

Zur Kenntniss

der

electrischen Organe der Fische.

Von

Max Schultze.

Erste Abtheilung:

Malapterurus. Gymnotus.

Mit 2 Tafeln.

Die Untersuchungen des Herrn *Bilharz* in Kairo über die electricischen Organe des Zitterwelses¹⁾ bezeichnen einen Fortschritt in der Kenntniss des feineren Baues dieser bisher fast unbekanntem Apparate, welchen Anatomen und Physiologen freudig zu begrüßen haben.²⁾ Die Entdeckung der Platten homogener Nervensubstanz, deren je eine in jedem Kästchen der electricischen Organe enthalten ist, und welche die peripherischen Enden der zu denselben verlaufenden Nerven darstellen, wird der Ausgangspunkt für jede Betrachtung bleiben, welche die Wirkungsweise dieser Organe zu erklären anstrebt. Aber nicht auf den Zitterwels allein beziehen sich die Angaben von *Bilharz*. Zwar hatte derselbe keine Gelegenheit eigene Untersuchungen über die electricischen Organe der Zitterrochen des Mittelmeeres und des südamerikanischen Zitteraales anzustellen, doch suchte er in richtiger Beurtheilung der Wichtigkeit seines bei *Malapterurus* gewonnenen Fundes die vorliegenden Beschreibungen der ihm nicht durch eigene Anschauungen bekannten electricischen Organe mit den beim Zitterwels gewonnenen Thatsachen in Einklang zu bringen. Die Aehnlichkeit in den größeren anatomischen Verhältnissen der betreffenden Organe war längst erkannt, mochten dieselben einem Rochen, Wels oder Aal angehören. Jetzt galt es aber festzustellen, ob die Art der Nervenendigung in Form einer homogenen, soliden Nervenplatte wie beim Zitterwels die allgemeine sei, ob die feinere Structur dieser Platten und ihr Verhältniss zu den in sie ausstrahlenden Nerven bei den übrigen electricischen Fischen dem bei *Malapterurus* Gefundenen genau entspreche oder welche Verschiedenheiten hier obwalten, ob endlich eine nachweisbare Beziehung stattfinde zwischen der Art der Nervenendigung und der Stromesrichtung im Momente des Schlages. Die *Bilharz* zu Gebote stehenden bisherigen Arbeiten reichten kaum zur Entscheidung der ersten und wichtigsten dieser Fragen aus. Allerdings wusste *Bilharz* aus den Angaben *Pacini's* über

1) Das electricische Organ des Zitterwelses, beschrieben von *Theodor Bilharz*, Leipzig 1857.

2) Vergleiche *du Bois-Reymond*, Monatsberichte der königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin, August 1857, p. 425; Januar 1858, p. 87.

Gymnotus¹⁾ wie *Pacini's* und *R. Wagner's* über *Torpedo*²⁾ in hohem Grade wahrscheinlich zu machen, dass bei diesen Fischen eine der electricen Platte von *Malapterurus* verwandte Bildung zukomme, dennoch fehlten entscheidende Beweise; und wie vieldeutig in der That die hier in Betracht kommenden Verhältnisse seien, lehrte der Aufsatz *Kölliker's*³⁾ über *Torpedo*, in welchem dasjenige Gebilde, welches *Bilharz* als electriche Platte anspricht, für eine bindegewebe-elastische Membran, der *Membrana propria* der Drüsen verwandt und als Stützapparat dienend beschrieben wird, lehren ferner die beiden kürzlich der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegten Aufsätze über electriche Organe⁴⁾, deren Resultate, obgleich durch Untersuchungen an denselben Exemplaren electricer Fische gewonnen, in mehreren Hauptpunkten sich geradezu widersprechen.

Nachdem ich im vorigen Herbste auf Helgoland das sogenannte pseudo-electriche Organ der *Raja* einer näheren Untersuchung unterworfen⁵⁾ und an demselben Verhältnisse der Nervenendigung aufgefunden hatte, welche den von *Bilharz* an *Malapterurus* entdeckten electricen Platten in hohem Grade ähnlich sind, war ich bemüht das Material zu einer umfassenderen Untersuchung der electricen Organe zusammen zu bringen. Einige allgemeine Resultate meiner Studien habe ich schon in meinem Aufsätze über das Schwanzorgan der Rochen⁶⁾ wie in den Sitzungsberichten der hiesigen naturforschenden Gesellschaft aus dem Jahre 1857 (Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle, Bd. IV. Heft 2 u. 3. Sitzung am 26. Novbr.) zusammengestellt. Die ausführlichere Darstellung meiner Beobachtungen lasse ich hier folgen und zwar zunächst die am Zitterwels und Zitteraal angestellten. Die Untersuchungen an *Torpedo* wie der wahrscheinlich electricen Organe von *Mormyrus* werden in einer zweiten Abhandlung folgen. Ueber die *Mormyri* hat Herr *A. Ecker*⁷⁾ bereits ausführliche Angaben veröffentlicht, welche die wesentlichen Verhältnisse der Nervenendigung kennen lehren.

1) Sulla struttura intima dell'organe elettrico del Gimnoto etc. Firenze 1852.

2) *Pacini* l. c. pag. 6 ff. *R. Wagner*, Ueber d. feineren Bau des electr. Organs im Zitterrochen. Göttingen 1857, n. Neurologische Untersuchungen pag. 109.

3) Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre, angestellt in Nizza im Herbste 1856, pag. 5.

4) *Kupfer* und *Kefenstein*, über den feineren Bau des electricen Organs beim Zitterwels etc. Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1847, No. 19, und *H. Munk*, zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelfaser etc. Ebenda 1858. No. 1.

5) *Müller's Archiv* 1858, pag. 193.

6) l. c. pag. 208.

7) Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857, p. 29. Berichte der naturf. Ges. z. Freiburg i. B. März 1858, No. 28, p. 472, Taf. XII.

Malapterurus electricus.

Hierzu Taf. I.

Herr *du Bois-Reymond* hat in der Academie der Wissenschaften zu Berlin mehrfache Mittheilungen über drei kürzlich in seinen Besitz gelangte, lebende Zitterwelse gemacht.¹⁾ Derselbe hatte die grosse Güte auf meine Bitte mir von diesen Fischen Theile der electricischen Organe sowohl frisch, gleich nach dem Tode der Thiere, als in verschiedenen conservirenden Flüssigkeiten aufbewahrt zur anatomischen Untersuchung zu übersenden.²⁾ An diesen sind die hier mitzutheilenden Beobachtungen gemacht worden. Zur Vergleichung diente später noch ein durch *Billharz* in Kairo unter gütiger Vermittelung des Herrn Dr. *Brugsch* in Berlin über sandtes, in Chromsäurelösung aufbewahrtes Stück des electricischen Organes eines grösseren, im Nil gefangenen Exemplares. Die Berliner Fische stammten aus dem südafrikanischen Flusse Old Calabar, welcher sich in die Bai von Benin ergiesst, und gehören nach *du Bois-Reymond's* ersten Mittheilungen der von *Murray* als *Malapterurus Beninensis* unterschiedenen Art an, welche nach dem Urtheile des Herrn *Peters* als eigene Species nicht festgehalten werden kann, sondern nur ein Jugendzustand oder eine Varietät des *Malapterurus electricus* darstellt.

Die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben in dem angeführten Werke über den Zitterwels des Nil von *Billharz* liess von vorn herein nicht erwarten, dass wesentliche Structurverhältnisse übergangen sein würden, und in der That haben wir im Laufe unserer Arbeit Gelegenheit genug gefunden, die Beobachtungen des geschätzten Forschers zu bestätigen. Die wenigen Punkte, in denen es uns gelang, einige Ergänzungen zu liefern, beziehen sich ausschliesslich auf das Verhalten der letzten Ausbreitungen der Primitivnervenfasern in den electricischen Organen und auf ihre Endigungsweise in den s. g. electricischen Platten.

Wie der Stamm des electricischen Nerven der Entdeckung von *Billharz* zufolge in seiner dicken bindegewebigen Hülle nur eine einzige Nervenprimitivfaser enthält, so findet ein Gleiches statt bei den Aesten aller Ordnungen bis in

1) Monatsbericht der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin, August 1857, pag. 424 u. Januar 1858, pag. 84.

2) Die conservirenden Flüssigkeiten waren: Chromsäurelösungen vierfach verschiedener Concentration, die Uoze Wasser mit gr. 3, gr. 1, gr. $\frac{1}{2}$, gr. $\frac{1}{4}$ trockner Chromsäure; Sublimatlösungen auf die Unze Wasser gr. 6 und gr. 3; Lösung von doppelt chromsaurem Kali concentrirt, und dann zur Hälfte verdünnt; rectific. Holzessig mit Wasser 1:2 und 1:3; Liqueur conservativus (*Müller's Archiv* 1855 p. 331 Anmerk.) rein und zur Hälfte mit Wasser verdünnt; Alcohol 80° und 40°. Hauptsache ist immer, wenn es auf vollständige Erhaltung ankommt, kleine Stücke in möglichst viel Flüssigkeit zu legen. Gute Spirituspräparate zeichnen sich vor allen anderen dadurch aus, dass an ihnen eine vollständige Lösung des Bindegewebes in Leim durch anhaltendes Kochen und nachherige Isolirung der unverletzten electricischen Platten möglich ist. Erhärtung behufs Aufertigung von Schnitten wird dagegen durch Chromsäure, Sublimat und Holzessig erzielt.

die letzten Endfäserchen. Alle, der ungeheuren Masse der electricen Platten an Zahl entsprechenden peripherischen Endfasern sind Theiläste jener einzigen, welche dem Anfange des Rückenmarkes entspringt. Bis kurz vor ihrem peripherischen Ende gleichen dieselben, abgesehen von einer eigenthümlichen dicken, geschichteten Hülle, den markhaltigen Nervenprimitivfasern anderer Organe und Thiere vollkommen. Vor ihrer Endigung gehen sie aber eine Veränderung ein, sie verwandeln sich in einen blassen feinkörnigen Strang, und dieser ist es erst, welcher nach keulenförmiger Anschwellung in die electriche Platte übergeht. Die höchst eigenthümliche Umwandlung der markhaltigen Faser in den blassen, feinkörnigen Strang bespricht *Billharz* mit folgenden Worten (l. c. pag. 33): „An einer gewissen Stelle aber hört die stark lichtbrechende und dunkelrandige Markschicht auf, und das Innere des Nervenfädchens wird durch eine feinkörnige, schwach lichtbrechende Masse (Axencylinder) erfüllt. Bald nach dieser Umwandlung seines Inhaltes verlässt das Endzweiglein das Fasernetz etc.“ und weiter über die Structur der feinkörnigen Fortsetzung der Nervenfasern pag. 35: „An der Stelle, wo das Endzweiglein die Rückenwand des Faches durchbohrt, verliert es die äusseren Bindegewebsfasern, welche ohne Zweifel in das Gewebe dieser Wand übergehen. Die innere Scheide dagegen verdünnt sich zu einem zarten Häutchen. Trotzdem nimmt der Durchmesser des Nervenstieles nicht ab, sondern schwillt im Gegentheile kolbenförmig an. Denn zu gleicher Zeit ist eine bedeutende Veränderung seines Inhaltes vor sich gegangen. An der Stelle des Axencylinders und mit demselben in unmittelbarem Zusammenhange stehend erfüllen das Innere des Nervenstieles zellenartige Körperchen von kugliger Form und etwa $\frac{1}{100}$ Grösse, welche vollkommen das Ansehen von Ganglienkörperchen haben. Dieselben stimmen mit den das Centrum der electricen Platte erfüllenden Körperchen in Bezug auf Form, Grösse und Zusammenhang vollkommen überein, und schliessen sich auch räumlich unmittelbar an dieselben an. Jedes dieser Körperchen besitzt einen Kern, welcher den in der Platte zerstreuten Kernen in allen Stücken gleich ist; die ihn umschliessende Masse entspricht ebenso genau einerseits der feinkörnigen Grundmasse der Platte, andererseits der Substanz des Axencylinders. Alle diese Körperchen scheinen einer eigenen Membran zu entbehren und nicht durch Fortsätze, sondern durch unmittelbare Anlagerung der Substanz untereinander in Zusammenhang zu stehen.“

