolgen kann. Man hat es daher wahrscheinlich mit verletzten Gebilden zu thun, da sie nie ein deutlich begranztes Ende haben. Diese Fortsätze entspringen bald nach allen Seiten im ganzen Umfang des Ganglienkörpers (Fig. 43), und dann in größerer Zahl; bald sind deren weniger, welche sich nur nach einer oder zwei Seiten wenden, wie Fig. 42 und 44. Oefters erscheinen diese Fortsätze ramificirt oder getheilt.

52. Oft gelingt es, wahrzunehmen, daß einer von den Fortsätzen ein etwas anderes Ansehen hat, als die anderen. Giebt es auch Ganglienkörper, welche in dem Bau dieser Fortsätze in Bezug auf Vertheilung, Länge und Anordnung, große Verschiedenheiten zeigen, so kommt doch ein großer Theil darinnen überein, daß ein Fortsatz Fig. 42, 43, 44, *, *, *, sich durch besondere Länge und durch gleichmäßigen Durchmesser von etwa $\frac{1}{400}$ Linie auszeichnet, und den Charakter einer wirklichen Faser hat. Dieser faserförmige, lange Fortsatz zeigt sich übrigens ebenfalls stets als ein abgerissenes Gebilde. Er ist blasser als die anderen Fortsätze, weniger granulirt, ziemlich gleich breit, nie ramificirt oder am Ende verfeinert, und kann um das Drei- und Vierfache der Länge des Ganglienkörpers verfolgt werden, bis er ein querabgerissenes Ende zeigt. Niemals konnte ich, wie E. Harleß angiebt¹⁾, eine Faser, welche den genuinen Charakter einer Primitivfaser hatte, zum Kern des Ganglienkörpers verfolgen, obwohl öfters abgerissene ächte Primitivfasern, Fig. 41, Fig. 42, b, an und auf den Ganglienkörpern lagen und scheinbar davon entsprangen. Sie lösten sich aber doch immer leicht, wenn man mit der Staarnadel einen schwachen Druck auf das deckende Glasblättchen ausübte, während die Fasern *, *, *,

¹⁾ E. Harleß briefliche Mittheilung über die Ganglienugeln der Lobi electrici von Torpedo Galvanii in Müller's Archiv. Jahrgang 1846, S. 283.

Fig. 42—44, bei einem solchen Drucke immer an ihrer Basis festsaßen, und nur mit den freien Enden pendelförmig hin und her schwanzen.

53. Doch kommen auch Ganglienkörper vor, denen jene Fasern unterschieden zu fehlen scheinen, wie Fig. 42, c, Fig. 43, b und d, obwohl es immer schwer sein wird, dies mit Sicherheit zu behaupten, da theils die Faser abgerissen sein kann, theils es zweifelhaft bleibt, ob einer der gewöhnlichen granulirten Fortsätze nicht endlich doch in eine solche Faser übergeht. Dies könnte z. B. der Fall sein bei Fig. 43, b, wo ein ziemlich breiter Fortsatz sich in c gabelförmig theilt, und dann der längere Ast ziemlich das Ansehen einer Faser gewinnt, obwohl er einen etwas anderen Habitus zeigt, als ich sonst wohl bei den Faserursprüngen wahrgenommen habe. Fig. 43, d, schien mir wieder einer von denjenigen Ganglienkörpern zu sein, wo ein Faserursprung fehlt.

54. Bisher habe ich nur mehr von den oberflächlich liegenden Ganglienkörpern gesprochen. Geht man tiefer in die Lappen ein, da, wo, wie S. 46, Fig. C, die Wurzeln der Nerven in Bündelchen sich sammeln, so kann man parthienweise zusammenliegende Primitivfasern als wahre peripherische Faserursprünge erkennen. Eine solche Figur, wie sie sich leicht unter dem Mikroskop zeigt, ist Fig. 45, a, a, a, a, dargestellt worden. An dieser Stelle haben die Fibrillen ganz die charakteristischen Zeichen echter Nervenprimitivfasern mit doppelten Contouren. Sie maßen hier ungefähr $\frac{1}{200}$ Linie, wurden leicht varikös, wie Fig. 45, c; kurz sie ließen sich als ächte Nervenfasern nicht verkennen. In centraler Richtung liefen sie nun alle in b, b, b in blasse, etwas granulirte Fasern von $\frac{1}{100}$ Linie im Durchmesser aus, welche in ihrem ganzen Ansehen, der Größe ic. auf das Genaueste übereinstimmten mit den von den Ganglienkörpern Fig. 42—44 entspringenden langen Fasern a, a, a. Niemals aber gelang es mir, mit Sicherheit einen directen Uebergang wahrzunehmen, obwohl ich nach der gegebenen Darstellung einen solchen für höchst wahrscheinlich halte.

55. Diese blassen Fasern, Fig. 45, b, b, b, als Ausläufer dichter Fibrillen, kommen dadurch zu Stande, wie man Fig. 46, a, sieht, daß die Rinde mit den doppelten Contouren sich sehr leicht abbröckelt. So gewahrt man Fasern, wo oft nur ein Stück der Rinde, Fig. 46, a*, sitzen bleibt, während dieselbe weiter oben und unten fehlt, und wo dabei im weiteren Verlaufe gegen die Peripherie, Fig. 46, a, und 45, a, a, a, die Rinde fester mit der Arencfaser zusammenhängt und sich nicht so leicht abbröckelt. In sehr seltenen Fällen aber gelang es mir, solche Fasern in ihrer ganzen Integrität zu sehen, wie Fig. 46, b. Druck, Zusatz von Wasser und anderen Flüssigkeiten üben jenen abbröckelnden Einfluß aus. Entschieden verhalten sich die Fibrillen hier etwas anders, indem leichter eine centrale Faser, eine Art Arencylinder, zurückbleibt, die als ein, wenn auch artificielles, doch constantes Gebilde, mir nie so deutlich erschien, als hier. Die beschriebenen Fasern haben mit der Rinde einen durchschnittlichen Durchmesser von $\frac{1}{200}$ Linie und lassen sich dann, immer breiter werdend, bis zu den oft $\frac{1}{100}$ Linie messenden Primitivfasern des elektrischen Organs verfolgen.

56. Die Ganglienkörper sind, ähnlich wie die in den Visceralganglien, vergl. S. 35 und 36 und die Kerne des Gehirns, S. 41, in eine feinkörnige, amorphe Masse, Fig. 44, eingebettet.

57. Zahlreiche Blutgefäßnetze durchwirken außerdem die elektrischen Lappen; mit denselben schienen mir aber nie, wie neuerlich bemerkt wurde, jene Fortsätze der Ganglienellen in organischem Zusammenhange zu stehen.

58. Die Ganglienkörper des elektrischen Lappens sind von mehreren neueren Forschern beschrieben und abgebildet worden, obwohl auf eine, wie ich bekennen muß, mit der von mir gewonnenen Anschauung nicht übereinstimmenden Weise. Valentin hat ganz richtig zuerst die Ganglienkörper gekannt, aber als Belegungskugeln beschrieben, auch ihre keimbläschenartigen Kerne mit den Nucleolis gesehen. Die umspinnenden Primitivfasern beschrieb und bildete Valentin ab als faserige Scheidenformationen, ähnlich wie sie sonst bei den peripherischen Nervenkörpern oder den Ganglienkugeln vorzukommen pflegen¹⁾. Valentin versiel unstreitig in diesen Irrthum dadurch, daß ihm blos im Weingeist aufbewahrte Gehirne zu Gebote standen. Ebenso hat Savi²⁾ eine unvollkommene Beschreibung und Abbildung davon geliefert, indem er diese centralen Ganglienkörper den peripherischen Ganglienzellen ähnlich und als zwischen den Primitivfasern gelagert betrachtete. Ganz neuerlich hat E. Harleß³⁾, in Folge einer früheren Aufforderung von mir, eine Untersuchung des elektrischen Lappens vorgenommen. Wie zu erwarten war, hat er die Ganglienkörper sogleich richtig erkannt, auch ihre Fortsätze wahrgenommen, die er jedoch, ganz abweichend von mir, für Bindegewebe hält, wodurch sie sich übrigens histologisch auf alle Weise unterscheiden. Ebenso wenig kann ich diesem jungen und talentvollen Physiologen beistimmen, wenn er die wahren Primitivfasern als von den Kernen der Ganglienzellen entspringend beschreibt und abbildet, ja sogar diese ächten Nervenfasern als Commissuren der einzelnen Ganglienkörper im physiologischen Sinne betrachtet. Ferner muß ich ihm widersprechen, wenn er in Bezug auf die peripherischen Nervenursprünge annimmt, daß für diese die obengenannten Fortsätze die Hülle bilden, während das Mark von dem Kern, der von ihm sogenannten inneren Ganglienkugel, stammen soll. Harleß erkennt selbst seine Beobachtungen, die mir übrigens zur Zeit meiner eigenen Untersuchungen nicht bekannt waren, für lückenhaft. Auch ich gebe die meinigen nicht für vollständig, und theile mit ihm die Ansicht über die Schwierigkeit des Gegenstandes.

59. In physiologischer Hinsicht hat Matteucci⁴⁾ bereits eine Anzahl von Versuchen an den elektrischen Lappen angestellt, welche ich fast alle bestätigen kann. Diese Lappen sind die ausschließlichen Neuromotoren für das elektrische Organ und die von ihnen entspringenden vier großen elektrischen Nervenpaare, die man sonst als Zweige des Trigemini und Vagus betrachtete, enthalten die ausschließlich nach der Peripherie hin leitenden Primitivfasern, welche histologisch und physiologisch ganz den Charakter der willkürlichen Muskelnervenprimitivfasern, noch dazu im eminenten Sinne, haben. Jede directe Reizung, auf die Lappen angebracht, bedingt eine sehr starke Entladung im elektrischen Organ, und zwar vollkommen der Seite entsprechend, auf welcher man gereizt hat. Der rechte elektrische Lappen versorgt ausschließlich das rechte Organ, der linke das Organ der linken Seite. Man kann eine große Parthie des elektrischen Lappens abtragen; der Rest, der bleibt, veranlaßt bei der Reizung immer neue, wenn

¹⁾ S. dieses Handwörterbuch, Bd. I. S. 257.

²⁾ Savi études anatomiques sur l'organe électrique de la Torpille. Tab. III. Fig. 8.

³⁾ Müller's Archiv f. 1846. S. 283 u. f. Tab. X.

⁴⁾ Matteucci Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux. p. 186.

auch minder starke Entladungen. Nimmt man die Lappen bis zur Basis weg, schält man sie von dem Boden der dritten Hirnhöhle und der hinteren Seite des verlängerten Marks vollständig ab, so erfolgen niemals mehr Entladungen auf Reizung irgend einer Hirnparthie, es sei denn, daß man die Wurzeln der rami electrici direkt reizt, worauf starke Entladungen folgen. Ebenso erfolgen auf Reizungen des ramus trigemini nur Entladungen in der vorderen Parthie des Organs, wozu eben dieser Ast geht, und gleiche Verhältnisse bietet die Reizung der Vaguszweige dar.

60. Ob das Thier ganz nach freier Willkür Schläge ertheilen kann, ist schwer mit Sicherheit zu sagen, da man es kaum unter Verhältnissen beobachten kann, aus denen sich eine solche Thatsache erhärten läßt. Dahin würde gehören, wenn man, wie beim Gymnotus, wahrnehmen könnte, daß der Zitterrochen seine Beute verfolgte, beim Anblick eines anderen kleinen Fisches Schläge ertheilte, um sich dessen zu bemächtigen u. s. w.

61. Bei vorsichtiger Reizung der vorderen Hirnlappen, vergl. Nr. 46, Fig. A, g. mit einer feinen Nadel, auch beim Eindringen in das Innere, erfolgen in der Regel keine Entladungen bei eben getödteten Thieren, oder solchen, denen man die Schädelhöhle geöffnet hat. Zuweilen treten sie jedoch ein, wie auch bei Reizung der Vierhügel f, f, und des verlängerten Marks h, h, wo gleichzeitig starke Muskelbewegungen eintreten. Es können jedoch auf Reizung einzelner Parthien an der Basis des Gehirns starke Muskelcontractionen z. B. in den Kiemen auftreten, ohne daß eine elektrische Entladung erfolgt. Auf Reizung des Rückenmarks erfolgen bald Entladungen, bald keine.

62. Periphere Reizungen der Haut an allen Theilen, besonders aber im ganzen Umfang der Scheibe des Thieres, veranlassen sogleich Entladungen, welche ganz den Charakter der z. B. bei Fröschen so leicht zu erzeugenden reflektirten Bewegungen haben. Am stärksten sind die Entladungen, wenn man die obere und untere Parthie der Scheibe zugleich berührt.

63. Vergiftet man die Thiere mit Strychin, so zeigen sich ganz dieselben Phänomene, wie bei Fröschen, und die Reizbarkeit der elektrischen Lappen steigert sich momentan außerordentlich und veranlaßt zu sehr starken und häufigen Entladungen, denen dann aber um so rascher wie im Muskelsystem, so in den elektrischen Organen, allmählig Unfähigkeit auf weitere Reizung zu reagiren und völlige Lähmung folgt.

64. Die Reizbarkeit der Nerven des elektrischen Organs verhält sich in Bezug auf Stärke, Dauer und Natur der Reize ganz proportional der Reizbarkeit der willkürlichen Muskeln. Legte ich z. B. galvanoskopisch präparirte Froschschenkel nach der von Matteucci angegebenen Weise auf das elektrische Organ und reizte die rami electrici mechanisch, so erfolgten gerade so lange Entladungen, als Muskelzusammenziehungen auf Reizung der Nerven und der vorderen Wurzel der Rückenmarksnerven erfolgten. Gegen zwei Stunden reagirten diese Gebilde noch auf mechanische Reize und einfache Plattenpaare. Später, bis zur vierten Stunde, war dies nur möglich durch stärkere Batterien von 25 Elementen, so daß der galvanische Reiz immer der kräftigste, wie bekanntlich auf Muskelnerven, so auch auf die des elektrischen Organs bleibt.¹⁾

¹⁾ Vergl. Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. April 26. 1847.

65. Ganz kleine, eben abgeschnittene Stückchen des elektrischen Organs gaben noch Entladungen, wenn man sie mit Nerven von Froschschenkeln in Berührung brachte, gerade wie sich kleine, frische Muskelstückchen bei direkter Reizung contrahiren.

66. Die Wärme erregend und neu belebend auf die Nervensubstanz wirkt, ist bekannt. Interessant bleibt es daher, daß es oft gelingt, Zitterrochen, die man eben erhalten hat, und welche abgestorben scheinen, wieder durch Zusatz von lauwarmem Wasser aus diesem Scheintod in's Leben zurückrufen und zu selbstständigen Bewegungen zu veranlassen, wodurch dann gleichzeitig auch die bisher beschriebenen, schon zum Theil verschwunden gewesenen Reactionen eintreten, aber dann kürzer dauern.

b. Verlauf und Endigung der Nerven.

67. Es ist ein allgemeiner, bis heute noch unbestrittener Satz in der Nervenphysiologie, daß jede Primitivfaser einen vom Centrum nach der Peripherie verlaufenden isolirten Leiter des Nervenprinzips darstellt und nirgends Combinationen mit benachbarten Fasern eingeht. Hierauf beruht das Gesetz der isolirten Leitung, so daß jedem beliebigen Punkte in der Peripherie des Körpers, es mag ein sensibler oder motorisch erregter sein, ein Centralpunkt entspricht.

68. Gleichwohl ist mit diesem Satze schwer das bisher ziemlich allgemein behauptete anatomische Factum in Einklang zu bringen, nach welchem, so weit sichere Beobachtungen reichen, alle Primitivfasern in den peripherischen Gebilden, in den Muskeln wie in der Haut, ja in den Sinnesorganen, schlingenförmig in einander übergehen sollen. Valentin hat zuerst sehr sprechende Abbildungen für diese Lehre gegeben; ihm sind die meisten Physiologen beigetreten¹⁾. Carus hat darauf mit vieler Liebe, indem er centrale und peripherische Umbiegungsschlingen je einer und derselben Nervenprimitivfaser annahm, Hypothesen über diese Nervenkreise aufgestellt²⁾. Gerber, Hannover, Krause, Emmert und sehr viele andere Anatomen, wie ich selbst, haben ebenfalls peripherische Nervenschlingen als allgemeines Gesetz angenommen, und ich glaubte dieselben wenigstens im Gehörorgan mit völliger Sicherheit nachweisen zu können, — indem ich sie hier bei Fischen und Fröschen besonders deutlich zu sehen angab³⁾, während sie mir anderwärts minder sicher, völlig unsicher aber z. B. in der Retina zu sein schienen, wo sie doch auch von obengenannten Beobachtern wollten wahrgenommen sein. Auch in diesem Wörterbuche stellte Valentin noch Endumbiegungsschlingen d. h. continuirlichen Uebergang je zweier Nervenprimitivfasern an ihrem peripherischen Ende als anatomische Thatsache hin, obwohl er den Widerspruch mit dem Stande der heutigen Nervenphysik anerkennt⁴⁾. Eine ausführliche Kritik der Lehre von den Endschlingen vom physiologischen Standpunkt hat Volkmann ebenfalls in diesem Wörterbuche gegeben, weshalb ich mich eines weiteren Eingehens in diese Materie enthalten kann. Volkmann sagt: »In der Nervenphysik sind die Schlingen nicht nur etwas Räthselhaftes, sondern etwas Unbrauchbares, und man möchte sagen Absurdes⁵⁾.«

¹⁾ Valentin nova acta nat. cur. Vol. XVIII. Tab. I.

²⁾ Carus System d. Physiologie. Bd. III. S. 80.

³⁾ Icones physiologicae. Tab. XXI. Tab. XXIX.

⁴⁾ Handwörterbuch. Bd. I. S. 691.

⁵⁾ Ebendas. Bd. II. S. 563.

69. In der letzten Zeit haben sich die Stimmen gemehrt, welche auch anatomisch eine Theilung und sogar Verzweigung der Primitivfasern nach der Peripherie zu wahrgenommen haben wollten. Ich rechne Schwann's Beobachtung über die Auflösung der Fibrillen in sehr feine Fasern im Gefröße der Frösche nicht einmal hieher, da sich dieselben vielleicht auch anders deuten lassen. Aber J. Müller hat mit Brücke nach einer Reihe von Beobachtungen an den Augenmuskeln des Hechts sehr oft wirkliche Theilungen von Nervenröhren in zwei Röhren gesehen; auch kamen Beispiele vor, wo von einer und derselben Faser zwei und selbst drei aufeinanderfolgende Theilungen übersehen werden konnten, so daß Müller und Brücke die periphere Theilung der Röhren als charakteristisch für die Muskeln ansahen¹⁾. Ein weiteres Detail gaben die beiden Beobachter nicht, sprachen sich auch nicht über den Endverlauf der Fibrillen und ihr schließliches Verhalten zu der Muskelsubstanz aus. Im Gehörorgan hält Müller die Schlingen für unzweifelhaft.

70. Savi hatte die Theilung der Primitivfasern im elektrischen Organe des Zitterrochen schon 1840 gekannt, und dies in der Versammlung der italienischen Gelehrten in Florenz mitgetheilt. Später beschrieb er sie genauer und bildete sie ab²⁾. Nach Savi verzweigen sich die Primitivfasern auf den Querblättchen der Säulen der elektrischen Organe dichotomisch, und diese Zweige vereinigen sich wieder mit anderen, wodurch achteckige Maschen entstehen. Die Seiten dieser Maschen, eben von diesen Zweigen der Primitivfasern gebildet, sind übrigens unter einander nicht gleich groß, so wenig als die Maschen selbst. Robin giebt in dem von ihm entdeckten sogenannten elektrischen Organe, das im Schwanz bei mehreren gewöhnlichen Rochen (Raja) vorkommt, eine gleiche Verzweigung und maschenähnliche Anastomose an³⁾. Seine Abbildung, namentlich die der stärkeren Vergrößerung, zeigt jedoch nur Theilung, keine Maschenbildung an.

71. Ich habe vor Kurzem gezeigt, daß Savi mit der Angabe von Verzweigung der Primitivfasern ganz recht hat, sich aber in Bezug auf die maschenförmige Anastomose irrte. Ich fand eine sehr zusammengesetzte Verzweigung der Primitivfasern im elektrischen Organ, eine endlich im Parenchym verschwindende Feinheit der Theilungen⁴⁾. Kurz darauf fand ich ziemlich analoge Verhältnisse auch beim Frosch in den Muskeln auf⁵⁾. Von beiderlei Verhältnissen glaube ich die erste genaue Beschreibung und Abbildung gegeben zu haben.

72. Nirgends sieht man mit solcher Klarheit, wie im elektrischen Organe der Zitterrochen, den Verlauf und die letzte Endigung der Primitiv-

¹⁾ J. Müller, Handbuch d. Physiologie. 4. Aufl. Bd. I. S. 524.

²⁾ Savi études anatomiques etc. p. 321. Tab. I. Fig. 3.

³⁾ Robin zuerst in den Comptes rendus, dann in Annales des sciences naturelles. 1847. Avril. Es finden sich im Schwanz mehrer, nicht aller Rochenarten allerdings jene paarigen Organe zwischen den Muskeln des Schwanzes, von ähnlicher Farbe, aber anderer Structur, als die Muskeln. Aber wir haben davon in Pisa an lebenden Thieren weder Wirkungen auf das Galvanometer, noch auf galvanoskopisch präparirte Frösche gesehen.

⁴⁾ Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven. Fig. III, IV; genauer Annales des sc. nat. Mars 1847. Nachrichten von der G. A. Universität. 1847. Nr. 5.

⁵⁾ Ebendaselbst mit Holzschnitt.

fasern. Die Verfolgung dieser Verhältnisse ist vom höchsten allgemeinen Interesse für die gesammte Nervenphysiologie.

73. Alle Nervenprimitivfasern, welche für das elektrische Organ bestimmt sind, sammeln sich in vier sehr starken Nervenstämmen. Der vorderste Stamm ist der sogenannte *ramus electricus trigemini*, während die drei hinteren zum Systeme des Vagus gerechnet werden. Alle diese Nerven sind aber nur ganz äußerlich mit den genannten Hirnnerven verbunden, und werden mit Cuvier gewiß viel richtiger als eigenthümliche Nerven betrachtet, deren Centraltheile die beiden großen Lobi electrici sind: vergl. S. 46. Keiner dieser Nerven ist sonst an seiner Wurzel oder in seinem Verlaufe mit Ganglienkörpern versehen, welche vielmehr das ausschließliche Eigenthum der übrigen Vaguszweige und der drei gewöhnlichen Zweige des Trigeminus sind, welche durch das Ganglion Gasseri hindurchgehen.

74. Alle Primitivfasern der rami electrici, sobald sie aus dem Lobus herausgetreten sind, gehören zur Gattung der breiten Fasern und messen $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{200}$ Linie im Durchmesser und im Ganzen so gleichmäßig, daß man $\frac{1}{175}$ Linie allgemein als mittleren Durchmesser annehmen kann. Weber ganz feine, noch mittelfeine Fasern, kommen vor. Im ersten Ast, dem sogenannten *ramus electricus trigemini*, scheinen sie im Allgemeinen etwas feiner zu sein, als in den rr. vagi, wo sie zuweilen schon innerhalb der Schädelhöhle $\frac{1}{125}$ bis selbst $\frac{1}{100}$ Linie messen. Solche starke Fasern kommen, wie früher angegeben wurde, nur sehr einzeln in anderen Organen vor, am meisten noch in den willkürlichen Muskeln. Diese Durchmesserverhältnisse schwanken übrigens an den einzelnen Stellen der Primitivfaser selbst etwas, da das von der Scheide umgebene Mark hier und da etwas verengt, an anderen Stellen erweitert erscheint.

75. Diese Nervenprimitivfasern werden anfänglich, beim Austritt aus dem Lappen, wie alle Nerven, nur von einer ganz dünnen Hülle oder Scheide umgeben, welche aber bald sehr an Dicke zunimmt. Beim Verlaufe der Zweige innerhalb des elektrischen Organs wird diese Scheide immer dicker. Schon ehe die Stämme das elektrische Organ erreichen, zeigt diese Scheide, welche etwa den dritten Theil des Durchmessers der Fibrille beträgt, ein streifiges Gefüge, und in ihre Wandungen sind längliche Kerne eingelagert¹⁾. Die Fibrillen verlaufen an und zwischen den sechsseitigen Säulchen des Organs in kleinen Bündeln unter Fasern eines eigenthümlichen, dem fibrösen Gewebe ähnlichen Bindegewebes, bis sie endlich nur zu fünf, drei oder zwei beisammen sind²⁾. Ihr Verlauf ist stets um so isolirter, da sich die Scheide fortwährend verstärkt. Endlich trifft man nur noch einzelne Fibrillen, welche durchschnittlich $\frac{1}{100}$ Linie Dicke haben und, ehe sie zwischen die Querblättchen oder Scheidewände des elektrischen Organs eindringen, sich auf eine merkwürdige Weise an einem Terminalpunkt in eine Anzahl ansehnlicher Nester theilen. Während des ganzen Verlaufs zeigen die Fibrillen ein ganz homogenes, blendendweißes, opalisirendes Mark mit sehr starken, dunkeln Contouren, denen sich schnell eine zweite, feinere, innere, parallele Contour, wie bei allen übrigen Nerven, anbildet.

¹⁾ Vergl. meine neuen Untersuchungen über den Bau der Nerven 2c. Fig. II.

²⁾ Eine bildliche Darstellung dieser Verhältnisse s. in meiner Abhandlung über den Bau des elektrischen Organs des Zitterrochen in den Denkschriften der Königl. Societät der Wissenschaften in Göttingen. Bd. III. Fig. X.

76. In der Regel verlaufen diese Fibrillen ziemlich gleichmäßig dick bis an diese Endausstrahlung, zuweilen aber schwillt das Mark noch etwas, aber sehr allmählig an, so daß, in seltenen Fällen, die Primitivfaser an ihrem Ende ein fast keulenförmiges Ansehen gewinnt¹⁾. An dem Endpunkte entspringen nun die Aeste wie aus einer Dolde, und breiten sich dann häufig in zwei Bündel aus. Vergl. Fig. 51 in d. Die Primitivfaser ist hier von ihrer streifigen Hülle umgeben, welche etwa die halbe Dicke der Primitivfaser, durchschnittlich etwa $\frac{1}{100}$ Linie hat, s. Fig. 51, b und c, die eingelagerten Kerne. Die Aeste der Faser entspringen mit feinen Wurzeln aus der Mitte des Marks, und hier fehlen ihnen die doppelten Contouren, welche sie, vergl. Fig. 52, in ihrem Verlaufe auch gewöhnlich bald annehmen, obwohl nicht so schnell und leicht, als der Stamm der Primitivfaser. Die Zahl der entspringenden Aeste ist nicht gleich, meist funfzehn bis achtzehn, jedoch habe ich deren auch zwölf, und im höchsten Falle fünfundzwanzig gezählt.