Was zunächst die „gewisse“ von *Billharz* nur mit den angeführten Worten bezeichnete Stelle betrifft, an welcher das Nervenmark der Primitivfaser aufhört, so sah ich dieselbe constant und sehr charakteristisch durch eine spindelförmige Anschwellung des Nerven bezeichnet (Fig. 1 u. 3a). Dieselbe ist hier um so

auffallender als vielmehr eine Einschnürung, eine Verschmälerung erwartet werden könnte, wie überall wo sonst eine Nervenfasern vor dem peripherischen Ende ihre Markscheide verliert, um als Axencylinder, als blasser feinkörniger Strang, weiter zu laufen. Die betreffende Stelle ist mit Vortheil nur im frischen Zustande des Organes zu untersuchen. Die spindelförmige Anschwellung bleibt zwar in allen gut conservirenden Flüssigkeiten sichtbar, aber der Inhalt derselben, auf den es gerade ankommt, wird durch Gerinnung und Zerfall des Nervenmarkes und undurchsichtigere Beschaffenheit der feinkörnigen Masse auch im besten Falle sehr verändert. Die Nervenscheide ist nach *Bilharz* überall an den Nerven der electricischen Organe eine doppelte, eine gefässhaltige äussere und eine gefässlose, die markhaltige Primitivfaser zunächst umgebende. Beide bestehen aus zahlreichen in einandersteckenden Cylindern bindegewebiger Natur, und wurden von *Bilharz* treffend mit der geschichteten Hülle der *Pacini*'schen Körperchen verglichen. Die äusseren, lockeren Schichten gehen in das lockig-faserige Bindegewebe der Umgebung allmählig über. Nach Innen liegen die einzelnen Scheidencylinder dichter aufeinander. In der homogenen Binde substanz, aus welcher dieselben bestehen, finden sich an manchen Stellen die Anlagen zu Ringfasern (Fig. 7). Im frischen Zustande ist gar Nichts von denselben zu sehen, erst durch Behandlung mit gewissen Reagentien treten sie hervor. Sie haben in der Neigung sich zu verästeln, Anastomosen zu bilden, selbst zu breiteren Platten, gefensterten Membranen, zu verschmelzen die grösste Aehnlichkeit mit elastischen Fasern, sind von echtem elastischem Gewebe, aber durch ihre Vergänglichkeit und nur eben erst eingeleitete Differenzirung unterschieden. Essigsäure und Laugen sind zu ihrer Darstellung nicht verwendbar. Ich verdanke die Auffindung derselben dem Zufall, denn nur in einer der zahlreichen von mir angewandten conservirenden Flüssigkeiten traten sie, aber mit überraschender Deutlichkeit hervor. Es war dies eine Lösung von 3 Gran Sublimat auf eine Unze Wasser, in welcher Stücke des frisch eingelegten electricischen Organes mehrere Wochen gelegen hatten. Die in der inneren sehnigen Haut verlaufenden feineren Nerven fädchen, Aeste der electricischen Nerven, zeigten in einer oder mehrerer ihrer Hüllen das in Rede stehende Fasersystem in einzelnen Strecken, so wie Fig. 7 wieder giebt, nur noch dunkler, fast schwarz. Es scheint sich hier um eine bisher nicht beobachtete Quecksilberverbindung zu handeln. Ich habe dieselbe öfter auch im fibrillären Bindegewebe in der Richtung der Fasern, diese gewissermaassen versteinernnd, auftreten sehen, ohne doch bisher durch mikrochemische Reactionen zu einer klaren Ansicht über deren Natur gekommen zu sein. Es fragt sich, ob das Mittel zur Erkennung gewisser in der homogenen Interzellulärsubstanz des Bindegewebes

eben eintretender Faserdifferenzirungen weiter brauchbar ist, würde so z. B. auf die Hüllen der *Pacini*'schen Körperchen anzuwenden sein. Die geschichtete Hülle der Nervenprimitivfaser setzt sich über alle feinsten Theilfasern fort und reicht bis zu der erwähnten spindelförmigen Anschwellung der Endfäserchen. Die am Nervenstamme sehr ansehnliche Zahl ineinander steckender Röhren dieser Scheide vermindert sich bei fortgesetzter Theilung immer mehr, so dass auf dem Endfäserchen nur noch 2 oder höchstens 3 solcher Röhren zu zählen sind. Diese schwinden nun am Anfange der spindelförmigen Anschwellung ziemlich plötzlich bis auf eine und diese allein setzt sich als Scheide noch über den feinkörnigen Strang jenseits der genannten Anschwellung fort, um sich endlich an der keulenförmigen Verdickung, mit welcher der Uebergang in die electriche Platte stattfindet, spurlos zu verlieren. Zusatz von Essigsäure zu dem frischen Präparat (Fig. 1) lässt die Contouren und Schichten der Nervenscheide deutlich hervortreten, während zugleich in derselben kleine stäbchenförmige Kerne oder Zellen zum Vorschein kommen (Fig. 3). Diese liegen jedesmal der innern Oberfläche der die Scheide zusammensetzenden dünnwandigen Röhren an, und ragen in die homogene wasserklare Substanz, welche die Zwischenräume zwischen je zwei Röhren ausfüllt, ein Verhältniss, welches sich genau ebenso an den *Pacini*'schen Körpern wiederholt. Dass diese kernartigen Gebilde (wie es scheint vielmehr Bindegewebszellen) sich auch an der inneren Oberfläche der einfachen, dünnen, den feinkörnigen Strang jenseits der spindelförmigen Anschwellung überziehenden Haut finden, liefert den Beweis, dass dieser nur die Fortsetzung einer derjenigen Hüllen ist, welche weiter nach dem Centrum mehrfach geschichtet die markhaltige Primitivfaser einschlossen. Letztere hört nun, wie schon erwähnt wurde, am Anfange der spindelförmigen Anschwellung auf; die diese erfüllende blass-feinkörnige Substanz tritt an ihre Stelle. Die Nervenfasern ragt öfters aber auch ein Stückchen in die spindelförmige Anschwellung hinein, und zeigt sich dann rings umgeben von dem blassen Inhalte der Anschwellung. Dies Verhältniss erschwert die Deutung dieses Letzteren als einfach aus der markhaltigen Faser herausgetretenen Axencylinders. Die feinkörnige Substanz erscheint vielmehr als etwas Selbstständiges neben der Nervenfasern. Dennoch kann ein Zweifel darüber, dass jene eine unmittelbare Fortsetzung dieser sei, nicht wohl aufkommen. Beide Substanzen sind in derselben Scheide eingeschlossen und stehen in inniger Berührung mit einander. Unter diesen Umständen liegt es allerdings sehr nahe anzunehmen, dass der Axencylinder, als eine eiweissartige fettlose Masse, das Material zu der feinkörnigen Substanz liefere.

Unter einer grösseren Zahl frisch untersuchter Nervenenden fand ich einmal

zwei markhaltige Primitivfasern in dem Endzweige eingeschlossen, welche beide zugleich in der spindelförmigen Anschwellung nebeneinander endigten.

Eine unleugbare nahe Verwandtschaft in der Art der Endigung markhaltiger Primitivfasern findet sich nach den Mittheilungen von *A. Ecker* und *Bilharz*¹⁾ b den Nerven, welche sich in den muthmasslich electromotorischen Organen der *Mormyri* ausbreiten.

Dass der blasse granulirte Inhalt der Nervenscheide jenseits der spindelförmigen Anschwellung ein gewöhnlicher Axencylinder nicht sei, lehren nun ferner die in ihm eingelagerten runden Körperchen. Schon in der Anschwellung oder doch dicht hinter derselben finden sich im Innern des sich jetzt allnählig keulenförmig verdickenden Nervenfädchens kugelfunde scharfcontourirte, etwas glänzende Kerne, zunächst einzeln, ziemlich weit von einander, in der keulenförmigen Endanschwellung dagegen gedrängter liegend. Dieselben sind an Zahl variirend in die breite weiche, blass und dicht granulirte Grundsubstanz eingebettet. Durch Zusatz von Essigsäure treten sie etwas schärfer hervor, da die umgebende Grundsubstanz durchsichtiger wird, während die Kerne selbst eine leichte Granulirung annehmen. Eine sie enger oder entfernter umgebende Zellenmembran liess sich weder im frischen Zustande noch auf Zusatz von Jodtinctur oder Sublimatauflösung, welche sonst geeignet sind zarte Zellenwände zur Anschauung zu bringen, entdecken. Sie sind, wie die Fig. 1 u. 3 veranschaulichen, nackt in die Grundsubstanz eingebettet, welche von der spindelförmigen bis zu der keulenförmigen Anschwellung eine durchaus gleichförmig gebildete Masse ist. Ihren Durchmesser finde ich 0,0015 — 0,0018 Par. Linien.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die von mir Kerne genannten Gebilde von *Bilharz* gesehen und als Kerne „zellenartiger Körperchen von kugliger Form“ gedeutet sind, von welchen Körperchen *Bilharz* weiter aussagt²⁾, dass sie „vollkommen das Ansehen von Ganglienkörperchen haben“ aber „einer eigenen Membran zu entbehren scheinen, und nicht durch Fortsätze, sondern durch unmittelbare Anlagerung der Substanz unter einander im Zusammenhang stehen.“ Nach *Bilharz* Beschreibung, wenn ich sie recht verstanden, soll der aus der markhaltigen Nervenfasern hervorgegangene Axencylinder weiterhin in kuglige, kernhaltige Substanzklümpchen von der Natur hüllenloser Ganglienzellen zerfallen, welche unmittelbar aneinanderliegend (ohne oder nur mit Spuren zwischengelagerter Interzellulärsub-

1) Untersuchungen zur Ichthyologie, Freiburg 1857, pag. 29 und Nachschrift pag. 35. Berichte der naturf. Gesellsch. z. Freiburg i. B. März 1858, No. 28, p. 472, Taf. XII.

2) l. c. pag. 35.

stanz) die keulenförmige Anschwellung des Nerven erfüllen oder vielmehr ausschliesslich zusammensetzen. Hier kann ich *Bilharz* nicht ganz beistimmen. Wie angeführt worden finde ich die Grundsubstanz des Nervenfühdens von der spindelförmigen bis zur keulenförmigen Anschwellung durchaus gleichförmig gebildet, eine homogene Masse, in welche Kerne eingelagert sind, aber nirgends eine Abgrenzung von Ganglienzellen vergleichbaren Körperchen. Dasselbe gilt auch, wie ich gleich bemerken will, für den folgenden Abschnitt des Nervenknopfes, die Ausbreitung in die electrische Platte, an welcher Stelle *Bilharz* ebenfalls Zellen mit Kernen unterscheidet, während ich hier, wie in der ganzen electrischen Platte, die Kerne ohne bestimmte Andeutung sich abgränzender Zelleninhaltssubstanz in die Grundmasse eingebettet finde. Unter dem Einflusse stärkerer Chromsäurelösungen entstehen in den genannten Theilen höckerartige Vorsprünge und gewisse Differenzirungen, welche in dem *Bilharz's*chen Sinne gedeutet werden könnten. Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass dieselben auf Entwicklungsverhältnisse zu beziehen sind, dass sie auf eine Zeit zurückweisen, in welcher in der That die in Rede stehenden Theile aus Zellen gebildet waren. Diese Zeit muss aber in eine ziemlich frühe Entwicklungsperiode fallen. Das nur 6 Zoll lange kleinste der Berliner Exemplare verhielt sich in der beregten Beziehung nicht anders als die grösseren Fische des Nil, von deren einem, wie oben angeführt wurde, mir ein Stück des electrischen Organes zur Untersuchung zu Gebote stand.

Von ganz besonderem Interesse in histiologischer wie physiologischer Beziehung ist *Bilharz's* Entdeckung von dem Uebergange der beschriebenen Nervenknöpfe in Platten, welchen er den Namen Nervenendplatten oder electrische Platten ertheilte. Ein jedes der durch bindegewebige Scheidewände in dem electrischen Organe abgegränzten schmalen Kästchen wird von einer dieser Platten ziemlich vollständig ausgefüllt, so zwar, dass die Letztere jedesmal der hinteren Bindegewebswand genau anliegt, jedoch von der vorderen Wand des Kästchens durch einen von Gallertmasse ausgefüllten, sehr schmalen freien Raum geschieden wird (vergl. Fig. 4, an welcher links dem hinteren und rechts dem vorderen Ende des Thieres zugekehrt ist; ferner *Bilharz* l. c. Tab. IV, Fig. 2). Jede dieser nahezu kreisrunden, scheibenförmigen Platten nimmt in ihrem Centrum eine der geschilderten, keulenförmig angeschwollenen Nervenfasern auf, der Art dass beide ein untrennbares Ganze bilden und erstere nur eine plattenförmige Ausbreitung der letzteren darstellt.

Diese von *Bilharz* aufgefundenen Thatsachen, sowie seine Angaben über die feinere Zusammensetzung der Platten wurden an unseren Fischen durchaus bestätigt gefunden, nur einiges Wenige habe ich zur Ergänzung der die feinere Structur des

Nervenknopfes und dessen Verbindung mit der Platte betreffenden Darstellung hinzuzufügen.

Die electricen Platten sind aus einem Eiweisskörper gebildete glasartig durchsichtige Scheiben, nahezu kreisrund, in der Mitte am dicksten, nach dem Rande etwas zugeschärft. Sie bestehen aus einer Haupt- oder Grundsubstanz und in diese eingebetteten Körnchen und Kernen. Erstere ist eine weiche, homogene, structurlose, im frischen Zustande ganz glashelle Masse, in dieser Beschaffenheit von der Grundsubstanz des Nervenknopfes unterschieden, welche deutlich fein granulirt und deshalb weniger durchsichtig ist. Die in sie eingebetteten Kerne sind kugelförmig, scharf contourirt, nicht granulirt, mit einem einzigen starklichtbrechenden kleinen Kernkörperchen versehen. Ihr Durchmesser betrug an den Berliner Exemplaren 0,0028 bis 0,003 Par. Linien. Derselbe scheint nach der Grösse der Fische etwas zu variiren. An dem von *Bilharz* eingesandten Stücke eines grossen Exemplares maass ich Kerne von 0,0037^{mm} Durchmesser und *Bilharz's* Angaben lauten bis auf 0,0045^{mm}. Die Kerne sind, wie *Bilharz* beschreibt, in regelmässigen ziemlich weiten Abständen in die Grundsubstanz eingelagert (vergl. Fig. 1—6), welche letztere ausserdem noch viele zerstreute molekuläre Körperchen enthält, theils eiweissartiger theils fettiger Natur. Diese Körnchen finden sich constant in der Umgebung der Kerne dichter angehäuft (vergl. die Abbildungen). Nach *Bilharz* sollen durch diese Anordnung namentlich in der Nähe des Centrum der Platte Substanzklümpchen abgegrenzt werden, welche „kleinen Ganglienkörpern“ gleichen. Eine bestimmte Membran schreibt *Bilharz* diesen zellenartigen Gebilden nicht zu, sie sollen allmählig in die Grundsubstanz der Platte übergehen. In dem Thatsächlichen stimme ich mit *Bilharz* vollständig überein. Von der Abwesenheit einer Zellmembran namentlich, welche den Kern in gewissem Abstände umgäbe, habe ich bestimmte Ueberzeugung gewonnen. Es dürfte demnach aber passend der Vergleich mit „Ganglienzellen“ ganz aufgegeben, von zellenartigen Gebilden in dem Gewebe der electricen Platten des Malapterurus gar nicht gesprochen werden. In der That ist nur homogene Grundsubstanz mit Körnchen und Kernen vorhanden. Ob die Kerne früher einmal scharf abgegrenzten Zellen angehörten, wie zu vermuthen, ist eine andere Frage, deren Lösung die Entwicklungsgeschichte der electricen Organe zu geben hat.

Die Lagerung der Kerne in der Platte ist in allen Theilen derselben (die centrale Verbindungsstelle mit dem Nervenknopfe ausgeschlossen) eine wesentlich gleiche. Es ist nur eine Schicht derselben in jeder Platte, doch liegen die einzelnen nicht alle genau in einer Ebene, sondern in der Dicke der Platte bald der vorderen bald der hinteren Oberfläche näher (vergl. Fig. 4). Die Kerne sind con-

stant an der Peripherie der Platten ein wenig kleiner als gegen die Mitte hin, dort ist auch die Platte selbst am dünnsten, übertrifft aber immer noch den Durchmesser der Kerne mindestens um das Doppelte.

Die Grösse der electricen Platten nimmt, wie dies bei Torpedo von dem Querdurchmesser der einzelnen Säulen längst bekannt ist, mit der Grösse der Fische zu. Es liess sich dies für *Malapterurus* aus dem Vergleich der drei Berliner Exemplare untereinander und mit den von *Bilharz* gemachten Grössenangaben entnehmen. Die Flächendurchmesser der electricen Platten der erstgenannten 6, 8 und 9 Zoll langen Fische betragen 0,30, 0,35 und 0,45 Par. Linien. *Bilharz* schätzt denselben bei „mittelgrossen Exemplaren“ auf ungefähr $\frac{1}{2}$ “¹⁾. Ich maass an dem von *Bilharz* mitgetheilten mehrfach erwähnten Stücke eines anscheinlich grossen Fisches als Durchmesser der electricen Platten 0,6 — 0,7“.

Bei dieser Steigerung des Flächendurchmessers nimmt auch die Dicke der Platten etwas zu. Ein richtiges Maass für diese letztere zu gewinnen ist sehr schwer wegen der Quellungsverhältnisse, welche in verschiedenen conservirenden Flüssigkeiten verschieden vorkommen. *Bilharz* giebt die Dicke der Platten bei mittelgrossen Exemplaren auf $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{50}$ “ an, ich maass an den kleineren im Mittel $\frac{1}{70}$ “.¹⁾

Nicht unwichtig für die Deutung der Entwicklungs- und Wachstumsverhältnisse der einzelnen Platten dürfte die Beobachtung sein, dass die Kerne in den kleineren Platten in nahezu gleicher Zahl vorhanden sind wie in den grösseren, in den kleineren also viel dichter beisammen liegen.

Weder die vordere noch hintere Fläche der electricen Platte ist ganz glatt und eben, es finden sich vielmehr auf beiden Seiten hügelartige Erhebungen und Einschnitte zwischen denselben. Im frischen Zustande des Organes, wo weder Querschnitte der electricen Platten noch reine Flächenansichten zu gewinnen sind, lassen sich die hier in Betracht kommenden Verhältnisse nicht studiren. Gut erhärtete Präparate dagegen zeigen auf dem Querschnitte deutlich die wellenförmigen Unebenheiten der beiden Flächen (vergl. Fig. 4), und zwar auf der vorderen viel deutlicher ausgebildet als auf der hinteren. Flächenansichten sind nur an ganz isolirten Platten rein zu gewinnen, und hier sieht man zahlreiche, linienförmige, flache Einschnitte, zwischen denen die Substanz der Platte in langgezogenen Hügeln vorspringt.

Die Oberfläche der electricen Platte lässt *Bilharz* von einem äusserst zarten,

1) Was *H. Munk* kürzlich (Nachrichten v. d. Ges. d. Wissensch. z. Göttingen 1856, No. 1, p. 7 u. 8) über die Dicke der electricen Platten bei *Malapterurus* und den anderen electricen Fischen vorgebracht hat, beruht auf Irrthümern, deren Hauptgrund wohl in den unbrauchbaren Zustand der von ihm untersuchten Spiritusexemplare fällt.

structurlosen Häutchen überzogen sein. Dass auf Querschnitten erhärteter (Chromsäure) Präparate diese Haut als etwas von der übrigen Substanz der Platte Unterscheidbares abgesetzt sei, will mir nicht ganz einleuchten. Ich sehe nur einen einfachen, scharfen Grenzcontour und unter demselben, besonders an der unteren Fläche der Platte eine dichte Anhäufung der kleinen Molecularkörnchen, welche sich sonst vorzugsweise um die Kerne anzuhäufen pflegen. Die electriche Platte ist aber in ihrer ganzen Dicke von so gleichmässiger Consistenz, dass ein Abheben einer besonderen Grenzmembran nie gelingen wollte. Dennoch lässt sich nicht leugnen, dass an frischen Präparaten Erscheinungen vorkommen, welche, wenn auch nicht eine scharf abgesetzte Haut, doch eine härtere Rindenschicht von einer weicheren Inhaltsmasse unterscheiden lassen. *Bilharz* führt an, dass bei beginnender Zersetzung die Platte sich in ein Säckchen umwandelt, dessen zarte Hülle unzählige feine Falten wirft, während die winzigen Körnchen des Inhaltes in lebhafter Molecularbewegung begriffen sind. Etwas Aehnliches habe ich bei Zusatz von dünner Natronlauge zu den frischen Platten gesehen. In dieser Flüssigkeit quellen sie auf, die Ungleichheiten der Oberfläche gleichen sie aus, es beginnt eine lebhafte Strömung in der zuerst erweichten inneren Masse, während die Rindensubstanz noch ziemlich fest ist, schliesslich wird auch sie breiig erweicht und nun fliesst Alles auseinander. Nur einzelne der kleinen Molecularkörnchen in derselben, die Fettkörnchen ähnlichen, bleiben ungelöst.