77. Die Summe des Nervenmarks aller dieser Aeste, welche zusammen einen ansehnlichen Büschel bilden, ist viel größer als die Masse der Primitivfaser, aus welcher sie entspringen. Denn sind ihre Wurzeln an der Ursprungsstelle auch dünn und fein, und die Contouren hier blaß, so schwellen sie dann doch gleich zu einem mittleren Durchmesser von $\frac{2}{300}$ bis $\frac{3}{100}$ Linie an, und bekommen dunkle, etwas wellenförmige Ränder, vergl. Fig. 51, e, e, e, e. Jeder Ast wird von einer durchsichtigen, blaffen Scheide, h, h, Fig. 51 und 52, einer Fortsetzung der dicken Scheide der Primitivfaser h, h, umgeben, welche dieselbe in ihrem ganzen Verlaufe begleitet, und stellenweise in gewissen Distanzen ganz ähnliche Kerne, c, c, c, wahrnehmen läßt, wie sie am Stamme der Primitivfaser zwischen Scheide und Mark liegen.

78. Diese Aeste theilen sich, nach einiger Entfernung vom Ursprung, gabelförmig in zwei ziemlich gleichstarke Zweige, Fig. 52, e, f, und dringen dann in das Innere der einzelnen Kammern der elektrischen Säulen, welche durch die Scheidewände gebildet werden, ein, wo sie sich auf deren Außenwänden und namentlich auf den queren Scheidewänden, zwischen den Blutgefäßen, verzweigen²⁾. Eine kleine Parthie eines solchen Querblättchens ist Fig. 52 dargestellt. Die Aeste der Primitivfaser, welche bündelförmig zusammen entspringen, nenne ich Aeste erster Ordnung. Sie verzweigen sich auf das Mannigfaltigste durch häufige dichotomische Theilungen, z. B. Fig. 52, g, viel seltener durch Abgabe von drei Zweigen, ebendasselbst h. An diesen Theilungsstellen wird die Faser stets schmaler, verliert ihre doppelten Contouren und giebt die Aeste ab, welche ihrerseits auch mit feineren Wurzeln entspringen, sofort aber dann wieder stärker anschwellen und die charakteristischen zwei Contouren zeigen³⁾. Dabei werden sie überall von ihrer Scheide begleitet, welche die beschriebenen Kerne, c, c, wahrnehmen läßt. Auf einmal aber verfeinern sich die Aeste, das Mark mit den doppelten Contouren hört auf, und die Endausstrahlung in's Parenchym des elektrischen Organs beginnt. Solche Ausstrahlungen sieht man in Fig. 52 bei i, i. Ich nenne diese Zweige, welche meist gabelförmig, stark gespreizt

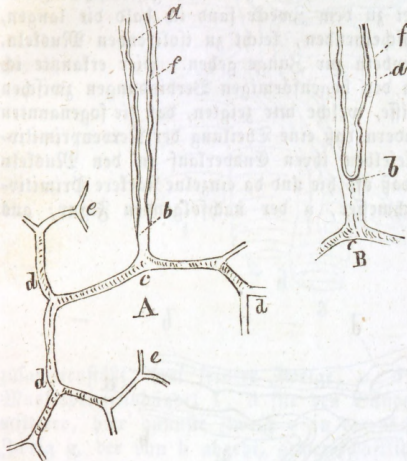
¹⁾ Vergleiche die Abbildung in der vorhin citirten Abhandlung über den Bau des elektrischen Organs. Fig. III. B.

²⁾ Ebendasselbst. Fig. III. B.

³⁾ Ebendasselbst. Fig. VII.

abgehen, und nun einfache Contouren annehmen, Äste zweiter Ordnung. Bis hieher kann man die feine Scheide verfolgen, welche dann sich so dicht anlegt, daß sie mit der Nerven- oder Markröhre verschmilzt. Solche Äste, x, x, die sich in i gabelförmig theilen, messen durchschnittlich $\frac{1}{100}$ Linie.

79. Sobald die Äste zweiter Ordnung abgegeben werden, tritt eine Veränderung in dem Markinhalt ein. In ganz frischen Präparaten A



öffnet sich die Fibrille a mit ihren doppelten Contouren gegen die gabelförmige Theilung c, da wo die Scheide f aufhört, als besondere Hülle sichtbar zu sein. Sind die Präparate nicht ganz frisch, hat Druck u. s. w. eingewirkt, so schließt sich das Mark B bei b leicht als kegelförmiger Fortsatz, wie wir es früher zuweilen beim Eintritt in die Ganglienzellen gefunden haben, Fig. 30. Sowie die Theilung in die Äste zweiter Ordnung erscheint, A und B bei c, c, Fig. 52, i, i, i, wird die ganze Fibrille viel blasser in Begrenzung und Inhalt. Hat man früher mit der Hülle und der doppelten Contour

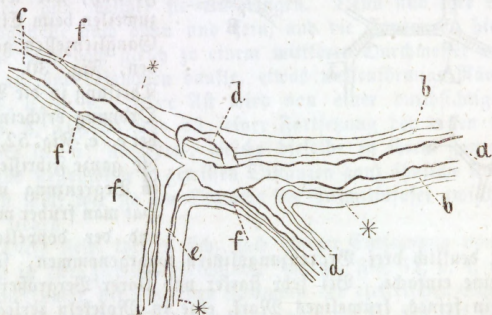
des Marks deutlich drei Begrenzungslinien wahrgenommen, so sieht man jetzt nur eine einfache. Bei sehr starker und klarer Vergrößerung¹⁾ sieht man nun ein feines, krümeliges Mark, eine in Molekeln zerlegte Nervensubstanz, sich in den feinen Endröhren d, d verbreiten. Die Ästchen messen $\frac{1}{100}$ Linie und gehen endlich in noch feinere Endausstrahlungen über, A, B, e, e, und Fig. 52, k, k, welche $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{1000}$ Linie messen, so dünn werden, daß man kein Lumen mehr unterscheiden kann, und als feine Linien im Parenchym des elektrischen Organs aufhören. Dieses besteht aus einer durchsichtigen, feinkörnigen Substanz, in welcher in größeren Distanzen runde, blasse Kerne, Fig. 52, m, m, m, inselartig eingebettet sind. Dazwischen verlaufen Endschlingen bildende Capillargefäße, welche eine Reihe Blutkörperchen, Fig. 52, o, o, und Lymphkörperchen, p, p, in gewöhnlicher Weise führen. Niemals communiciren die Endästchen, k, k, unter einander oder mit anderen Endästen zu einem Maschenetz, so daß jeder Endpunkt einer Faser nur mit dem ersten Ursprung der Fibrille in continuirlichem Zusammenhange steht.

80. Bei der großen Verwandtschaft des elektrischen Organs mit dem der willkürlichen Muskeln in physiologischer Hinsicht, richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die Verfolgung der Nerven in diesen Gebilden beim

¹⁾ Vergl. neue Untersuchungen 2c. Fig. IV, und besonders Abhandlung über die elektr. Organ. Fig. IX.

Zitterrochen, und wählte hiezu vorzüglich die Augenmuskeln. Ich kam indeß zu keinem gewünschten Resultate, unstreitig auch mit deßhalb, weil die Thiere zu rasch abstarben und Muskeln kurz nach dem Tode schon nicht mehr jenen wünschenswerthen Grad von Transparenz gewähren, der zu diesen Untersuchungen unerläßlich ist. Bei Vögeln war ich nicht glücklicher. So wendete ich mich denn wieder an die Frösche. Hier bot sich das untere Augenlid zuerst dar, wo Henle, Kölliker u. A. schon die feineren Nerven-fibrillen gesehen hatten. Ich kam aber auch hier zu keinem gewünschten Ziele.

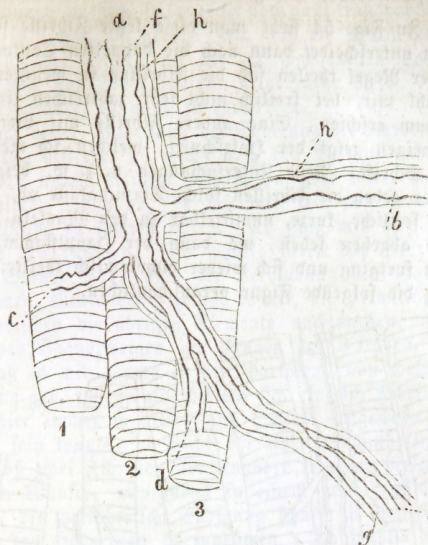
81. Ausgezeichnet geeignet zu dem Zwecke fand ich bald die langen, nicht zu dicken, platten, durchscheinenden, leicht zu isolirenden Muskeln, welche beim Frosch vom Zungenbein zur Zunge gehen. Hier erkannte ich denn bald in den Endplexus, in den bogenförmigen Verbindungen zwischen einzelnen Nervenästen, Verhältnisse, welche mir zeigten, daß die sogenannten Endschlingen nicht existiren, sondern daß eine Theilung der Nervenprimitiv-fasern schon stattfindet, ehe dieselben ihren Endverlauf in den Muskeln erreichen. Man sieht nämlich, daß oft hie und da einzelne stärkere Primitiv-fasern von gewöhnlichem Durchmesser, a der nachfolgenden Figur, aus



einem feinen Nervenast heraustreten, und, von ihrer Scheide ** begleitet, in der Richtung der Endplexus verlaufen. Schon hier sieht man, parallel mit a, ein Paar viel feinere, blässere Fasern, wohl auch Aeste von Primitiv-fasern, b, b, verlaufen. Auf einmal theilt sich die Fibrille a in drei feinere Aeste, c, d und e, wovon der mittlere, e, etwas stärker ist, gerade aus verläuft, während die beiden anderen Aeste, d und e, sich nach anderen Richtungen wenden. Alle diese Aeste haben dunkle Contouren, entspringen ganz ähnlich wie in den Markverzweigungen des elektrischen Organs, mit etwas schmalern, blässern Anfängen aus der Marksubstanz der Fibrille a, um dann wieder etwas anzuschwellen. Sie werden ebenso von der ziemlich weiten Scheide * * begleitet, und zeigen an ihren Seiten ebenfalls eine oder zwei parallel verlaufende blasse Fibrillen, f, f, wie b, b, deren Ursprung ich nicht ermitteln konnte, und welche vielleicht als Aeste, entfernter liegenden Fibrillen angehörten.

82. Solche Verhältnisse findet man unter gewissen Modificationen überall an den Winkeln wieder, die in den Endplexus vorkommen, in denen mehrere Fibrillen sich austauschen. Ein anderes solches Beispiel giebt die folgende Figur.

Die Fibrille a, welche wahrscheinlich selbst schon ein Ast einer Primitiv-faser ist, giebt da, wo sie im rechten Winkel mit einer anderen Fibrille, b,

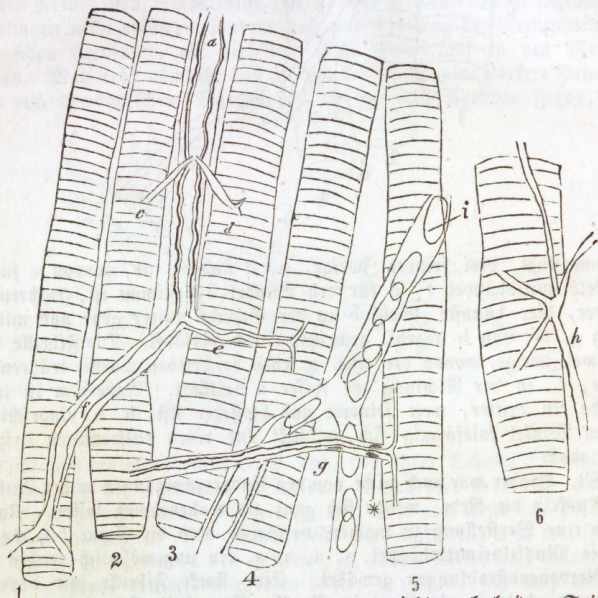


zusammenstößt, drei feinere Zweige, c, d und e, ab, wovon c für den Muskelspinnbündel 1, d für den Bündel 3 bestimmt ist, während der mittlere, hier dünnste Zweig e in der Scheide weiter geht und mit dem Zweig g, der von b abgeht, gemeinschaftlich verläuft. Die Fibrille b hat nur zwei Zweige, wovon der eine, g, eben beschrieben wurde, während der andere, f, in der Richtung der Faser a verläuft. Außerdem ist in der Scheide ein dritter, weit feinerer und blasserer Ast, h, h, eingeschlossen, der im Winkel knieförmig sich umknickt und einen entfernten Ursprung haben muß.