Bilharz nennt die electriche Platte eine flächenhafte Ausbreitung des Axencylinders des zu ihr gehörigen Nerven und daraus folgt, dass sie aus eiweissartiger Substanz gleich der des Axencylinders bestehe. Bestimmte chemische Eigenschaften der Platte führt *Bilharz* nicht an. Zur Prüfung ihrer eiweissartigen Natur wandte ich die Behandlung mit Zucker und Schwefelsäure an, bei welcher, wie ich früher einmal nachgewiesen habe, eiweissartige Substanzen sich intensiv roth färben, und dadurch sehr charakteristisch von den leim- und schleimgebenden Geweben unterscheiden. Es trat nach dieser Behandlung sowohl an den frischen als den in Spiritus aufbewahrten eine schön rosenrothe Färbung der Platten, ebenso wie des in sie eintretenden Nerven auf. Für die eiweissartige Natur derselben sprach ferner ihre Resistenz gegen kochendes Wasser. Wie ich schon für die Isolirung der electriche Platten verwandten Schwammkörper des Schwanzorganes der Rochen empfohlen habe¹⁾, hat auch hier längeres mehrstündiges Kochen den Erfolg, dass nach Auflösung aller bindegewebigen Scheidewände und Hüllen die electriche Plat-

1) *Müller's Archiv* 1858, p. 206.

ten allein und nur durch Blutgefäße und Nervenfäden noch untereinander zusammenhängend dargestellt werden können, auf welche nun auch noch vielstündig fortgesetztes Kochen eine auflösende Wirkung nicht ausübt. Das Kochen in Wasser ist das beste Mittel die electricen Platten ohne Verletzung zu isoliren, sie bleiben durchsichtig, wenn auch die glashelle Grundsubstanz leicht körnig gerinnt, und zeigen das Verhältniss zu den eintretenden Nerven mit erwünschter Klarheit. Auch an Spirituspräparaten lässt sich nach vorherigem Auswässern das Kochen in Wasser zur Isolirung der Platten mit Vortheil anwenden, während in Chromsäurelösung und solcher von doppelt chromsaurem Kali die Bindegewebsgebilde Veränderungen eingehen, welche ihre spätere Löslichkeit beeinträchtigen.

Was nun endlich das Centrum der electricen Platte betrifft und die Art und Weise seines Zusammenhanges mit dem Nervenknopf, so sind die Eigenthümlichkeiten der in Betracht kommenden Stelle der electricen Platte von *Bilharz* in soweit richtig beschrieben worden, als derselbe eine Vertiefung an der hinteren Fläche der Platte, in welche der Nervenknopf eindringt, und eine Erhöhung mit strahligen Ausläufern an der entgegengesetzten vorderen Fläche nachwies. Die Platte besitzt in der Mitte der vorderen Fläche einen Buckel, einen vorspringenden Umbo, dem entsprechend sie an der hinteren Fläche einsinkt. „Auf dem Boden der so entstandenen Höhle, deren Mündung durch unregelmässige warzenförmige Hervorragungen ringförmig verengt wird“, ist der Nerv mit seiner keulenförmigen Anschwellung „eingepflanzt“, so dass er hiernach mit der hinteren Fläche der Platte verschmilzt, indem er dieselbe zugleich mit seiner knopfförmigen Anschwellung ein wenig eindrückt und demgemäss an der entgegengesetzten Fläche hervortreibt. Dieser Auffassung entspricht die von *Bilharz* gegebene Abbildung auf Tab. 4., Fig. 4 seines Werkes, nach einem Querschnitte der electricen Platte gefertigt.

In der That ist es nicht schwer, sich von der Anwesenheit einer Lücke in der hinteren Fläche der electricen Platte, in welche der Nervenknopf eindringt, zu überzeugen. Dieselbe erscheint an erhärteten Präparaten wulstig begrenzt, wie *Bilharz* angiebt. Es sind dieselben Höcker, welche der hinteren Fläche der electricen Platte in ihrer ganzen Ausdehnung zukommen, die hier in das Innere der Höhlung vorspringen (vergl. Fig. 3). Am ganz frischen Präparate, an welchem freilich das Bindegewebe die vollständig klare Ansicht erschwerte, schien mir das Loch scharf kreisrund, wie in Fig. 1 dargestellt ist. Auch der vorspringende Buckel mit seinen strahligen Ausläufern an der vorderen Fläche der Platte ist nicht schwer wahrzunehmen. Derselbe ist aber, wie ich abweichend von *Bilharz* behaupten muss, nicht hervorgedrückte Substanz der electricen Platte, sondern der Nervenknopf

selbst, welcher, nachdem er die electriche Platte durchbohrte, hier frei zu Tage tritt.

Wir haben im Voranstehenden die Unterschiede mitgetheilt, welche in dem Baue des Nervenknopfes, soweit er noch ausserhalb der electriche Platte liegt und dieser Platte selbst bestehen. Der Nervenknopf zeichnet sich durch granulirte Beschaffenheit und durch kleinere, dichtergestellte Kerne vor der glashellen, grössere und seltenere Kerne enthaltenden electriche Platte deutlich aus. Bei Betrachtung der hinteren Fläche der Platte sahen wir ihn in einen scharfbegrenzten Ausschnitt derselben eintreten. Es bedarf nur eines Umkehrens der Platte, um sogleich zu bemerken, dass die centrale Hervorragung der vorderen Fläche alle Eigenschaften des Nervenknopfes noch besitzt. Heben und Senken des Tubus endlich lässt bei der grossen Durchsichtigkeit der Platten auch in unveränderter Lage des Präparates das Vorhandensein einer Durchbohrung deutlich erkennen.

Der an der vorderen Fläche der electriche Platte nabelartig vorspringende Nervenknopf besitzt nun folgende Eigenschaften (vergl. Fig. 2). Zunächst fällt in seiner Mitte eine trichterförmige, kraterähnliche Vertiefung auf, welche auch *Bilharz* auf Tab. IV., Fig. 5d richtig abbildet. Der Eingang in dieselbe wie ihre Wände sind höckerig. Es liegen hier viele der kleinen Kerne dicht unter der Oberfläche, und springt die Substanz des Nervenknopfes wie zur Aufnahme dieser Kerne in kleinen rundlichen Wülsten gegen die centrale Höhlung vor. Das Bild ist namentlich an erhärteten, etwas undurchsichtigen Präparaten oft täuschend, wie wenn die Kerne von Zellenmembranen umgeben seien. Dennoch existiren solche Zellen, wie sie *Bilharz* hier annimmt, nicht.

Der Nervenknopf fällt nach allen Seiten in die vordere Fläche der electriche Platte ab, aber nicht überall in seinem ganzen Umfange gleichmässig, sondern bald steiler bald flacher. Die langsam abfallenden Partien liegen in Form strahlig sich ausbreitender Leisten zwischen den steiler abfallenden, und verlieren sich erst nach längerem oder kürzerem Verlaufe in dem Nivean der vorderen Fläche der electriche Platte. Während dieses Verlaufes nimmt die granulirte Beschaffenheit der Gundsstanz des Nervenknopfes schon ganz die Durchsichtigkeit der electriche Platte an, und die Kerne, deren einzelne auch sich in den strahligen Ausläufern finden, werden allmählig grösser, erhalten ein deutliches Kernkörperchen, und gleichen jetzt in allen Stücken den Kernen in den übrigen Partien der electriche Platte.

Wenn alle diese Verhältnisse schon bei aufmerksamer Betrachtung isolirter electriche Platten, bald von der vorderen bald von der hinteren Fläche her, gesehen werden können, so sind doch erst vollständig überzeugend für die Durchboh-

nung Querschnitte, welche die Mitte des Nervenknopfes trafen. Unter den zahlreichen electricen Platten, welche an einigermassen gelungenen Schnitten erhärteter Stücke des electricen Organes im Querschnitt gemustert werden können, finden sich öfter auch solche, die glücklich im Centrum getroffen wurden. Die Figg. 5 u. 6 stellen zwei solche genau durch die Mitte der Platte geführte Schnitte dar. Der Nervenknopf verlässt die bindegewebige Scheidewand, um von hinten her in die in der electricen Platte befindliche Lücke zu treten, durchsetzt dieselbe und erhebt sich bis über das Niveau der vorderen Fläche, um sich endlich in diese auszubreiten. Jenachdem der Schnitt eine der strahlig auslaufenden Leisten oder einen Zwischenraum zwischen zwei solchen traf, wird das Bild auf den Querschnitten ein verschiedenes sein, indem im ersten Falle die Abgleichung der Niveauverhältnisse eine langsamere, im zweiten Falle eine schnellere ist. Auch die allmähliche Umwandlung der etwas dunkleren Substanz des Nervenknopfes in die hellere der electricen Platten, so wie der kleineren Kerne des ersteren in die grösseren der letzteren ist aus solchen Querschnitten zu erschen. Ziemlich bedeutend sind an solchen Schnitten die Verschiedenheiten in der Begrenzung des Ausschnittes der electricen Platte, in welchen der Nervenknopf eindringt. Bald springt wie in Fig. 5 ein Theil der electricen Platte in die Höhlung dieses Ausschnittes wulstförmig vor, bald ist von solchen Vorsprüngen, die auch *Billharz* auf Tab. IV, Fig. 4 r abbildet, nichts zu sehen wie in unserer Fig. 6, ja es kann der hintere Eingang in den Ausschnitt noch ansehnlich weiter erscheinen als in der letztbezeichneten Figur.

Das Ansehen des strahlig in die electriche Platte abfallenden Nervenknopfes ist nach der Grösse der Fische ein etwas verschiedenes. Zunächst wird mit dem Wachsthum der electricen Platten auch das von dem Nervenknopfe und seinen Ausläufern eingenommene Bezirk grösser. Bei grossen Platten genügt eine schwächere Vergrösserung die Verhältnisse der Durchbohrung und Ausbreitung des Nervenknopfes zu erkennen, als bei den Platten kleiner Fische. Aber auch ein qualitativer Unterschied existirt, nach dem abweichenden Befunde an dem kleinsten der mir zur Untersuchung zu Gebote stehenden Fische (von 6 Zoll Länge) zu schliessen. Hier fehlten nämlich an der centralen vom Nervenknopf gebildeten Hervorragung der vorderen Fläche der Platte die strahligen Ausläufer so gut wie ganz. Der Nervenknopf fiel hier nach allen Richtungen fast ganz gleichmässig und ziemlich steil ab. Es scheint danach, dass die strahligen Leisten der vorderen Fläche sich ziemlich spät entwickeln, und mit dem Alter an Länge und Höhe zunehmen.

Du Bois-Reymond bemerkte¹⁾, dass sich die hintere Hälfte der electricen Or-

1) l. c. Januar 1855, pag. 103.

gane auffallend schwächer electromotorisch wirksam zeigte als die vordere, und deutete an, dass möglicher Weise die histiologische Untersuchung Anknüpfungspunkte für eine Erklärung dieser Thatsache liefern könne. Da unter sonst gleichen Verhältnissen die Stärke der electromotorischen Wirkung jedenfalls von der Summe der in einem gegebenen Raume hintereinander liegenden Platten abhängt, so könnte hier vermuthet werden, dass die Zahl der Platten im hintern Theile des Organes ansehnlich geringer als im vordern Theile sei. Ein solcher Befund, nämlich eine grosse Verschiedenheit in der Zahl der Platten an verschiedenen Stellen eines und desselben electrischen Organes, stände nicht einzig da; *Pacini* meldet Aehnliches von *Gymnotus*.¹⁾ Bei *Malapterurus* hat sich ein solches Verhältniss nicht constatiren lassen. Zählungen der Platten in einem gegebenen Raume lieferten für vordere und hintere Partien der electrischen Organe wesentlich gleiche Zahlen.

Gymnotus electricus.

Hierzu Taf. II.

Seit *A. von Humboldt* den Zitteraal in den Flüssen und Seen der Orinoko-Ebenen aufsuchte und die bekannten anatomischen und physiologischen Beobachtungen über diesen gewaltigsten unter den electrischen Fischen anstellte²⁾, sind lebende *Gymnoten* zwar mehrfach wieder in die Hände europäischer Naturforscher gelangt, aber wie es scheint nur zu physiologisch-electrischen, nicht zu feineren anatomischen Untersuchungen verwandt worden. So bezieht sich Alles, was seit der Anwendung des Mikroskopes über den feineren Bau der electrischen Organe dieses Fisches bekannt geworden, ausschliesslich auf Spiritusexemplare.

Zwar berechtigte die grosse Uebereinstimmung, welche die Angaben *Hunter's*³⁾ und *Humboldt's* mit denen von *Rudolphi*⁴⁾, *Valentin*⁵⁾, *Mayer*⁶⁾, *Pacini*⁷⁾ in Betreff der mit blossem Auge oder der Lupe wahrnehmbaren anatomischen Verhältnisse zeigen, zu dem Schluss, dass wesentliche Veränderungen der Organe bei gutem Erhaltungszustand in Spiritus nicht entstehen, doch beweisen die mikroskopischen Unter-

1) l. c. pag. 14.

2) Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée faites par *A. de Humboldt* et *A. Bonpland*, vol. 1, 1811, p. 49.

3) Philosoph. transactions 1775, vol. 65, p. 395.

4) Abhandlungen der K. Akademie d. Wiss. zu Berlin aus d. J. 1820 u. 1821, p. 223.

5) Nene Denkschr. d. allgem. schweizerischen Gesellsch. f. d. ges. Naturwiss. Bd. VI, 1842. *R. Wagner's* Handwörterbuch d. Physiologie. Bd. 1, p. 266 (im Auszug).

6) Universitätsprogramm z. 3. August 1843, Bonn. Tab. III.

7) Sulla struttura intima dell'organe elettrico del Gimnoto e di altri pesci elettrici. Firenze 1852.

suchungen der letztgenannten und neuerer Forscher, dass die Verhältnisse des feineren Baues in verschiedenen Exemplaren ein sehr verschiedenes Ansehen gewinnen können, und sind demnach die so gewonnenen Thatsachen mit Vorsicht aufzunehmen.

Die ersten, welche daran gingen, die electrischen Organe von *Gymnotus* mit dem Mikroskop zu untersuchen, waren *Valentin* und *C. Mayer*. Fast gleichzeitig und unabhängig von einander suchten sie vornehmlich den Inhalt der Kästchen zu ermitteln, deren Begrenzungsmembranen als sehnige Längs- und Querblätter mit grosser Genauigkeit und vollständiger Uebereinstimmung von *Hunter*, *A. v. Humboldt* und *Rudolphi* beschrieben waren, und in ihrer dichten Aufeinanderfolge den einzigen festen Gewebsbestandtheil der ganzen Organe darzustellen schienen. *Valentin*¹⁾ lässt den Inhalt aus einer den Scheidewänden eng anliegenden, aus polygonalen Zellen mit Kernen zusammengesetzten epithelialen Bekleidung und einer inneren Flüssigkeitsschicht bestehen, während *Mayer*²⁾ jedes quere Septum auf einer Seite nur (ob vordere oder hintere wird nicht angeführt) von conischen, an der Spitze mit Kernen durchsetzten Bläschen überzogen fand, welche die Zwischenräume zwischen den Scheidewänden fast ganz ausfüllen sollten. Beide Forscher untersuchten wohl bei zu schwachen Vergrösserungen, als dass sie eine Entscheidung über die Natur der die Kästchen ausfüllenden Gewebe geben konnten. Erst *Pacini*³⁾ benutzte stärkere Vergrösserungen. Er erkannte in jeder der Querscheidewände, die er *diaframma elettrica* nennt, zwei deutlich getrennte Substanzen, ähnlich wie *Mayer*, eine Fasermembran und ein eigenthümliches Gebilde (*corpo cellulare*), welches als eine dicke, auf der Fläche unregelmässig höckerige Scheibe der jedesmal vorderen Fläche der Fasermembran durch einige von seiner hinteren Oberfläche ausgehende fadenförmige Fortsätze (*prolungamenti filiformi*) angeheftet liege, den Zwischenraum zwischen zwei Fasermembranen ziemlich vollständig ausfülle, die nächst vordere derselben jedoch nicht ganz erreiche, so dass zwischen ihr und dem Zellenkörper ein mit Flüssigkeit gefüllter Raum bleibe. Eine solche Flüssigkeitsschicht, jedoch durchsetzt von den *prolungamenti filiformi*, finde sich auch zwischen hinterer Fläche des Zellenkörpers und der Fasermembran, so dass ersterer durch zwei Flüssigkeitsschichten begrenzt und abgesehen von den *prolungamenti filiformi* frei in dem Kästchen aufgehängt liege. Nerven fand *Pacini* in den Fasermembranen als zahlreiche, sich öfter theilende markhaltige Primitivröhren. In den Zellenkörper sollten sich dieselben nicht

1) Schweiz. Denkschr. I. c. p. 40 u. 42, fig. 47.

2) I. c. Tab. III, fig. 9, p. 17.

3) I. c. p. 16, fig. 4.

erstrecken, dieser bestehe aus einer leimartigen, homogenen, feinkörnigen Grundsubstanz mit runden Kernen, welche vorzugsweise in den Höckern der vorderen und hinteren Fläche (*appendici cellulari*) gelegen seien.

Die electromotorische Thätigkeit des Gymnotus-Organes denkt sich *Pacini* als wesentlich auf der chemischen Verschiedenheit des Inhaltes der Flüssigkeitsräume unter sich und dem zwischengelegenen Zellenkörper beruhend, der Art dass, den *Faraday'schen* Experimenten über die Vertheilung der Spannungen am lebenden Gymnotus entsprechend, der hintere Flüssigkeitsraum negativ zu dem positiven Zellenkörper sich verhalten solle, der vordere Flüssigkeitsraum aber den feuchten Leiter vertrete, wobei dann die Fasermembran, abgesehen von ihrer Bedeutung als Träger für Blutgefässe und Nerven, noch wie eine poröse Scheidewand zu denken sei.

Mit diesen im Jahre 1852 veröffentlichten Untersuchungen *Pacini's*, welche zwar in rein anatomischer Hinsicht einen wesentlichen Fortschritt enthalten, nicht aber ernsthaft zu einer Theorie der betreffenden electricen Organe verwandt werden konnten, schliesst unsere Kenntniss der letzteren ab. Einen ganz neuen Gesichtspunkt für die Deutung der *Pacini'schen* Beobachtungen eröffnete aber die oft erwähnte Schrift von *Bilharz* über *Malapterurus*.¹⁾ Ihm selbst stand zwar das Gymnotus-Organ zur Vergleichung nicht zu Gebote, doch erkannte er aus der Beschreibung *Pacini's* die Aehnlichkeit des „Zellenkörpers“ mit der von ihm beim Zitterwels entdeckten electricen Platte. Nur der zur Herstellung der vollständigen Analogie nachzuweisende Zusammenhang des *corpo cellulare* mit den Nerven der Fasermembran war von *Pacini* nicht erwähnt worden. Hier boten sich aber die *prolun-gamenti filiformi* als Aushilfe, und stellte *Bilharz* die Vermuthung auf, dass diese die zum Uebergange in die electriche Platte sich anschickenden Nerven seien.

Bei diesem Stande der Sache waren die Punkte, auf welche eine erneuerte Untersuchung vorzugsweise zu richten, sehr scharf bezeichnet. Es handelte sich um eine möglichst genaue anatomische und womöglich chemische Untersuchung des „Zellenkörpers“, der voraussichtlich wichtigsten Inhaltsmasse der Kästchen der electricen Organe, und um Feststellung seines Verhältnisses zu den in den Scheidewänden liegenden Nerven. Bei der Ummöglichkeit andere als Spiritusexemplare von Gymnotus zur Untersuchung zu erlangen, und der Unsicherheit, welche im einzelnen Falle bei Beurtheilung feinerer Structurverhältnisse in Betreff des mehr oder minder guten Erhaltungszustandes der Organe herrschen konnte, war es vor allen

1) l. c. p. 39.

Dingen nöthig mehrere Exemplare zu vergleichen. Dergleichen stellten mir auf meine Bitte in zuvorkommendster Weise zur Disposition die Herren *A. Ecker*, *V. Carus*, *R. Leuckart*, theils ganz, theils in einzelnen Stücken. Endlich hatte auch Herr *Keferstein* die Güte, mir von dem in der Göttinger physiologischen Sammlung aufbewahrten Exemplare, welches mittlerweile von ihm und Herrn *Kupfer* einer Untersuchung unterworfen war, über welche in den Nachrichten von der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften 1857 No. 19 berichtet worden¹⁾, ein Stückchen des electricischen Organs zuzusenden.