83. Bisher war noch nicht von den Endverzweigungen in der Substanz der Muskeln die Rede, welche sich ganz gut wahrnehmen lassen. Um sich hievon eine Vorstellung zu machen, vergleiche man die Figur 53, wo eine Parthie Muskelspinnbündel, a, a, a, a, ein ungewöhnlich reiches Bild von Nervenendstrahlungen gewährt. Eine starke Fibrille mit doppelten Contouren, b, von $\frac{1}{500}$ Linie im Durchmesser, theilt sich gipfelständig bei c, einigermaßen ähnlich wie die Fibrillen im elektrischen Organ, in 8 Zweige von etwas verschiedenem Durchmesser. Sechs dieser Zweige sind abgerissen und verlaufen zu entfernteren Muskelbündeln; die Zweige d, d aber sieht man auf zwei verschiedenen Muskelbündeln, T und V, sich gabelförmig theilen, blasser werden und unter der Hülle des Muskels verschwinden. Eine andere, feinere Fibrille mit doppelten Contouren, e, geht in drei Endäste über, wovon zwei zum Muskelbündel III zu treten scheinen, während die auf Muskelbündel II verlaufende abgerissen ist. Bei f, f, liegen drei andere Fibrillenäste, von welchen zwei weiter laufen und abgerissen sind, während der dritte in g sich wieder gabelförmig theilt und für den Muskelbündel IV bestimmt ist. Drei andere Fibrillenäste, h, h, verlaufen quer und parallel über das ganze Präparat, während die ganz feine, $\frac{1}{500}$ Linie messende Fibrille i isolirt verläuft, und deutlich von einer Scheide

k umhüllt ist. In Fig. 54 sieht man diese letzte Fibrille sehr stark vergrößert und man unterscheidet dann noch die doppelten Contouren.

84 In der Regel theilen sich die Fibrillen in weniger Zweige als acht, welche Zahl mir, bei freilich nicht sehr zahlreichen Untersuchungen, als das Maximum erschien. Eine andere Fibrille mit vier auch gipfelförmigen Endzweigen zeigt der Holzschnitt, welchen ich meiner mehrfach citirten kleinen Schrift: Neue Untersuchungen u. s. w. beigegeben habe. Nicht immer aber geben die Fibrillen solche Terminaläste ab, ich habe auch, freilich seltener, seitliche, kurze, unmittelbar zu den Muskeln tretende Endäste symmetrisch abgeben sehen, wo dann der Hauptstamm der Fibrille noch eine Weile fortging und sich wieder dichotomisch theilte. Ein solches Verhältniß mag die folgende Figur veranschaulichen.



Die Fibrille a, mit dunkeln Contouren, giebt nach beiden Seiten, c und d, zwei ganz feine, blasse, sehr kurze Fasern, welche sogleich zu den Muskelprimitivbündeln 2 und 3 treten und hier unter der dünnen Hüllmembran verschwinden. Dann geht die Fibrille weiter und giebt noch die zwei längeren Äste e und f, welche ihre gabelförmigen Endäste an die Muskelbündel 1 und 4 senden. Der Muskelprimitivbündel 5 empfängt einen besonderen, dünnen, anderswoher stammenden Zweig, g, der hier eine ziemlich weite Scheide mit blaffen Kernen * * hatte. Der feine Zweig h, der zum Muskelbündel 6 geht, zeigt 4 feine Endästchen. In i ist ein Capillargefäß mit Blutkörperchen dargestellt. Hier und da fand ich kleine Endästchen, die wirklich nur $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{1000}$ Linie maßen, ehe sie in den Muskelbündel eindrangen. Innerhalb des Muskelbündels konnte ich durchaus nichts mehr verfolgen. Zur Wiederholung der Untersuchung muß ich rathe, nur Präparate zu wählen, welche von so eben getödteten

Fröschen genommen wurden, so lange sie noch ganz transparent sind. Gerinnt das Plasma, so nimmt um gleiche Zeit auch die Muskelsubstanz bald eine leichte Trübung an, welche, wie bei der sogenannten Todtenstarre, schon der Untersuchung und Wahrnehmung Hindernisse bietet. Jedes Reagens, z. B. auch Essigsäure, ist ganz zu verwerfen.

85. Nach dieser Entdeckung der Endigung der Nerven in den willkürlichen Muskeln, befrehte ich mich, auch den Verlauf und die letzte Ausbreitung in den unwillkürlichen aufzufinden, aber leider vergebens, und ich stand bald wieder davon ab, da sich mir kein passendes Object darbot, welches die Mühe zu lohnen schien. Es ging mir hier nicht besser, als Bidder und Volkmann. Ich wählte zuerst das Herz, aber so wenig ich hier im Stande war, über die Verbindung der Ganglienkörper in's Reine zu kommen, ebenso wenig gelang es mir, die Primitivfasern zu isoliren, und ihnen zwischen die übrigen Elemente nachzugehen. Ich versuchte es sodann mit den Vaguszweigen am Magen bei Torpedo. Hier muß ich bemerken, daß es mir gerade in den Parthien, von welchen ich Fig. 32 eine Abbildung gab, schien, als theilten sich einzelne Fibrillen dichotomisch. Aber es ist hier immer so vieles und dichtes Zellgewebe vorhanden, daß ich nie sicher sein konnte, ob nicht bei einer vermutheten Theilung vielleicht eher bloß zwei Fibrillen übereinander kreuzend verliefen.

86. Der Wunsch, wenigstens in einem rein sensiblen Nerven, zur Vergleichung, die peripherische Endigung scharf zu analysiren, veranlaßte mich, wieder den Hörnerv vorzunehmen. Ich wählte den Zitterrochen, da er mir gleichzeitig am meisten zur Hand war. Sowohl in den Ampullen der halbkreisförmigen Kanäle, als auf dem Gehörsack, entdeckte ich leicht jene Endplexus, von denen ich früher Abbildungen gegeben hatte. Die ersten Ansichten schienen meinen früheren Anschauungen Recht zu geben, und wenn irgendwo, so ist hier noch eine Schlingenbildung wahrscheinlich. Indes muß ich offen gestehen, daß ich zwar gekrümmte, bogenförmige Primitivfasern etwa in der Weise sah, wie sie Fig. 41 am elektrischen Lappen gezeichnet wurden, daß es mir aber nicht gelang, die zwei Schenkel aus oder zu der entsprechenden Dese so zu verfolgen, daß ich eine wirkliche Schlingenbildung annehmen konnte. Die und da schien es mir selbst, als wenn eine Fibrille sich frei endigend, jedoch ohne Verfeinerung, an's Muttergewebe anlegte. In anderen Organen habe ich noch weniger zu einem Resultate gelangen können, und am allerwenigsten ist es mir je gelungen, in der Neghaut, wo Valentin und Andere Endschlingen wahrgenommen haben wollen, auch nur solche scheinbare Bildungen zu entdecken. Die Haut, auch mit Essigsäure behandelt, ist weder beim Frosch, noch beim Zitterrochen geeignet, die Frage zur Entscheidung zu bringen. Sie bleibt viel zu undurchsichtig. In dem unteren Augenlied der Frösche sind die feinen (unstreitig durch Theilung verfeinerten) Primitivfasern in kleinen, oft an Fibrillen sehr armen Bündeln, leicht im Verlaufe zu verfolgen, doch habe ich denselben nicht bis an's Ende nachgehen können.

II. Kritische und theoretische Betrachtungen.

So fragmentar die vorstehenden Beobachtungen auch sind, so sind sie doch hinreichend, manchen physiologischen Anschauungsweisen eine festere Stütze zu geben, andere dagegen auf die Seite zu drängen, vielleicht auch

in mancher Hinsicht nur die Verwirrung in der Nervenphysiologie zu vergrößern.

Dies gilt namentlich in Bezug auf die Natur der Ganglien und die Lehre vom sympathischen Nerven. Jedenfalls geht aus meinen Untersuchungen hervor, daß wir der Lösung der Frage noch nicht so nahe sind, als man schon glaubte.

Wie außerordentlich haben nicht unsere Anschauungen von den einfachsten histologischen Verhältnissen der Nervensubstanz in den wenigen Jahren gewechselt, seit wir nur überhaupt angefangen haben, dieselben ein wenig besser kennen zu lernen! Kaum sind zehn Jahre verflossen, seit wir durch Ehrenberg und besonders durch Valentin zuerst auf Ganglienkörper oder Ganglienzellen aufmerksam gemacht wurden. Ehrenberg, der sie zuerst abgebildet hat, kannte sie jedoch nur von wirbellosen Thieren¹⁾. Erst Valentin beschrieb die Ganglienkörper als allgemeine und durchgreifende Formation im Nervensystem in seiner früheren, für die Histologie der Nerven so höchst wichtigen Arbeit²⁾. Aber er nimmt hier zwei differente, eigenthümliche Urmassen des gesamten Nervensystems an, nämlich die »Kugeln der Belegungsformation«, unsere Ganglienzellen oder Ganglienkörper, und die »Primitivfasern«. Er sagt ausdrücklich: »Beide gehen nirgends in einander über, sondern befinden sich nur in dem gegenseitigen Verhältnisse der Juxtaposition.« Er hatte also, wie ich selbst und die Mehrzahl der Beobachter nach ihm, keine Ahnung von dem anatomischen Zusammenhange beider. Die von Remak beschriebenen und mit seinem Namen belegten Fasern³⁾, die später Krause sehr passend Knötchenfibrillen genannt hat, und welche als histologische Elemente, als eine Art von Bindegewebe, vorzüglich in der Substanz der Unterleibsganglien vorkommen, habe ich nie für Nervenfasern halten können. Uebrigens sah Remak selbst keinen Zusammenhang dieser grauen Fasern mit den ächten, weißen, röhrigen Fibrillen. Obwohl Remak im Gehirn und in den Ganglien der Wirbellosen fadenförmige Verlängerungen der Ganglienzellen sah (von denen er aber nicht annimmt, daß es Ursprünge von Primitivfasern seien), so muß man doch, nach seinen Abbildungen zu schließen, sich überzeugen, daß er wahre Ursprünge der Primitivfasern von Ganglienzellen nicht gekannt hat. Dasselbe gilt auch von Purkinje's⁴⁾ und Hannover's⁵⁾ hieher gehörigen Arbeiten. Beurtheile ich deren Abbildungen recht, so zeigen dieselben nur, daß sie zackige und ästige Fortsätze oder fadenförmige Verlängerungen an den Ganglienkörpern der Centraltheile wahrgenommen, welche vielleicht identisch sind mit den von mir an den Ganglienkörpern des elektrischen Lappens beschriebenen granulirten Fortsätzen. Ein Blick auf Hannover's Abbildungen reicht mir, wie Volkmann, hin, mich zu überzeugen, daß diese Fortsätze keine wahren Nervenursprünge sind.

¹⁾ Beobachtung einer auffallenden, bisher unerkannten Structur des Seelenorgans. Berlin. 1836.

²⁾ Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. Nov. acta Acad. Leopoldin. Vol. XVIII. P. I.

³⁾ Observationes anatomicae et physiologicae de syst. nervosi struct. Berol. 1838.

⁴⁾ Im Berichte der Versammlung deutscher Naturforscher in Prag auch Ziss von Oken. M. Abbild.

⁵⁾ Mikroskopiske Undersøgelse af Nervesystemet. Kjöbenhavn, 1842.

Bidder und Volkmann¹⁾ verdanken wir die wichtige Entdeckung von den relativen Dimensionen der Primitivfasern in verschiedenen Organen, wobei sie die feinen Primitivfasern als eine eigene Classe von Fasern, als sympathische Fasern, aufstellen. Beide nahmen an, was Volkmann später noch weiter ausführte²⁾, daß die feinen Fasern in den Ganglien ihren Ursprung haben, und zwar in den Ganglienkugeln, von wo aus sie in besonders großer Zahl peripherisch verlaufen, zum Theil aber auch mit den Centraltheilen, Gehirn und Rückenmark, in Verbindung treten. Die Ganglien sind, nach Volkmann, selbst Centralorgane, und alle Ganglien sind Ursprungsstätten sympathischer Fasern. Volkmann hatte indeß doch eigentlich den Ursprung von Nervenfasern aus Ganglienzellen nicht wirklich gesehen, sondern nur mehr präsumirt. Kölliker war es, welcher wirklich in einigen wenigen Fällen in verschiedenen Thierclassen (namentlich bei Fröschen und Säugethieren) Fasern als unmittelbare Fortsetzung der Ganglienkörper erkannte³⁾. Er scheint aber nur eine Absendung der Fasern und zwar in peripherischer Richtung anzunehmen. In den wirbellosten Thieren hat vorzüglich Will⁴⁾ den Ursprung von Nervenfasern aus Ganglienzellen, aber auch nur in einseitiger Richtung, nachgewiesen, wobei er annimmt, daß auch Ganglienkörper aus entfernten Ganglien auf diese Weise unter einander verbunden werden.

Man sieht, wie durch die neuesten, in ihren wichtigsten Theilen ganz übereinstimmenden Untersuchungen, von Robin und mir, die ganze Lehre von den Ganglien und den sogenannten sympathischen Fasern in ein neues Stadium der Entwicklung tritt. Durch diese Untersuchungen wird, wenn aus ihnen alle Consequenzen gezogen werden dürfen, die ich selbst nicht einmal daraus ziehen will, die frühere Valentin'sche Ansicht, wonach sich niemals Belegungskugeln (Ganglienkörper) mit Fasern combiniren sollen, völlig auf den Kopf gestellt. Ebenso wenig aber läßt sich die Volkmann-Kölliker'sche Ansicht halten, wonach die Ganglien als Centrakörper Primitivfasern nach der Peripherie entlassen.

Prüfen wir den Stand der Sache etwas genauer, so muß die erste Frage die sein: Geht wirklich in allen Ganglien von jeder Ganglienzelle eine Faser nach der Peripherie, eine andere nach dem Centrum, und entspringen nie mehr als zwei solche Fasern von einer Zelle?

Diese Frage läßt sich für alle Cerebrospinalganglien und Visceralganglien, für alle einzeln in Nerven zweigen vorkommende Ganglienkörper mit höchster Wahrscheinlichkeit durch Ja beantworten. Robin und ich haben niemals einen einseitigen Faserursprung, wo die Gebilde unverletzt waren, und wenn ich ein paar Mal zweifelhaft sein konnte, ob an der einen Seite die Faser wirklich abgerissen war oder nicht, so verschwinden diese Fälle vor der ungeheuern Mehrzahl derjenigen, wo ein bestimmter Abgang von Fasern nach Peripherie und Centrum nachgewiesen werden konnte. In Spinalganglien habe ich viele Tausend Fasern auf diese Weise entstehen sehen, und ebenso ist es mir bei einer großen Anzahl von Fibrillen im Trigeminiis geglückt, auch bei einer nicht unbeträchtlichen Menge in

¹⁾ Die Selbstständigkeit des sympathischen Nerven. Leipzig. 1842.

²⁾ Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Art. Nervenphysiologie.

³⁾ Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems, Zürich. 1845.

⁴⁾ Müller's Archiv f. 1844.

Visceralganglien. Ich habe einzelne Spinalknoten vollständig unter dem Mikroskop analysirt, und keine einzige durchtretende Faser, keine einseitig abgehende wahrgenommen. Da man nicht scrupulös genug sein kann, und sich bis jetzt schon im Nervensystem nach den einzelnen Parthien kleine Verschiedenheiten genug zeigen, so will ich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, daß nicht von mir untersuchte Ganglien vorhanden sind, wo das Verhältniß ein anderes ist, obwohl ich individuell von der Allgemeinheit der Geltung des Gesetzes für alle Ganglien überzeugt bin.

Eine zweite Frage ist die: Ist die Zusammensetzung der Ganglien, welche Ihr bei den Fischen gefunden habt, auch wirklich dieselbe beim Menschen und den anderen Wirbelthieren? Hier kommt es darauf an, wie weit sich das Gesetz der Analogie in Anwendung bringen läßt. Wenn man aber bedenkt, daß die histologischen Verhältnisse der Nervensubstanz, namentlich die der Primitivfasern, die allgemeine Anordnung der Nerven und ihrer Wurzeln im Verhältniß zu Gehirn und Rückenmark, die physiologischen Verhältnisse der Empfindung und Bewegung, bei allen Wirbelthieren auf wesentlich gleichen Basen ruhen, so wird man auch diese Frage bejahend beantworten müssen. Unmöglich können unter gleichen übrigen Verhältnissen so wichtige Bedingungen wie die berührten anatomischen der Ganglien schwanken. Uebrigens lassen sich auch direkte Beweise, wenn schon mit viel größerer Schwierigkeit, bei anderen Wirbelthieren herstellen. Neuere, in Göttingen angestellte Beobachtungen beim Frosch, haben Nervenursprünge in den Spinalknoten von Ganglienkugeln aus nach der Peripherie und nach dem Centrum, ganz wie bei den Rochen, nachweisen lassen. Hier erweist sich wiederum der Werth zootomischer Studien und der vergleichenden Anatomie für die Physiologie überhaupt, daß es uns in der Reihe der Thierwelt oft gelingt, in einem Wesen eine Bildung mit höchster Klarheit und Deutlichkeit wahrzunehmen, welche bei tausend anderen viel mehr verhüllt und der Beobachtung nicht so zugänglich ist.

Halten wir uns zunächst bei der weiteren Betrachtung an die Rückenmarksnerven, die für alle Fundamentaluntersuchungen über das Nervensystem, wie z. B. für den Bell'schen Lehrsatz, die klarste und überschaubarste Grundlage gewähren, so steht für dieselben zunächst bei Torpedo, mit einigen Modificationen aber auch bei den übrigen Wirbelthieren, Folgendes fest:

- 1) Alle hinteren Wurzeln sind mit einem Ganglion versehen.
- 2) Alle vorderen Wurzeln sind ohne Ganglien.
- 3) Die hinteren Wurzeln sind rein sensibel;
- 4) daher bei der Reizung weder dießseits noch jenseits der Ganglien Zuckungen in den Muskeln vorkommen.
- 5) Die vorderen Wurzeln sind rein motorisch.
- 6) Beide Wurzeln enthalten im größten Ueberschuß breite oder dicke, in nur geringer Zahl feine oder ganz feine Fibrillen.
- 7) Da, wo die Wurzel dießseits des Ganglions dicker erscheint, als jenseits, wird dies nicht durch vermehrte Zahl der Fibrillen, sondern durch größere Dicke der Scheiden, vielleicht auch des Marks, bewirkt.
- 8) Alle Fasern, dicke und dünne, treten vom Rückenmark aus im Ganglion mit Ganglienkörnern in die oben beschriebene anatomische Verbindung, und die Ganglienkörper entlassen ebenso wieder Primitivfasern zur Peripherie.
- 9) Beim Eintritt in die Ganglienzelle hört das blähnliche Mark der Fibrille auf, es erscheint eine Füllung mit feinkörniger Masse, welche

das Mark beider Fibrillen trennt; die Scheiden aber gehen in einander über.

10) Große Ganglienzellen stehen im Allgemeinen mit dicken Fasern, kleine mit dünnen Fasern in Verbindung, jedoch kommen Uebergänge vor.

Sind diese Sätze alle richtig, so muß man als eine höchst wichtige Consequenz weiter schließen, daß alle sensiblen Fasern, welche sich aus der Peripherie in den Spinalganglien sammeln, sich mit Ganglienzellen combiniren, während die motorischen Fasern dieser Combination gänzlich ermangeln.

Kann man nun dies Gesetz weiter ausdehnen, auf alle sensiblen und motorischen Fasern?

Hier mangeln noch die nöthigen Untersuchungen. Aber die größte Wahrscheinlichkeit spricht dafür. Beim Zitterrochen haben die elektrischen, centrifugal, gleich den motorischen, leitenden Nerven keine Ganglien, und beim fünften Nervenpaar gelten in Bezug auf sensible und motorische Wurzeln ganz dieselben Gesetze, wie für die Spinalnerven. Volkman n, Valentin u. A. m. sind der Meinung, daß die Cerebrospinalganglien auch motorische Fasern enthalten. Ich will die Möglichkeit nicht läugnen; aber hier müßte dann erst nachgewiesen werden, ob in solchen Ganglien nicht, wie im Verlaufe des Vagus, durchtretende Fibrillen vorkommen, welche keine Combination mit Ganglienkörpern eingehen. Man pflegt für die motorische Natur der Ganglien in der Regel nur solche Nerven anzuführen, wie den vagus, accessorius, glossopharyngeus, wo die anatomischen Verhältnisse viel zu zusammengesetzt sind, um ein klares Urtheil zu fällen.

Noch schwieriger ist die Entwicklung dieser Verhältnisse zur Zeit bei allen den Zweigen des Vagus und Sympathicus, welche in die Brust und in den Unterleib treten, und es läßt sich eine exacte Analyse darüber nicht geben. Höchst wahrscheinlich aber, wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, giebt es in den Abdominal-, vielleicht auch den Herzganglien, durchtretende Zweige, deren motorische oder sensible Natur aber erst zu ermitteln ist.

Nicht mit derselben Sicherheit läßt sich eine andere, sehr wichtige Frage entscheiden, nämlich die: Giebt es verschiedene Classen von Ganglienkörpern, wie es verschiedene Classen von Fasern, dicke und dünne, giebt, oder mit anderen Worten, spricht in Bezug auf Größe und Bau irgend Etwas dafür, daß man eigene Ganglienkörper annehmen kann, welche den dünnen, sogenannten sympathischen oder nutritiven Fasern entsprechen, andere, welche mit den breiten, gewöhnlichen Cerebrospinalfasern Combinationen eingehen?

Die Beantwortung dieser Frage hängt auf das innigste mit der ganzen Annahme von eigenen sympathischen Fasern zusammen.

Bei sorgfamer Prüfung meiner Beobachtungen, kann ich nur die Thatsache bestätigen, welche Bidder und Volkman n zuerst aufgestellt haben, daß es allerdings Fasern von so verschiedenen Durchmesser gibt, daß man in den Extremen zwei Hauptclassen, breite und schmale, annehmen kann, zwischen welchen es zwar Uebergänge, sogenannte mittelfeine Fibrillen giebt, welche letztere aber im Verhältniß zu den extremen Formen, Alles zusammen genommen, die bei weitem seltensten sind. Es können, wie in den meisten Nervenwurzeln, in allen willkürlichen Muskeln die breiten Fasern in sehr großem Ueberschuß vorhanden sein, ja sie können sich ausschließlich zeigen, wie im elektrischen Organ; oder es können die ganz

dünnen Fasern in weit größerer Zahl auftreten, wie in den Assimilationsorganen, und überhaupt allen Gebilden mit unwillkürlichen Muskelfasern. Nie aber habe ich gesehen, daß die mittelfeinen Fasern, die von etwa 10 Linie im Durchmesser, massenweise austraten. Es ist hier in den Elementen des Nervengewebes ganz anders, als z. B. bei den Blutkörperchen, und überhaupt den meisten Elementarorganen, wo zwar auch bedeutende Größenscillationen vorkommen, wo aber die mittelgroßen die Hauptmasse bilden, die größten und kleinsten dagegen bei weitem in der Minderzahl auftreten. Jedenfalls scheint mir ein ganz bestimmtes, bei einzelnen Thieren zwar variirendes, aber im Ganzen übereinstimmendes Gesetz obzuwalten, wornach die breiten oder dünnen Fasern in einzelnen Organen vorherrschen. Alle meine Untersuchungen, auch an anderen Thieren, stimmen in dieser Hinsicht mit den Volkmann'schen überein, und die Beobachtungen am Zitterrochen geben nur eine weitere Bestätigung ab.

Im Uebrigen halte ich aber die feinen Fasern für ganz identisch gebaut mit den breiten. Beide haben, auch die feinsten, bei starken Vergrößerungen, doppelte Contouren und eine feine Hülle. Die doppelten Contouren entstehen nur bei den feinen Fasern etwas weniger rasch, was aber auch der Fall ist bei den gleichfalls dünneren Nesten der Primitivfasern im elektrischen Organe.

Die feinen Fasern aber sympathische oder nutritive zu nennen, dürfte noch nicht ganz gerechtfertigt sein, da sie jedenfalls keinen eigenthümlichen Nerven zugehören, sondern ganz, wie alle Cerebrospinalfasern, aus Gehirn und Rückenmark entspringen, und in verschiedenen Nerven nur in verschiedener Menge gefunden werden, beim Zitterrochen und überhaupt den niederen Wirbelthieren, z. B. in größter Häufigkeit in den Abdominalzweigen des Vagus.

Was die Ganglienkörper betrifft, so zeigt sich in Bezug auf die numerischen Verhältnisse ihrer Größen eine beträchtlichere Verschiedenheit, als in den Fasern; es kommen mehr mittelgroße vor, obwohl allerdings in den Ganglien der Spinalnerven z. B. viel mehr große als ganz kleine, im Ganglion gastricum viel mehr kleine als große. Hier und da entspringen auch an der einen Seite eines Ganglienkörperchens dicke oder mittelfeine, an der anderen feine Fasern, vergl. S. 14. Eirunde und kugelförmige Zellen kommen unter den großen und kleinen vor; doch sind die ganz runden bei den großen Fibrillen, die ovalen bei den feinen vorherrschend. Auch die innere Structur ist gleich.

Alles wohl erwogen, finde ich zwar keine so scharfen Unterschiede als Robin, will jedoch nicht läugnen, daß im Allgemeinen feine Fasern und kleine Ganglienzellen, dicke Fasern und große Ganglienkörper sich entsprechen.

Ist dies der Fall, giebt es wirklich ein eigenes System von dünnen Fasern und entsprechenden kleinen Ganglienzellen, so ist dies jedenfalls nur ein in das übrige Cerebrospinalsystem eingeschobenes, in diesem selbst aufgehendes, und der Begriff des sympathischen Nerven würde sich anders stellen, als es bisher geschah.

Man müßte ihn so definiren: Aus Gehirn und Rückenmark entspringen dicke und dünne Fasern, welche letztere vorzüglich zum Herzen, an die Gefäße, an die vegetativen Organe treten, und sparsam mit anderen dickeren Fasern verbunden, den sogenannten sympathischen Nerven constituiren,

aber auch in anderen Nerven, namentlich im Gebiete des N. vagus vorkommen.

Hier entsteht noch eine wahrscheinlich bejahend zu beantwortende Frage, nämlich: treten alle Fibrillen im Körper nur einmal durch Ganglienkörper, d. h. legen sie sich an solche an, oder kann eine Fibrille, welche z. B. an eine Ganglienzelle getreten ist, und wo auf der anderen Seite wieder eine Fibrille austritt, kann diese letztere vor ihrer Endausstrahlung im Unterleib noch ein zweites Mal eine Combination mit einem Ganglienkörper eingehen, so daß das Mark eines einfachen leitenden Elementes (des öligen Inhalts einer Faser) zwei oder mehr Mal von der feinkörnigen Substanz einer Zelle, unbeschadet der Leitung selbst, unterbrochen werden?

Nach dem, was ich beobachtet habe, möchte ich mich zur Ansicht hinneigen, daß es sowohl grobe, als feine motorische Fasern ohne Verbindung mit Ganglienkörpern, und grobe und feine sensible Fasern giebt, die immer mit Ganglienkörpern sich combiniren. Dies scheint aus der Betrachtung der Rückenmarkswurzeln und der Vaguszweige hervorzugehen.