Das unter diesen weitaus am besten erhaltene Exemplar ist das von *A. Ecker*, von welchem mir ein ansehnlicher Querschnitt, etwa aus der Mitte des Schwanztheils zu Gebote stand. An diesem zeigen die electricischen Organe eine weissgelbe Farbe, eine Consistenz wie fester Speck, so dass sich leicht in allen Richtungen feinste Schnitte anfertigen lassen, und was die Hauptsache ist, eine sehr vollkommene Erhaltung der feineren Strukturverhältnisse. Der grösste Theil der nachfolgenden Bemerkungen bezieht sich auf dieses Exemplar. Die übrigen mir zu Gebote stehenden electricischen Organe sind durchweg viel weicher, so dass feine Schnitte nur mit Mühe und in sehr geringer Ausdehnung gefertigt werden können. Die bindegewebigen Scheidewände sind zwar bei allen sehr deutlich und vollkommen erhalten, aber der Inhalt der Kästchen, der Zellenkörper *Pacini's*, befindet sich in einem höheren oder niederen Grade der Maceration. Das unbrauchbarste von allen ist das Göttinger Exemplar. Leider ist dasselbe das einzige, welches der Arbeit von *Kupfer* und *Keferstein* zu Grunde gelegen hat, und bedarf dieselbe demnach in allen wichtigeren Puncten wesentliche Berichtigungen. Es erklärt sich auch der Widerspruch, in dem ich mich in meiner Behauptung von dem Verhältniss der Nerven zu dem Zellenkörper (der electricischen Platte nach *Bilharz*) mit den Angaben der Göttinger Forscher befinde²⁾, einfach aus dem verschiedenen Erhaltungszustande der zur Beobachtung benutzten Organe.}

Den Verlauf der die horizontal liegenden Säulen der electricischen Organe von *Gymnotus* abgrenzenden und theilenden Längs- und Querscheidewände haben *Hunter*, *A. v. Humboldt*, *Rudolphi*, *Valentin*, *Mayer*, *Pacini* durch Abbildungen und Beschreibungen vortrefflich erläutert. *Kupfer* und *Keferstein* geben in Fig. I. ihrer obenerwähnten Abhandlung eine schematische Durchschnittszeichnung eines der grösseren oberen Seitenorgane. Dieselbe weicht von den Zeichnungen der vorhin ge-

1) Ausführlicher dargestellt in *Henle und Pfeuffer's Zeitschrift f. rat. Medicin* 3. Reihe Bd. II. p. 344.

2) Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. IV. Sitzungsberichte aus dem Jahr 1857, 26. Nov.

nannten Autoren darin ab, dass die Linien, welche die querdurchschnittenen Längsscheidewände bedeuten, in ihrem bogigen Verlaufe von Aussen nach Innen zum Theil unter einander verschmelzen, so dass, wie auch in der Beschreibung l. c. pag. 345 erwähnt wird, nur ein Theil der am Aussenrande beginnenden Scheidewände den Innenrand erreicht. Die Verfasser deuten nicht an, dass Verschiedenheiten in dem Verlaufe der Scheidewände an verschiedenen Stellen der Organe vorkommen. Ich muss hier bemerken, dass die Abbildungen von Querschnitten, welche die älteren Forscher geben, und auf welchen ein solches Zusammenfliessen einzelner, einander genäherter Längsscheidewände nicht wahrzunehmen ist, ihre volle Richtigkeit behalten. Ein Querschnitt durch den nahezu mittleren Theil des *Gymnotus* gefertigt, welchen ich besitze, stimmt in allen Beziehungen mit den von *Hunter* und *A. v. Humboldt* entworfenen Zeichnungen genau überein, Anastomosen der Längsscheidewände sind weder an den oberen noch an den unteren Scheidewänden zu sehen.¹⁾ Wahrscheinlich finden sich dergleichen nur an den verschmälerten vorderen und hinteren Enden der electricischen Organe. Die von *Valentin* von solchen Stellen gegebenen Querschnittszeichnungen enthalten Andeutungen derselben. Es darf nach dem Angeführten die *Kupfer-Keferstein'sche* Darstellung als maassgebend für den ansehnlicheren mittleren Theil der Organe nicht gelten.

Die Querscheidewände (*diafranni elettrici Pacini*) liegen an gut erhärteten Präparaten so dicht an einander, dass ein freier Raum zwischen denselben nicht wahrgenommen werden kann. Die Zahl und Richtung derselben ist mit blossen Auge zwar zu erkennen, aber erst durch gewaltsames Auseinanderbiegen kommen Zwischenräume zwischen ihnen zum Vorschein. Weichere und stärker macerirte Organe zeigen dagegen diese Räume auf den ersten Blick.

Jede der Querscheidewände besteht in ihrer ganzen Ausdehnung aus zwei wesentlich verschiedenen Schichten, welche *Pacini* als Fasermembran und als Zellkörper unterschied. Erstere ist eine Bindegewebshaut, welche ringsum mit den ebenfalls bindegewebigen Längsscheidewänden und der faserigen Umhüllungshaut der electricischen Organe in directem, überall gleich festem Zusammenhange steht. Dieselbe widersteht der Fäulniss und Maceration länger als der Zellkörper und findet sich in allen von mir untersuchten Fischen durchweg gut erhal-

1) *Kupfer* und *Keferstein* geben dem *Gymnotus* nur drei electricische Organe, nicht vier, wie die gewöhnliche Annahme lautet, indem sie die beiden unteren, welche in der Mittellinie „unmittelbar zusammenstossen“ sollen, als eins betrachten. Ich finde die Grenze zwischen den beiden unteren Organen eben so vollständig, wie zwischen den oberen, und durch Bindegewebe, Flossenträger und unpaaren mittleren Schwanzflossenmuskeln gebildet, wie *A. v. Humboldt* sehr richtig zeichnet. So dürfte es also bei der Annahme von vier getrennten electricischen Organen bleiben.

ten. Sie besteht aus wellig gekräuselten oder mehr starren, verschlungenen Bindegewebsfaserzügen, welche bei Zusatz von Essigsäure, Kali- oder Natronlauge zu einer homogenen Substanz aufquellen. Elastische Fasern, welche diesen Reagentien widerstehen, habe ich in keinem, auch nicht dem Göttinger Exemplare gefunden, bei welchem *Kupfer* und *Keferstein* die Hauptmasse der Fasern als elastische betrachten zu müssen glaubten. Nach drei- bis vierstündigem Kochen der gut ausgewässerten Spirituspräparate lösen sich die Längs- wie Quersfermembranen vollständig auf. Es bleiben allein die Blutgefäße und Nerven derselben zurück.

Jede der bindegewebigen Querscheidewände grenzt mit ihrer dem Schwanzende des Fisches zugekehrten Oberfläche an eine dünne Flüssigkeits- oder Gallerschicht von ganz homogenem wasserhellem Aussehen, wahrscheinlich Schleimgewebe mit Sternzellen, wie in dem Schwanzorgan der Rochen, jedenfalls Blutgefäße enthaltend, welche an guten Spirituspräparaten deutlich von mir erkannt wurden.

Anders verhält es sich mit der vorderen Oberfläche der Bindegewebshaut. Diese steht in festem und innigem Verbande mit einer eigenthümlichen anderen, viel dickeren und höckerigen Platte (Vergl. Tab. II. Fig. 3b.), welche den Raum zwischen zwei Septen bis auf die erwähnte dünne Gallert- oder Flüssigkeitsschicht ganz ausfüllt. Es ist dies der Zellkörper *Pacini's*, dasjenige Gebilde, welches *Bilharz* der electrischen Platte von *Malapterurus* vergleicht und welches in der That ein Analogon der letztern darstellt. Die Dicke dieser Platten ist nicht die gleiche in der ganzen Ausdehnung der Querscheidewände, sondern an dem inneren und äusseren Grenzrande etwas geringer als in der Mitte. Von letzterem Orte ist die Zeichnung Fig. 3. entnommen. Hier mass ich 0,0225 P. L. Querdurchmesser, während an den inneren Enden derselben Platten nur 0,015 gefunden wurde.

Obgleich diese Platten in inniger Verbindung mit der Fasermembran stehen, sind sie doch etwas von derselben total Verschiedenes. Sie zeigen keine Spur faseriger Structur, sondern bestehen aus einer homogenen glasartig durchsichtigen Grundsubstanz, deren Consistenz an guten Spirituspräparaten nicht unpassend von *Pacini* mit der einer steifen Gelatine-Gallert verglichen wird (l. c. p. 23), welche viele moleculäre Körnchen und einzelne runde Kerne eingebettet enthält. Die Kerne fehlen in den mittleren Schichten der Platte, sie finden sich nur in der Nähe der vorderen und hinteren Oberfläche in den hier vorhandenen Höckern. Der Durchmesser der Kerne beträgt 0,0015 bis 0,0020 P. L. Die moleculären Körnchen sind einzeln durch die Platte zerstreut, an der vorderen und hinteren Oberfläche etwas dichter gelagert als in der Mitte. Eine besondere, von der Grundsubstanz verschiedene Umhüllungs-

haut scheinen die Platten nicht zu besitzen, wenn auch, worauf ich zurückkomme, die Rindenschicht durch eine etwas grössere Consistenz ausgezeichnet ist.

Wie sich die fragliche Platte in ihrer feineren Structur wesentlich von der hinter ihr liegenden Bindegewebsmembran unterscheidet, so finden wir auch in der chemischen Beschaffenheit scharfe Gegensätze. Die Natur der höckerigen Platte ist, soweit sich an dem Spirituspräparat feststellen liess, die eines Eiweisskörpers. In Essigsäure und verdünnten kaustischen Alkalien wird dieselbe etwas durchsichtiger, Aufquellen findet in sichtbarer Weise erst nach längerer Berührung mit den genannten Flüssigkeiten statt. Beim Aufkochen in Wasser schrumpft die Platte etwas ein, hält sich dann aber auch nach vielständigem Kochen, wenn das Bindegewebe längst alles aufgelöst ist, vollständig unverändert. Durch Behandlung mit Zucker und Schwefelsäure färbt sie sich durch und durch intensiv roth, mit Jod gelb. Sprechen diese Eigenschaften, namentlich die Resistenz bei anhaltendem Kochen und die Färbung durch Zucker und Schwefelsäure schon für die eiweissartige Natur der Platten, so dienen folgende Versuche noch zu weiterem Beweise.