In den sogenannten sympathischen Zweigen (wohin ich übrigens fortwährend alle Visceraläste des Vagus rechne) kommt außerdem noch ein anderes Moment in Betracht. Offenbar ist es nicht gleichgültig, daß die Primitivfasern hier auf eine andere Weise als im übrigen Theile des peripherischen Nervensystems durch Schichten von Bindegewebe (§. 34) und öfters in den Ganglien durch Niederschläge von Kernen und Knötchenfibrillen umgeben werden.

Auffallend ist es mir immer gewesen, wahrzunehmen, daß in den Visceralganglien ganz ähnliche Elemente zwischen den Primitivfasern vorkommen, wie im Gehirne, nämlich feinkörnige Massen mit eingesprengten Kernen. (§. 35.)

Offenbar hat man für die Folge auch hierauf seine Aufmerksamkeit zu richten, in wie weit diese Muttermasse der Substanz der Cerebralthelle ähnlich, in wie weit die anderen zellgewebigen Schichten, und in wie weit das Vorherrschen der feinen Primitivfasern in den der willkürlichen Bewegung und der normalen Empfindung entzogenen Organen (womit gleichzeitig das Vorherrschen der kleinen Ganglienzellen in Verbindung steht), als mechanische Momente, einen Einfluß auf die Eigenthümlichkeit jener Parthien des Nervensystems ausüben, welche wir mit dem Ausdruck des „Nervus sympathicus“ in eine gemeinsame Kategorie zu fassen pflegen.

Mit vagen Hypothesen hierüber will ich die Leser nicht ermüden. Aber das scheint mir jetzt gewiß, daß das physiologische Geheimniß in der modificirten Thätigkeit der, sonst mit den Cerebrospinalnerven identischen, sympathischen Fasern nicht in dem vermeintlichen Ursprung aus den Ganglienzellen, allerdings aber zum Theil in der vermuthlichen mehrfachen Einschlebung derselben, liegen kann. Andererseits scheint es mir aber wahrscheinlich, daß die Feinheit der Elemente etwas Wesentliches für das sympathische System ist. Am fruchtbarsten dürfte sich auch hier vielleicht die Vergleichung mancher Geseze in der Elektrizitätslehre erweisen, und am Ende liegt hier etwas Aehnliches zu Grunde, wie beim Ohm'schen Gesez in den Dimensionsverhältnissen der Leiter des galvanischen Stroms, wobei wir für eine weitere Vergleichung allerdings erst die mechanische Anordnung und die Endigung der sympathischen Fasern in den Central-

theilen kennen müßten, d. h. die neuromotorischen Elemente und ihre Verhältnisse zu ihren Leitungsdrähten, den Primitivfasern¹⁾.

Die peripherischen Ganglien erweisen sich nach meinen obigen Untersuchungen nicht mehr als Multiplicationsorgane für die Primitivfasern. Die Ganglienzellen sind weder Belegungsgebilde, noch Ursprungselemente für die Fasern. Es sind vielmehr immer — sofern nicht weitere Beobachtungen eine Verschiedenheit in der Natur der Ganglienkörper nachweisen — in den Verlauf der Primitivfasern eingeschobene Elementarorgane, welche weder die Isolation jeder einzelnen Faser, noch die Correspondenz einer

¹⁾ Es sei mir erlaubt, hier noch ein Paar Worte als Erläuterung meiner obigen Andeutung hinzuzufügen. So lange wir nicht die Gesetze der Erregung und Leitung des Nervenprinzips eben so genau kennen, wie das der Elektrizität, wird man bei Parallelisirung beider Thätigkeiten nur zu leicht in's Wilde und Blaue gerathen. Sonst aber halte ich es recht wohl für möglich, daß wir uns nahe an der Schwelle einer großen Entdeckung über das wahre Verhältniß der Nervenkraft zur Elektrizität befinden. Eine solche Entdeckung würde aber für die gesammte Naturlehre noch weit wichtiger sein, als die *Versted'schen* und *Faraday'schen* mit Recht so berühmt gewordenen Entdeckungen. Was meine obige Bemerkung betrifft, so will ich hier nur so viel sagen. Mir scheint in dem Dimensionsverhältniß der Nervenprimitivfasern und in der Zwischenlagerung von punktförmiger Substanz zwischen das leitende Mark der Fibrillen in den Ganglienzellen Etwas zu liegen, was mit der Quantität und Intensität der Elektrizitätsströmung in den Leitern der Kette große Verwandtschaft hat. So wie die Größe der Querschnitte der Leitungsdrähte der Kette von großem Einfluß auf die Stromstärke ist, so ist es sehr wahrscheinlich, daß dasselbe von dem Durchmesser, d. h. der Größe der Querschnitte der Primitivfasern, als Leitungsdrähte des in den Centraltheilen erzeugten Nervenagens, gilt. In den dünnen Fibrillen, welche sich vorzugsweise an die willkürlichen Muskeln, an das elektrische Organ verbreiten, wird somit eine stärkere Entwicklung des Nervenprinzips stattfinden können. Auf die raschere und kräftigere Erregung an der Endausbreitung hat dann vielleicht auch die Endtheilung der Primitivfasern Einfluß. Weitere Untersuchungen und Vergleiche müßten dann lehren, in wie weit die anderen Gesetze, welche bei der Zertheilung des elektrischen Stroms in der Kette gelten, in wie weit z. B. die Größe der Nervenströmung in den leitenden Fibrillen in Proportion steht zu deren Länge, Dicke, Structur ihres Marks u. s. w. Auf die sympathischen Fasern angewendet, würde sich hieraus die geringere Intensität der Effekte der Reize, sowohl auf deren motorische als sensitive Elemente, erklären lassen. Ja auch auf die Natur der Ganglienzellen würde einiges Licht fallen. Offenbar muß die Leitungsfähigkeit in einer in Molekeln aufgelösten Nervensubstanz, wie eben in den Ganglienzellen, eine andere sein, als in dem continuirlichen Nervenmark der Fibrillen. Man könnte sich hieraus die Schwächung in der Fortpflanzung gewöhnlicher Reize erklären, wenn man annimmt, wie es wahrscheinlich gemacht wurde, daß die sensitiven sympathischen Fasern in ihrem centralen Verlaufe mehrfach von Ganglienzellen unterbrochen werden. Ja vielleicht dürfen überhaupt die peripherischen Reize nicht unmittelbar, d. h. in voller Intensität durch das Mark der Fibrillen auf die neuromotorischen Elemente der Centraltheile fortgepflanzt werden, und es werden daher alle sensitiven Fasern vor ihrem Eintreten in's Gehirn und in's Rückenmark durch die punktförmige Substanz des Inhalts der Ganglienzellen unterbrochen. Man sieht, daß zur Bestätigung oder Widerlegung dieser Hypothese den Experimenten über Intensität der Fortpflanzung der Reize und des parallelen Reflexes auf motorische Organe sich eine ganz neue Bahn öffnet, wozu vielleicht gerade die *Plagiostomen* geeignet sind. Vergl. übrigens über diesen Gegenstand noch die Anmerkung weiter unten bei Gelegenheit der molecularen Auflösung des Nervenmarks in den Endzweigen der Nerven des elektrischen Organs. Auch die vortrefflichen Untersuchungen von *E. Weber* im Artikel: Muskelbewegung würden zu manchen Betrachtungen Veranlassung geben. Denn gewiß sind die verschiedenen Wirkungen des discontinuirlichen elektrischen Stroms auf animale und organische Muskeln proportional den mechanischen Anordnungen der diese Gebilde constrictirenden histologischen Elemente, ihrer Substanz sowohl, als der ihrer Nerven.

jeden Fibrille mit entsprechenden Punkten in dem Centrum und in der Peripherie vernichten. Inwiefern sie bei der Intensität, der Wirkung und Ausstrahlung des Nervenprincips theilhaftig sind, oder was sie sonst für eine Bedeutung in den Aeußerungen der Nerventhätigkeit haben, ist zur Zeit gänzlich unbekannt. Da sie aber, wie es scheint, ganz vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich, nur den centripetalleitenden oder sensitiven Fibrillen interponirt sind, so scheint es, daß sie für die Fortpflanzung der Reize von der Peripherie nach dem Centrum von Bedeutung sein müssen. Sollten die Ganglienzellen hier vielleicht die Intensität in der Fortpflanzung der Reize mäßigen, so würde es jedenfalls von doppeltem Interesse sein, zu erforschen, ob in den Assimilationsorganen eine Fibrille durch mehrere Ganglienzellen unterbrochen ist, was man wenigstens vermuthen darf, weil hier die Menge der Ganglien sich so sehr vermehrt. Sollte die Feinheit der Elemente, der starke Schutz der Fasern und Ganglienzellen durch Zellgewebe und Knötchenfibrillen hiebei in Betracht kommen, wo es dann pathologischer, d. h. intensiverer Reize als der gewöhnlichen bedarf, um dieselben im Bewußtsein topisch mehr oder weniger klar zu unterscheiden?

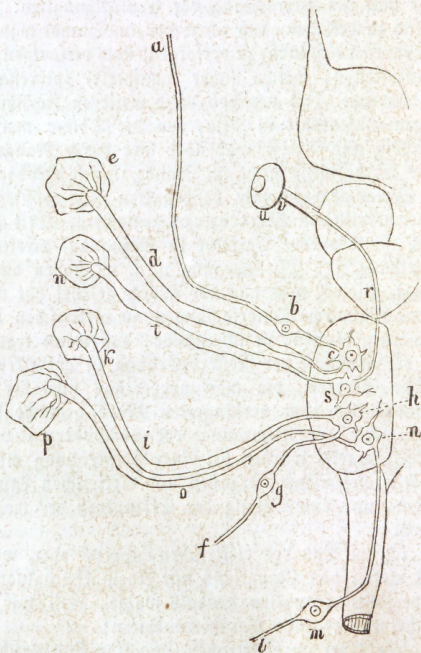
Ich komme nun zur Betrachtung der Centralganglien. Hier habe ich es außerordentlich zu beklagen, daß ich weder im Stande war, die Histologie der elektrischen Lappen vollständig zu verfolgen, noch diejenigen Beobachtungen und Versuche anzustellen, welche sicher mancherlei interessante Aufschlüsse gewährt haben würden. Ich verschob diese weiteren Forschungen von dem weniger günstigen Aufenthalt in Pisa, wo die Thiere meist halbtodt ankamen, auf Venedig und Triest, war aber hier durch Mangel an Zeit und Ungunst anderer Verhältnisse nicht im Stande, meine Beobachtungen weiter zu verfolgen. Meine Experimente beschränkten sich größtentheils auf die Wiederholung der bereits von Matteucci gemachten. Mit größter Leichtigkeit würden sich sonst andere Versuche in Bezug auf direkte und indirekte Reizung, Reflexthätigkeit, Mitbewegung u. s. w. haben ausführen lassen. Ich bin überzeugt, Vieles, was uns der Frosch gelehrt hat und noch lehren kann, würde durch ähnliche Untersuchungen an elektrischen Rochen ergänzt und erweitert werden können, ja ich glaube, daß wenn irgendwo, es hier gelingen wird, die Mechanik der Reflexbewegung zu entdecken und graphisch darzustellen. Alle Studien, die man neuerdings über die Herzbewegung und deren Abhängigkeit vom verlängerten Mark gemacht hat, sowie die über die Abhängigkeit der Bewegung der Lymphherzen von bestimmten Parthien des Rückenmarks, würden bei einer Vergleichung mit dem Wechselverhältniß zwischen elektrischen Organen und elektrischen Lappen neue Anregungen erhalten, und eine Lösung der Erkenntniß der mechanischen Vorgänge versprechen.

Vergleiche ich den Bau des elektrischen Lappens oder, wie man kurzweg sagen kann, des elektrischen Ganglions mit einem Spinalganglion (das ich von den peripherischen Ganglien deshalb wähle, weil wir es am besten kennen), so erscheinen folgende Verschiedenheiten:

- 1) Die Ganglienkörper im elektrischen Ganglion sind gleich den Ganglienzellen und Kernen in anderen Parthien des Gehirns und verlängerten Marks in eine feinkörnige Masse als Muttergewebe eingebettet.
- 2) Sie sind von viel reicheren Gefäßnetzen umspinnen, welche in den peripherischen Ganglien überhaupt viel sparsamer sind.
- 3) Sie haben entweder, wie mir wahrscheinlich ist, gar keine oder eine verschwindend feine Hülle.

- 4) Sie haben meistens, vielleicht immer, eine verschiedengroße Anzahl von unmittelbaren, aus ihrer Substanz hervorgehenden Fortsätzen, welche
- 5) höchst wahrscheinlich theils als Ursprünge für peripherische Fasern, theils
- 6) zur Verbindung der Ganglienkörper untereinander dienen.
- 7) Zeichnen sie sich durch Größe und ansehnlich starke Entwicklung ihrer bläschenartigen Kerne aus.
- 8) Sind sie jedenfalls die centralen Elementarorgane für die den willkürlich- und reflexmotorischen Muskelnervenfibrillen höchst verwandten elektrischen Primitivfasern, mithin
- 9) sind die elektrischen Lappen im Gegensatz gegen die rein sensitiven Spinalganglien ausschließlich oder vorzugsweise motorischer Natur, wie aus den mitgetheilten Experimenten klar hervorgeht.