Ausgewaschene und bis zur Auflösung allen Bindegewebes gekochte Stücke des electrischen Organes wurden

- 1) mit concentrirter Salpetersäure erwärmt. Es entstand die intensiv gelbe Farbe, welche Eiweisskörper mit Salpetersäure zu geben pflegen,
- 2) mit *Millon'schem* Reagens erwärmt. Die rothe Farbe, welche das electrische Organ annahm, unterschied sich in keiner Weise von der des gleichzeitig ebenso behandelten hart gekochten Hühnereiweisses.
- 3) In concentrirter Salzsäure erwärmte Stücke nahmen zwar keine violetblaue Farbe an, wie Eiweisskörper sonst oft thun, lösten sich aber bald auf und die Lösung wurde durch Kaliumeisencyanür stark gefällt. Muskelstücke desselben Fisches auf gleiche Weise behandelt, verhielten sich ganz ebenso.
- 4) Digestion in verdünnter Kalilauge bei 50° C. führte nur zum Aufquellen aber nicht zum Lösen, es bedurfte einer weit höheren Temperatur, selbst Anwendung der Siedehitze, um die Lösung herbeizuführen. Ganz ebenso resistent verhielten sich die Muskeln des in Spiritus aufbewahrten *Gymnotus*. Die von beiden Substanzen bei so hoher Temperatur bereiteten Kalilösungen wurden durch Essigsäure nur unvollständig gefällt, der Eiweisskörper schien eine Veränderung erlitten zu haben, einmal durch das lange Aufbewahren in Spiritus und zweitens wahrscheinlich auch durch die hohe Temperatur der Kalilösung.
- 5) Um die Natur des Eiweisskörpers der electrischen Platten etwas näher zu bestimmen wurde noch das Verhalten zu sehr verdünnter Salzsäure geprüft. Zur

Vergleichung durfte aber auch hier nicht der frische Muskel, sondern wieder nur der lange Zeit in Spiritus aufbewahrte benutzt werden. Hier zeigte sich, wie bei der Kalilösung, eine weit grössere Resistenz, als von frischen Muskeln bekannt ist. Nach mehrtägiger Maceration in verdünnter Salzsäure (1 pr. Mille) hatte sich die isotrope Zwischensubstanz (Brücke) nur sehr unvollständig, die anisotrope, stärker lichtbrechende gar nicht gelöst. Die electricische Platte von Gymnotus in gleicher Weise mit verdünnter Salzsäure behandelt, wurde zwar etwas durchsichtiger, aber weder ein Aufquellen noch gar wirkliche Lösung schien irgendwo eingetreten zu sein. Die vordere und hintere Oberfläche der Platten zeigte sich scharf conturirt wie vor der Maceration in Säure, die Kerne in den Grenzschichten traten deutlicher und scharf hervor, die einzige Veränderung, welche wahrgenommen werden konnte, war, dass die Grundsubstanz eine mehr feinkörnige Beschaffenheit angenommen hatte, wie eine solche an theilweise zersetzten Spiritusexemplaren ebenso hervortritt.

Eine ausführlichere chemische Untersuchung der electricischen Organe, welche sicherlich nach mancher Seite hin interessante Aufschlüsse geben könnte, wird selbstverständlich verschoben werden müssen, bis sich die Gelegenheit bietet, frische Exemplare zu derselben zu benutzen. Die verdienstvollen Angaben von *Schlossberger*¹⁾ haben in Obigem zum Theil eine Ergänzung und Berichtigung gefunden.

Betrachten wir weiter nun die Platten in ihren Strukturverhältnissen genauer, so fallen zunächst Eigenthümlichkeiten der vorderen und hinteren Oberfläche ins Auge. Wie schon erwähnt sind dieselben nicht glatt und eben, sondern tief eingeschnitten und gekerbt, mit zottenförmigen Vorsprüngen von mannigfacher Gestalt versehen. Die Einschnitte der vorderen, an das Gallertgewebe stossenden Fläche sind, wie der Querschnitt Fig. 3. zeigt, viel tiefer als die an der hinteren, der Fasermembran anliegenden Fläche. Das Bild des Querschnittes gleicht in den Reliefverhältnissen einigermaßen dem der electricischen Platten von *Malapterurus* (Tab. I. Fig. 4.), nur sind die Einschnitte viel tiefer, die zwischen ihnen vorspringenden Theile mehr zitzen- und zottenförmig als dort. Flächenansichten wie Fig. 1. und 2. geben im Vergleich mit dem Querschnitt Fig. 3. eine Vorstellung von der Anordnung und Gestalt der Zotten, die schon *Pacini* sehr richtig schilderte.

Die Zotten der vorderen Fläche können in grössere, primäre und kleinere, secundäre unterschieden werden, die jedoch hier und da in einander übergehen.

1) Die Chemie der Gewebe. 1856, p. 132.

Die grösseren, welche in Fig. 1 von der Fläche, also im natürlichen Querschnitt gesehen als dunkel contourirte, in einander greifende Felder mit hellen Zwischenräumen erscheinen, haben mannigfache Gestalt und Ausdehnung. Sie erheben sich dicht neben einander aus der Substanz der Platte und sind an der Basis kaum breiter als an der Spitze, die Zwischenräume stellen also schmale, nach dem Grunde sich wenig verengende Spalten dar. So zeigt der Querschnitt der Platten Fig. 3. Die Einschnitte zur Begrenzung der Zotten reichen oft durch mehr als die Hälfte der Dicke der electricischen Platte in die Tiefe, und begegnen sich beinahe mit den an der hinteren Oberfläche vorkommenden Einschnitten. So namentlich an den dünneren Theilen der Platten, am äusseren und inneren Rande, und an Platten, welche etwas geschrumpft sind.

Kann die Höhe der Zotten an dem Querschnitt der Platte gemessen werden, so wird der Querdurchmesser der Zotten an Flächenansichten der Platten erscheinen. Rundliche, ovale, abgerundet eckige, mannigfach wechselnde Formen von Zotten kommen neben einander vor. Der Querdurchmesser der primären Zotten, von denen hier zunächst allein die Rede, schwankt etwa zwischen 0,007 bis 0,018 P. L. Obgleich die Anordnung derselben im Allgemeinen durchaus unregelmässig erscheint, indem kleinere und grössere bunt durch einander stehen, wobei jedoch die Zwischenräume zwischen den Zotten eine stets gleiche Breite innehalten, so lässt sich bei grösseren Flächenansichten eine gewisse Reihenstellung derselben oft nicht verkennen, die auch in unserer Fig. I angedeutet ist, wo 4 Zottenreihen von oben nach unten neben einander laufen. Die Richtung dieser Zottenreihen, die oft in einander fliessen, und bald deutlicher bald undeutlicher zu erkennen sind, ist die von innen nach aussen, also dem Längsdurchmesser der electricischen Platten entsprechend, während die grösste Breite der Zotten gewöhnlich in die entgegengesetzte Richtung von Rücken zu Bauch fällt. Rechts und links an unserer Zeichnung entspräche demnach dieser letztgenannten Richtung. Jede dieser primären Zotten, mit Ausnahme der kleinsten, welche an den Rändern der Platte sich finden, zerfällt an der freien Fläche wieder in eine nach der Grösse derselben verschiedene Zahl kleinerer Zöttchen, welche durch bald seichtere bald tiefere Einschnitte von einander abgegrenzt sind. Jede dieser letztern enthält einen der kleinen obenerwähnten runden Kerne, etwa in der Mitte dicht unter der Oberfläche. Diese secundären Zotten mit ihren Kernen geben bei Flächenansichten den primären das Ansehen von Mutterzellen mit Tochterzellen gefüllt, wie ein Blick auf Fig. 1 lehrt; der Querschnitt der Platten Fig. 3 zeigt deutlicher das wahre Verhältniss. Um die Kerne liegt, wie in der electricischen Platte von *Malapterurus*, eine Ansammlung kleiner molecu-

lärer Körnchen, welche in dem homogenen mittleren Theil der Platte seltener sind.

Aehnliche zottenförmige Vorsprünge wie die beschriebenen der vorderen besitzt auch die hintere, mit der bindegewebigen Querscheidewand in innigem Zusammenhange stehende Oberfläche der electricen Platten. Diese Zotten sind in zwei Dimensionen constant kleiner als die vorderen, niedriger nämlich, da die Einschnitte zwischen denselben weniger tief, schmaler, da die Einschnitte viel breiter als an der vorderen Fläche sind. Dagegen sind diese Zotten öfter in der Richtung von Rücken zu Bauch (Fig. 2 links nach rechts) lang gezogen, und erhalten dadurch eine leisten- oder kammförmige Gestalt. Gränzlinien secundärer Zöttchen sind an ihnen seltener zu erkennen. Diese Zotten enthalten wieder Kerne in sich, ganz derselben Art wie die vorderen. Die Entfernung der Kerne von einander ist ziemlich dieselbe wie dort; da die Breite der langgestreckten hinteren Zotten aber meist die der secundären Zöttchen der vorderen Fläche nicht übertrifft, so enthalten erstere auch meist nur eine Reihe von Kernen. Die hinteren Zotten verschmälern sich abweichend von den vorderen nach ihrem freien Ende zu oft ansehnlich. Dabei behalten sie die ursprüngliche Richtung perpendicularär zur Oberfläche nicht immer bei, sondern legen sich schief um. Letzteres Verhalten ist Schuld, dass an feinen Schnitten die Spitzen der Zotten oft abgeschnitten werden, in welchem Falle dann die Zöttchen an der Spitze wie offen erscheinen, indem sie nicht mehr durch den ursprünglich vorhandenen scharfen Grenzcontour abgeschlossen sind.

Der hinteren Oberfläche der electricen Platte mit ihren Hervorragungen und Vertiefungen schmiegt sich die aus fibrillärem Bindegewebe bestehende Querscheidewand eng an. Sie enthält Blutgefäße und viele Nervenfasern. *Pacini* sah an seinem Präparate einen freien, wie er meint mit Flüssigkeit gefüllten Raum zwischen der hinteren Oberfläche der Platte und der Fasermembran, ähnlich dem vor der vorderen Fläche der electricen Platte befindlichen, nach unsern Angaben mit Schleimgewebe ausgefüllten Raume. Es führt uns diese Abweichung auf die Besprechung einiger anderer, in Folge vorgeschrittener Maceration der Organe eintretender Veränderungen.

Was zunächst den erwähnten freien Raum betrifft, (*Spazio sotto-cellulare Pacini*) so halte ich denselben nach mir vorliegenden Präparaten erst nachträglich durch Erweichung des der hinteren Oberfläche der electricen Platte unmittelbar anliegenden Bindegewebes entstanden. Dasselbe ist deutlich weicher, mehr gallertartig als das fibrilläre der eigentlichen Fasermembran. Letzteres kann vollkommen erhalten sein, während ersteres sich bereits in der Auflösung befindet. Etwas ganz

Aehnliches kommt im Schwanzorgan der gemeinen Rochen vor. Das feste Bindegewebe der Querscheidewand wird hier gegen den Schwammkörper (das der electrischen Platte entsprechende Gebilde) durch Schwinden der Intercellularfasern homogen und weich. Hier liegen die feineren Nervenverzweigungen und Netze, die ich früher ausführlich beschrieb.¹⁾ Sie unterliegen, ebenso wie das sie umgebende Gallertgewebe, einer Zersetzung weit früher als das fibrilläre Bindegewebe und der Schwammkörper, und entsteht in solchem Falle das Ansehen eines freien nur noch Gewebsreste enthaltenen Raumes.