Ist es erlaubt, aus meinen fragmentaren anatomischen und physiologischen Beobachtungen eine Theorie der Mechanik der Reflexbewegung vorläufig nur als Hypothese aufzustellen, so würde ich den Vorgang auf folgende Weise erklären:



Gesetzt, es wird der peripherische Endpunkt a einer Fibrille des Trigeminus aus dem zweiten Ast berührt, der sich an die Haut des vorderen Randes der Scheibe des Zitterrohrs verzweigt, so wird der Reiz nach dem Gesetze der centripetalen Leitung durch den Ganglienkörper im Ganglion Gasseri b auf den Ganglienkörper des elektrischen Lappens c fortgepflanzt; dieser centrale Ganglienkörper überträgt denselben als neuromotorisches

Elementarorgan auf die von demselben entspringende Fibrille d in dem sogenannten ramus electricus trigemini, welcher sich im vorderen Theil des elektrischen Organs verbreitet; hierauf folgt eine Entladung des Organs in der Platte e, auf der sich diese Fibrille verzweigt. Für jede beliebige Faser von gleichem Verlauf gilt natürlich dasselbe.

Daß aber Parthien des elektrischen Organs für sich, z. B. die vordere, auf Berührung und Reizung vorderer Hautparthien des Körpers sich entladen können, ist gewiß (vergl. S. 62). Dasselbe gilt von den hinteren Parthien des elektrischen Organs. Reizt man den Hautpunkt f, der vermuthlich vom Seitennerven seine Primitivfasern bekommt, so pflanzt sich der Eindruck der Fibrille durch die dem entsprechenden Nerven eingelegten Ganglienzellen in g fort zum elektrischen Lappen, wo sich die Fibrille an den Ganglienkörper h setzt, welcher die von demselben entspringende elektrische Fibrille i in Thätigkeit setzt und eine Entladung auf der Platte k veranlaßt. Packt man das Thier tiefer am Körper, so kann der Reiz bei l durch die entsprechende Fibrille l auf die Zelle des Spinalganglions m übertragen werden, und von hier weiter durch Rückenmark und Gehirn auf den elektrischen Ganglienkörper n wirken, welcher eine Faser o durch den vierten ramus electricus auf die Platte p schickt.

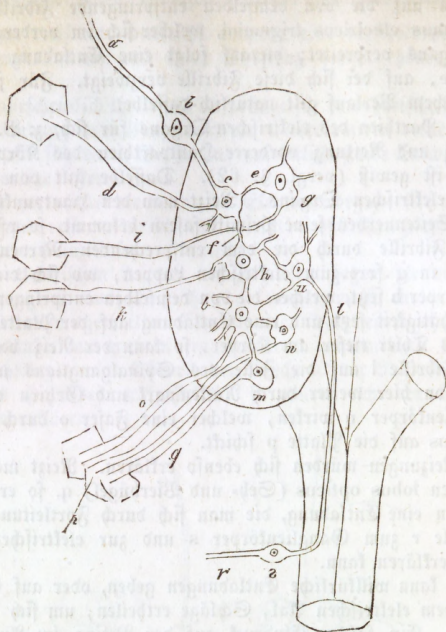
Direkte Reizungen würden sich ebenso erklären. Reizt man mit einer Nadel den linken lobus opticus (Seh- und Vierhügel) q, so erfolgt (vergl. S. 60) zuweilen eine Entladung, die man sich durch Fortleitung des Reizes auf die Fibrille r zum Ganglienkörper s und zur elektrischen Faser des Trigemini t erklären kann.

Der Fisch kann willkürliche Entladungen geben, oder auf Seheindrücke z. B., gleich dem elektrischen Aal, Schläge ertheilen, um sich seiner Beute zu bemächtigen. Ein solcher Eindruck auf der Retina im Auge u würde nun auf gleiche Weise durch den Sehnerven v sich, wie in dem eben gegebenen Beispiele, auf q, r, s, t, w fortpflanzen.

Setzt man statt elektrisches Organ: Muskel, und nimmt man dafür im Rückenmark und verlängerten Mark ähnliche Verhältnisse von Ganglienkörpern zu Fibrillen an, so würden hier dieselben Gesetze gelten.

Nun können aber, genau wie im Muskelsystem z. B. beim Frosch, auf Reizung einzelner Hautstellen mit Essigsäure, Bewegungen entstehen, die sich auf größere Muskelparthien verbreiten (sogenannte Mitbewegungen), auch ein- und mehrfache Entladungen des ganzen elektrischen Organs erfolgen, obwohl dieselben meist nur eintreten, wenn man viele Punkte auf der Haut der Scheibe des Thieres, und zwar oben und unten zugleich, reizt, wobei man ein Gefühl hat, als bekäme man von verschiedenen galvanischen Batterien von verschiedenen Seiten her Schläge.

Den Mechanismus der Mitbewegungen würde nach meinen anatomischen Beobachtungen folgendes Schema erklären. Die Fibrille a aus einem sensiblen Zweig des Trigemini pflanzt ihren Eindruck durch die peripherische Ganglienzelle b zum centralen Ganglienkörper c fort; dieser trägt den Reiz nicht bloß auf die Faser d über, sondern durch die beiden Fortsätze e und f auch auf die Ganglienkörper g und h, welche die von ihnen entspringenden elektrischen Fibrillen i und k anregen. Nun communicirt aber der Ganglienkörper h auch durch einen Fortsatz mit dem Körper l, und dieser mit m und n, wodurch dann die Fibrillen o, p, q in Activität versetzt werden. Reizt man aber bei r die Haut, so geht der Eindruck durch die peripherische Zelle s im Rückenmark durch das verlängerte Mark in der



Faser t zum Ganglienkörper u, welcher durch seine Combinationen mit h und l sämmtliche übrige Fasern d, i, k, o, p, q anregen kann.

Ein sehr interessanter und ganz leicht auszuführender Versuch, welchen ich wohl meinem Nachfolger auf diesem Gebiete überlassen muß, würde der sein: Man durchschneidet die drei sensiblen Zweige des Trigeminus in der Schädelhöhle (s. Fig. A. zu S. 46), läßt aber den vordersten Theil des elektrischen Zweiges im Zusammenhang mit dem Lappen. Hier würde nun auf Hautreizung an der früher genannten Stelle bei a keine Entladung im elektrischen Organe mehr stattfinden; dasselbe würde für die hinteren Parthien eintreten, wenn man die sensibeln Wurzeln des Vagus durchschneitte.

Es bleibt mir nun übrig, noch einige Worte über die oben beschriebenen Nervenendigungen zu sagen.

Höchst interessant ist auf jeden Fall auch hier wieder die große Aehnlichkeit (freilich mit gewissen Modificationen), zwischen der Ausbreitung der Fibrillen im elektrischen Organ und in den Muskeln.

Jede Fibrille erweist sich bis an die letzten peripherischen Endpunkte als isolirter Leiter. Die Isolation zeigt sich um so stärker, als die anfänglich bei den Nervenursprüngen sehr feine, dünne und enge Scheide nach der Peripherie hin, so wenigstens in den elektrischen Zweigen, sich sehr stark verdickt oder, wie in den Endzweigen der Muskeln und besonders den Nesten erster Ordnung in den elektrischen Fibrillen, durch weite Umhüllung eine um so größere Absonderung von der Umgebung bewirkt. Zuletzt aber kommt die Muskelsubstanz und die Substanz des elektrischen Organs in innigeren Contact mit der Nervensubstanz, welche, in einer

molekularen Auflösung begriffen, hiedurch offenbar die Oscillationen des Nervenmarks der Molekeln der thierischen Substanz, sowie schon durch die feinere Verästelung an sich, unmittelbar mittheilen kann¹⁾).

Daß diese mechanische Anordnung der Nervenendigung mit den physiologischen Erscheinungen der Nerventhätigkeit mehr harmonirt, als die Annahme von homogenen Endschlingen in den Muskeln, bedarf kaum einer Bemerkung.

Wann und wo wird es gelingen, die wahre Endigung der sensiblen Nerven aufzufinden, mit denen sich die Annahme einer Schlingenbildung in der Peripherie offenbar viel eher verträgt, als bei den motorischen Nerven?

Noch wichtiger wäre natürlich die Erkenntniß der mechanischen Verbindung der Primitivfasern unter einander, sowie der Ganglienzellen in den Centraltheilen, wenn auch vor der Hand nur in einem Segment des Rückenmarks und des verlängerten Marks. Vielleicht gelingt es, hier ein Thier aufzufinden, das, ähnlich wie der Proteus für die Blutkörperchen oder der Zitterrochen für die elektrischen Organe, Elemente der Nervensubstanz in den Centraltheilen zeigte, welche einer mikroskopischen Analyse zugänglicher sind, als bei den bisher vorzugsweise untersuchten Thieren. Vielleicht dürfte die Gattung *Petromyzon* sich hiezu eignen, obwohl hier die Primitivfasern nicht jene erforderliche Deutlichkeit im Bau haben und mehr mit denen der wirbellosen Thiere übereinstimmen.

Jeder Beitrag, jede Annäherung zu einer möglichen graphischen Darstellung des in seine Elemente zerlegten Baues der Centraltheile muß mit Dank angenommen werden. Als solche betrachte ich auch die neuesten so mühsamen Arbeiten von Stilling, welche offenbar von den Zeitgenossen mit zu viel Gleichgültigkeit oder Mißtrauen aufgenommen werden. Hat uns doch schon die Methode von Reil und Burdach zu einem vernünftigeren und einigermaßen gangbaren Pfade in diesem Labyrinth geführt, auf dem man auch den Lernenden in der Encephalotomie sich leichter über den Zusammenhang der Hirntheile verständlich machen könnte, als auf die frühere, freilich auch jetzt noch für den ersten Unterricht beizubehaltende Zerlegungsweise, durch wagrechte und senkrechte Durchschneidung der Hirnmassen. Stilling's Methode aber hilft zu einer weiteren Orientirung, wobei jeder Irrthum, wie in allen Forschungen, natürlich vorbehalten bleibt. Die endliche Erkenntniß des Baues und der Funktion der Centraltheile wird aber nur dann möglich werden, sobald wir, wenn auch nur von einem Thiere, wie etwa dem Frosch, eine graphische Aufnahme sämtlicher Elemente der Nervensubstanz und ihrer relativen Beziehungen zu den peripherischen Endpunkten besitzen. In Bezug auf die Lösung dieser Aufgabe wird man freilich, wie der geistreiche von Bär für ein anderes Gebiet, sagen müssen: daß der Baum, aus dem die Wiege Desjenigen gezimmert werden soll, der diese Aufgabe lösen wird, noch nicht gekümt hat.

¹⁾ Um hier noch einmal auf die Vergleichung mit der Elektrizität zurückzukommen, dürfte man vielleicht vermuthen, daß die Trennung des Nervenmarks in den Endzweigen in kleinere Molekeln, auch hemmend auf die Strömung des Nervenprinzips einwirken könnte, gerade wie pulverförmige Leiter der Bewegung der Elektrizität einen größeren Widerstand entgegensetzen. Ich brauche hier übrigens nicht zu bemerken, daß ich auf den Ausdruck »Strömung des Nervenprinzips, Nervenoscillation« u. keinen besondern Werth lege. Bei unserer gänzlichen Unkenntniß der Natur des in den Nerven thätigen Elements ist jedweder solcher Ausdruck gleichgültig.

Erklärung der Abbildungen*).

- Fig. 1. Ursprung eines Spinalnerven von Torpedo, aus dem vorderen Drittheile des Rückenmarks. Die kleinen Zweige, welche aus dem Ganglion und von der vorderen Wurzel entspringen und sich zu einem Nervenästchen, das zu den Muskeln und zur Haut des Rückens tritt, verbinden, sind hier weggelassen. a hintere Wurzel, in das Ganglion tretend und in c etwas angeschwollen wieder zum Vorschein kommend; d vordere Wurzel, e Stamm des Nerven.
- Fig. 2. Ein Abschnitt des Ganglions mit den ein- und austretenden Nervenfasern, halbschematisch gehalten. Man sieht unter großen und mittelgroßen Ganglienzellen auch eine sehr kleine.
- Fig. 3. Eine größere, a, und eine kleinere Fibrille, b, stärker vergrößert. Die austretende Fibrille ist etwas stärker.
- Fig. 4. Eine solche Fibrille mit dem Ganglion, die eine Viertelstunde im Wasser gelegen hat, wodurch die Hülle der Faser a, besonders beim Austritt aus der Ganglienzelle durch Imbibition verdickt, angeschwollen erscheint.
- Fig. 5. Eine breite und eine dünne Fibrille aus der hinteren Wurzel. Man sieht, daß beide eine sehr zarte äußere Hülle und im Mark eine doppelte Contour zeigen.
- Fig. 6. Ein solche Fibrille durch Wasser verändert; die äußere Hülle stärker angeschwollen, das Mark ungleich zusammengezogen.
- Fig. 7—15. Ganglienzellen und Primitivfasern aus dem zweiten Nervenpaar des plexus brachialis.
- Fig. 7. Eine große runde Ganglienzelle. Die Dicke der Hülle a ist durch ihre feinen, doppelten Contouren ersichtlich; b der feinkörnige Inhalt; c der bläschenartige, durchsichtige Kern mit dem Kernkörperchen, d und e die beiden von der Zelle entspringenden Primitivfasern, deren Mark f k die gewöhnlichen doppelten Contouren zeigt, welche in g g, wo das Mark ohne scharfe Grenze in die Zelle eintritt, fehlen.
- Fig. 8. Eine große ovale Zelle. Man sieht hier bei **, wie in der vorigen Figur, Zellgewebsfasern, als sparsame, umspinnende Elemente.
- Fig. 9. Eine kleine runde Zelle, deren Kern c zwei kleine Kernkörperchen zeigt. Die beiden deutlich mit Mark gefüllten, von der Zelle entspringenden Fibrillen waren sehr weit verfolgbar.
- Fig. 10. Eine kleinere ovale Zelle mit feineren Faserursprüngen, wo die Faser a etwas dicker ist, als die andere, am Ende Markinhalt erkennen läßt, aber anfänglich, wie die Faser b, mehr punktförmigen, fein granulirten Inhalt zeigt.
- Fig. 11. Eine ähnliche, ovale, von Zellgewebsfasern umspinnene Zelle, in welcher der körnige Inhalt in der Mitte zu einer Masse verbunden ist und gegen die eine Faser a zu austritt. Beide von der Zelle entspringende Fibrillen lassen das Mark mit doppelten Contouren erkennen.

*) Die Abbildungen schließen sich in Anordnung und Größe der Tafeln an die zu H. Valentin's Artikel: Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers Bd. I. an.

- Fig. 12. Eine große ovale Zelle mit Markfibrillen ist an einer Stelle geplatzt, und es tritt hier der kernige Inhalt a mit dem Kern bei b aus; die doppelte Contour a giebt die Dicke der ganz durchsichtigen Zellenhülle an.
- Fig. 13. Ganz entleerter kerniger Inhalt einer großen Ganglienzelle; hat noch ganz seine Form behalten, in der Mitte die Zelle mit einem großen, körnigen Kern.
- Fig. 14. Eine breite Markfaser.
- Fig. 15. Eine mittelfeine, etwas varicöse Markfaser. Bei beiden sieht man drei begrenzende Contouren, wie in Fig. 5. Die äußerste, feine zeigt die dünne Scheide an, die beiden inneren fassen das ganz durchsichtige Mark ein.
- Fig. 16—20. Ganglienkörper aus einem ähnlichen Spinalganglion eines anderen, 9 Zoll langen Exemplars vom Zitterrochen.
- Fig. 16. Eine sehr große runde Ganglienzelle mit starken Fasern als Markfibrillen und einem Zellkern, welcher zwei Zellkerne zeigt.
- Fig. 17. Eine geplatzte runde Zelle, an deren einem Ende der Faserursprung abgerissen ist, und wo zugleich der Inhalt austritt; der Kern * hat eine kegelförmige Gestalt angenommen.
- Fig. 18. Eine mittelgroße ovale Zelle mit Markfibrillen.
- Fig. 19. Eine etwas kleinere ovale Zelle, an welcher die Markfibrillen noch dünner sind.
- Fig. 20. Eine sehr kleine ovale Zelle, in welcher man keinen Kern wahrnimmt; die dünnen Faserursprünge zeigen punktförmigen Inhalt.
- Fig. 21—26. Kleine und mittelgroße Ganglienkörper aus einem sehr großen, ganz ausgewachsenen Zitterrochen.
- Fig. 21. Man erblickt auf der Innenfläche der Membran des Ganglienkörpers runde Zellen wie ein Epithelium, jedoch ohne sich zu drängen, und dazwischen feinkörnigen Inhalt. Die Fibrille a ist in Folge von Wasserimbibition bereits wie Fig. 6 verändert.
- Fig. 22. Eine ovale Ganglienzelle mit sehr verschieden dicken Faserursprüngen in a und b.
- Fig. 23. Eine Ganglienzelle, wo in Folge der Behandlung mit Essigsäure die kleinen, runden Zellen der Innenwand verschwunden zu sein scheinen, und nur dunkle, kernartige Gebilde (aufgequollene Kerne?) übrig bleiben.
- Fig. 24 a. Eine kleine ovale Zelle mit feinen Faserursprüngen. Auch hier kernähnliche Flecke sichtbar. Fig. 24 b. Eine noch kleinere ovale Zelle.
- Fig. 25 und 26. Zwei mittelgroße ovale Zellen, die erstere ähnlich wie Fig. 21, die zweite wie Fig. 23.
- Fig. 27—29. Drei Ganglienkörper aus dem 26. Spinalganglion, wie die bisher beschriebenen organisirt, aber hier nur in Umrissen dargestellt, um die verschiedenen Dimensionen der Faserursprünge zu zeigen. Vergl. oben S. 16.
- Fig. 30 und 31. Eine ovale und eine runde mittelgroße Ganglienzelle aus dem 3. Spinalganglion, um zu zeigen, wie sich das Mark in den Fibrillen endigt, das bei Fig. 31, a, sogar einen kolbigen, bruchsaft-ähnlichen Fortsatz in die Zellenhöhle hereingiebt. Vergl. S. 18.
- Fig. 32. Eine Gruppe Primitivfasern im Zellgewebe und fest verbunden, aus einem, die Nierenarterie begleitenden sympathischen Nervenzweig. Man sieht zwei breite Fibrillen, a und b, eine mittelbreite, etwas varicöse, c, und sieben schmale, d—k.

- Fig. 33. Eine ähnliche Gruppe von Fasern, am vas deferens verlaufend, eine breite Fibrille mit vier feinen Fasern.
- Fig. 34. Zwei sehr breite, am Eileiter verlaufende Primitivfasern.
- Fig. 35. a eine sehr breite Fibrille von einem Muskelzweig eines Spinalnerven aus dem plexus brachialis. b—e Fibrillen von sehr verschiedenem Durchmesser, zum Theil varicos, wie sie alle nebeneinander im Magenweig des Vagus vorkommen, da wo er, bevor er in das Ganglion gastricum tritt, an der Speiseröhre herabläuft.
- Fig. 36. Ein Stück aus einem kleinen Nestchen des vorigen Vaguszweiges, das in das Ganglion gastricum eintritt. Man sieht sehr viele feine Fasern und nur drei ganz breite, a, b, c, nebst einer mittelfeinen, d.
- Fig. 37. Eine kleine Parthie aus der Substanz des Ganglion gastricum; zwei breite Fasern, a, a, durchsetzen dieselben neben drei feinen Nervenfasern, b, b, b; außerdem kommen auch sehr feine, verfilzende Zellgewebs- und Knötchenfasern vor, vorzüglich aber eine Menge von blaffen, granulirten Kernen, d, d, d u. s. w., welche in ein Lager von feinkörniger Substanz, e, e, e, eingebettet sind.
- Fig. 38. Eine andere Parthie des Ganglions, schwächer vergrößert. In a ist ein solches Körnerlager inselartig, ohne durchsetzende Primitivfasern abgegrenzt, in b setzt ein Nervenzweig durch, und neben an in c, c liegt eine Parthie Ganglienkörper.
- Fig. 39. Drei verschiedene Ganglienkörper mit Faserursprüngen aus dem Ganglion gastricum, näher beschrieben in §. 38.
- Fig. 40. Ähnliche Ganglienzellen, zum Theil noch umgeben mit ihren Faser- und Knötchenfibrillen, näher beschrieben §. 38—41.
- Fig. 41. Eine Parthie Ganglienkörper aus den mehr oberflächlichen Schichten des elektrischen Lappens. Man sieht die umspinnenden Primitivfasern mit ihren doppelten Contouren, überall abgerissen, zum Theil etwas varicos und hie und da scheinbar Endschlingen bildend.
- Fig. 42. a und c ein Paar herauspräparirte Ganglienkörper aus dem elektrischen Lappen, welche §. 49 und ff. näher beschrieben sind. Der Ganglienkörper a hat zwei Fortsätze, wovon der längere * eine wirkliche Faser darstellt. Das Fragment einer achten Nervenfibrille, b, liegt auf dem Ganglienkörper, und scheint von ihm zu entspringen, was aber nur Täuschung ist. Der Ganglienkörper c schießt nach der einen Seite fünf Fortsätze. In d ist ein Kern mit dem Kernkörperchen, das zwei Contouren zeigt, dargestellt, nachdem derselbe mit Essigsäure behandelt, eine Trübung seiner sonst ganz durchsichtigen, nunmehr feinkörnigen Substanz erhalten hat.
- Fig. 43. a—d drei Ganglienkörper des elektrischen Lappens mit verschieden geformten Fortsätzen; der in die punktirte Faser übergehende ist mit * bezeichnet.
- Fig. 44. Zwei ähnliche Ganglienkörper in punktirte Fasern * von besonderer Länge übergehend. Der Ganglienkörper b hat sonst weiter keinen Fortsatz. In ** sieht man die feinkörnige, sonst amorphe Masse, in welcher die Ganglienkörper eingebettet sind.
- Fig. 45. Eine Anzahl Primitivfasern, aus dem elektrischen Lappen entspringend und nach unten, von b nach c, in die Wurzeln der elektrischen Nerven übergehend. Bei a, a, a zeigen sich alle Charaktere echter Nervenprimitivfasern mit doppelten Contouren, von denen einige, c, c, varicöse Anschwellungen zeigen. Nach oben, am entgegengesetzten Ende

gehen die Fibrillen in schmalere, blasse, punktirte Fasern über, welche die größte Aehnlichkeit mit denen haben, die aus den Ganglienkörpern entspringen.

Fig. 46. Zwei Fibrillen, eben daher, von denen die Fibrille a besonders instruktiv ist, indem man sieht, wie hier bei * noch ein Theil der Rinde erhalten ist. In b ist eine Faser mit der Rinde noch ganz erhalten, nur ist der Inhalt zum Theil krümelig.

Fig. 47. Eine kleine Parthie aus dem kleinen Gehirn vom Torpedo. Es besteht a) aus feinkörniger Substanz, b) aus Primitivfasern, von denen b* die bekannte, leicht entstehende birnförmige Gestalt zeigt; c ein rund zusammengefloßenes Stückchen Nervenmark, d eingelagerte Kerne.

Fig. 48. Eine kleine Parthie aus den Bierhügeln.

Fig. 49. Eine kleine Parthie aus den Hemisphärenlappen; bei den beiden letzten Figuren ist die Bezifferung wie Fig. 47.

Fig. 50. Zwei Primitivfasern, eine gerade, eine varicöse aus den Hemisphären von Torpedo, und zwei Kerne, h und c, von den beiden Größenextremen; alles stärker vergrößert.

Fig. 51. Eine Primitivfaser aus dem elektrischen Organe, nahe an ihrer Endtheilung d, von einer dicken, faserigen Scheide, b, b, umgeben, welche sich auch in b*, b* als dünne Hülle über die Aeste der Primitivfaser e, e, e, e fortsetzt und in welcher längliche Kerne, c, c, c, c, an verschiedenen Stellen eingelagert sind.

Fig. 52. Endausstrahlung eines solchen Ast's, e, der vorigen Figur, der sich in f gabelförmig theilt. e, c, b* wie in der vorigen Figur. Bei g ist eine neue gabelförmige Theilung. Der eine Schenkel theilt sich bei i gabelförmig in zwei, der andere bei h in drei Aeste. Hier verliert sich das Mark, und diese Aeste ramifiziren sich in die feinsten Endästchen k, k, k, welche sich im Parenchym l, l, l der inneren Membran der Septa des elektrischen Organs verbreiten, ohne zu anastomosiren. Im punktirten Parenchym liegen bei m, m, m runde Kerne; n, n eine Blutgefäßschlinge mit ovalen Blutkörperchen, o, o, und runden Lymphkörperchen, p, p.

Fig. 53. Eine kleine Parthie Muskelprimitivbündel, a, a, a, a, aus den m. m. hyoglossis des Frosches. Man sieht eine ziemlich starke Primitivfaser, b, mit ihren doppelten Contouren über den Muskel verlaufen und sich bei c in acht Aeste theilen, von denen einige weiter verlaufen, ohne daß man deren Ende sieht, während andere, d, d, sich an einem Muskelbündel gabelförmig theilen, blasser werden und in die Tiefe zu dringen scheinen. Eine andere Primitivfaser, oder wahrscheinlich schon ein Ast derselben, e, theilt sich in drei feinere Aeste; ein dritter Ast, f, bei g in zwei Endzweige, während drei andere noch feinere Aeste, h, h, quer über die Muskelparthie verlaufen. Bei i ist ein wiederum noch feinerer Zweig dargestellt, welcher aber, wie wahrscheinlich auch die anderen Aeste und namentlich die Fibrille b, in k von einer feineren Hülle begleitet wird.

Fig. 54. Die feine Fibrille i der vorigen Figur, sehr stark vergrößert, so daß man auch bei dieser sehr deutlich die doppelten Contouren wahrnimmt, sowie die ziemlich weite, aber sehr dünne und, wie mir scheint, kernlose Scheide oder Hülle in k zu sehen ist.

*
*
*

Künftigen Beobachtern seien recht lebhaft jene merkwürdigen Organe empfohlen, welche Savi beim Zitterrochen entdeckt und unter dem Namen „appareil folliculaire nerveux“ beschrieben und abgebildet hat¹⁾. Es sind dies kleine, pellucide, mit klebriger Flüssigkeit gefüllte Bläschen, welche unter der Haut um der aponeurotischen Scheide im vorderen Umfang des elektrischen Organs liegen, namentlich in der Umgebung des Mundes und der Nasenlöcher. Sie erhalten sehr starke Zweige vom fünften Paare, und sind vielleicht Organe, welche bei der Berührung reflektirte Entladungen des elektrischen Organs veranlassen. Die Endigung der Nervenprimitivfasern darinnen konnte ich nicht entdecken. Direkte Reizungsversuche dieser Gebilde bei lebenden oder frischgetödteten Thieren könnten vielleicht zu interessanten Resultaten führen und mit beitragen, die Nervenbahn kennen zu lernen, welche bei Fortpflanzung von Eindrücken auf peripherische Endigungen von Empfindungsnerven durch die Centraltheile zu den elektrischen (motorischen) Organen in Oscillation geräth.

¹⁾ Étude de l'Organe électrique p. 332. Tab. III.

Rud. Wagner.