Dass in dem *Pacini*'schen Präparate Zersetzungserscheinungen bereits eingetreten und die Erhaltung wenigstens nicht in allen Stücken eine so vollkommene war, als in dem besten der von mir untersuchten Präparate, geht aber aus Folgendem hervor. *Pacini* bildet im Querschnitt der electrischen Platten (l. c. p. 16 Fig. IV.) zwei, zwischen vorderer und hinterer Oberfläche in ihrer Substanz gelegene, parallel nebeneinander laufende Linien ab, zwischen welchen die Platte weicher, leichter zerstörbar sein soll, als nach Aussen gegen die Zotten hin. Zwischen diesen Linien soll sich nach seiner Angabe (l. c. pag. 23) die Platte beim Zerzupfen leicht in zwei Hälften spalten lassen, eine vordere mit den vorderen Zotten, eine hintere mit den hinteren. In der That ist ein solches Verhältniss an den älteren Spirituspräparaten zu beobachten, aber das besterhaltene, festeste und zur Anfertigung von Schnitten geeignetste meiner Exemplare zeigt keine Spur davon. Bei diesem ist, wie beschrieben wurde, die electrische Platte eine durch und durch gleichartige. Je weicher dagegen das Organ, je mehr zum Zerfall aller seiner Elemente geneigt, um so deutlicher tritt die Spaltbarkeit der electrischen Platte in einer mittleren, halb aufgelösten Schicht hervor. So vor Allen an dem Göttinger Exemplare, wo die Maceration so weit um sich gegriffen hat, dass nur die *appendici cellulari* der Platten, die Zotten, übrig geblieben sind. Diese haben in Folge der Zersetzung eine sehr stark körnige Beschaffenheit angenommen, und die Kerne der Zotten sind nur noch undentlich, zum Theil gar nicht mehr vorhanden. Die Abbildung von *Kupfer* und *Keferstein*²⁾ giebt eine Darstellung dieses unnatürlichen Verhaltens. Besonders grobkörnig erscheinen die Zotten bei Flächenansichten an den Rändern. Die körnige, in Folge der Zersetzung eingetretene Beschaffenheit der electrischen Platten nahm auch *H. Munck*³⁾ wahr, und liess sich durch dieselbe wie

1) *Müller's Archiv* 1858, p. 201.

2) *Hentle und Pfeuffer's Zeitschrift etc.* 1858. Taf. VI. Fig. IV.

3) *Nachrichten von der Königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen.* 1858. No. 1. p. 7 u. ff.

durch andere in der Maceration begründete Verhältnisse zu einer Reihe irrthümlicher Behauptungen verleiten.

Bei so ausgedehnter Zerstörung der electricen Platten folgen beim Entfernen der Scheidewände von einander die hinteren Zotten den angrenzenden hinteren, die übriggebliebenen vorderen Zotten dem nächst vorderen Septum, mit dem sie durch gallertiges Bindegewebe verklebt sind. An Stelle der eigentlichen Substanz der electricen Platte befindet sich dann ein freier Raum. Solche Präparate dürften der *Valentin'schen*¹⁾ Darstellung zum Grunde gelegen haben. Die Kästchen scheinen innen mit einem epithel-artigen Belag ausgekleidet, wenn man die Scheidewände von der Fläche betrachtet, wobei die Contouren der anklebenden Zotten, namentlich der grösseren vorderen, Zellen vorspiegeln.²⁾ Die Verklebung der vorderen Zotten mit der hinteren Fläche der nächst vorderen Scheidewand bei gleichzeitiger Maceration der Grundsubstanz der electricen Platte verleitete auch *Kupfer* und *Keferstein*, welche diese vorderen Zotten für die ganze electrice Platte hielten, zu glauben, dass die Nerven von vorn her in die electricen Platten einträten. Die structurlose Haut an der vorderen Seite der Fasermembran aber, welche dieselben Autoren beschreiben, ist auf Reste der hier ursprünglich ansitzenden hinteren Zotten der electricen Platte zu beziehen.

In einem zur mikroskopischen Untersuchung sehr brauchbaren Zustande muss sich dagegen das von *Mayer* benutzte Exemplar befunden haben. Seine bei 40facher Vergrösserung entworfene Abbildung eines Querschnittes der Septa (l. c. Tab. III, Fig. 9) zeigt die electricen Platten zwischen den Fasermembranen in einem dem natürlichen Zustande ziemlich genau entsprechenden Verhältnisse. Die vorderen Zotten mit ihren Kernen sind nur ein wenig zu gross angegeben, und die hinteren Zotten bei der schwachen Vergrösserung ganz weggelassen.³⁾

Noch ist zu erwähnen, dass bei Organen, deren electrice Platten einer stärkeren Maceration noch nicht unterlagen, die aber eine zur Anfertigung von feinen Schnitten nicht geeignete Weichheit darbieten, die genannten Platten in ihrem Querdurchmesser geschrumpft sein können, so dass die Dicke auf dem Querschnitt ansehnlich geringer erscheint als in unserer Zeichnung. An solchen Präparaten sind auch die Einschnitte zwischen den Zotten der vorderen Fläche viel breiter, die Zotten selbst kleiner und mehr auseinander gerückt, wie z. B. in der *Pacini'schen* Fig. IV

1) l. c. pag. 40.

2) *Valentin* l. c. fig. 48, 49.

3) Das Exemplar ist leider, wie mir Herr Geheimrath *Mayer* schreibt, durch Vernachlässigung von Seiten des Zeichners zu Grunde gegangen.

dargestellt ist. Dieses Schrumpfen der electricen Platten kann auch zur Bildung des von *Pacini* als spazio sotto-cellulare beschriebenen, oben erwähnten freien Raumes beigetragen haben, welcher im natürlichen Zustande nicht existirt.

Pacini theilt die Zotten der hinteren Fläche der electricen Platte in zwei Arten, solche, welche den vorderen Zotten in der Form entsprechen, und andere, fein zugespitzt endigende, längere, *prolungamenti spiniformi* genannt. Ich habe an meinen Präparaten diese Unterschiede nicht auffinden können. Werden Stücke der electricen Organe einige Stunden in Wasser gekocht, bis sich alles Bindegewebe in Leim aufgelöst hat, so erhält man nach dem Aneinanderlegen der electricen Platten sehr reine und klare Flächenansichten der hinteren, vorher durch Bindegewebe verdeckten Oberfläche derselben. Nur die Nervenfasern und Reste der Capillaren bedecken letztere noch stellenweise. Eine Durchmusterung grösserer Flächen auf solche Weise zubereiteter und durch Glycerin oder Natronlauge durchsichtig gemachter Platten führte sowenig als die Untersuchung zahlreicher Querschnitte zur Auffindung von Gebilden, auf welche die *Pacini*'schen *prolungamenti spiniformi* gepasst hätten. Vielleicht dass der eigenthümliche Zustand des von *Pacini* benutzten Exemplares, in welchem durch Erweichung des hinter den electricen Platten befindlichen Bindegewebes an seiner Stelle der Anschein eines freien Raumes entstanden war, die Erkennung der Eigenthümlichkeiten der hinteren Zotten besonders begünstigte, und dass in der That zwischen den eigentlichen Zotten solche spitz auslaufende Gebilde vorkommen, wie *Pacini* dieselben beschreibt. Diesen Punkt, wie das noch näher zu besprechende Verhältniss der Platten zu den Nerven der Scheidewände, werden Untersuchungen an frischen oder in geeigneten conservirenden Flüssigkeiten erhärteten Präparaten erst vollständig ins Reine bringen können.

Pacini erwähnt einer an einzelnen Stellen der electricen Organe von ihm beobachteten Abweichung in der Zahl der *diaframmi elettrici* der Art dass, während gewöhnlich zehn derselben hintereinander liegend einen Raum von 0,715 bis 1,706^{mm} einnahmen, dieselbe Zahl an einer andern Stelle über einen Raum von 3 bis 11^{mm} vertheilt war.¹⁾ Solche Abweichungen, welche für die electromotorische Thätigkeit der einzelnen Abschnitte des Organes von grossem Einflusse sein müssen, sind von Anderen nicht erwähnt worden. Auch mir ist nichts dem Aehnliches vorgekommen. Freilich habe ich auch keinen *Gymnotus* vom Kopf bis zum Schwanz speciell auf diesen Punkt untersuchen können. An dem *Ecker*'schen Exemplare mass ich auf 1 Par. Zoll 220 electriche Platten in dem grösseren oberen, 260 in dem kleinen

1) l. c. pag. 14, fig. III, B; pag. 16, 17.

unteren Organe, mit welchen Zahlen die *Hunter'sche* Angabe von 240 auf 1 engl. Zoll gut übereinstimmt.

Die Nerven der electricischen Organe des Zitterraales stammen aus dem Rückenmarke. *Hunter*, *Rudolphi*, *Valentin* und *Mayer* haben deren Verlauf und Vertheilung beschrieben. *Pacini* fügte noch einige auf microscopische Untersuchungen sich gründende Angaben hinzu. Um die Nerven im Inneren der electricischen Organe aufzusuchen, empfehlen sich zunächst die Längsscheidewände, welche feinere, mit blossen Auge erkennbare Nervenstämmchen von der Oberfläche her aufnehmen. Diese bestehen aus breiten markhaltigen Primitivfasern von 0,003 bis 0,004^{'''} Durchmesser, welche sich durch auffallend dicke geschichtete Scheiden auszeichnen (vergl. Fig. 4). An einem platten Nervenstämmchen mit fünf Fasern, welche alle in einer Ebene nebeneinander lagen, mass ich 0,041^{'''} Durchmesser. Davon kommen 0,015 auf die Nervenprimitivfasern 0,026 auf die Scheiden, deren eine jede also fast den doppelten Raum der eingeschlossenen markhaltigen Faser einnimmt. Aehnlich ist das Verhältniss bei den Stämmchen von 2 bis 3 und bei den einzeln verlaufenden Primitivfasern. Dichotomische Theilungen dieser Fasern sind in den Längsscheidewänden sehr häufig zu beobachten. Das Verhältniss der Dicke der Scheiden zu den eingeschlossenen Primitivfasern bleibt dabei dasselbe. *Pacini* erwähnt der dicken Scheiden nicht, spricht dagegen von einem in den Nervenfasern sehr deutlich hervortretenden Axencylinder. Diese pflegen an älteren Spirituspräparaten von Nerven überhaupt nicht leicht erkennbar zu sein. Da ausserdem das *Pacini'sche* Exemplar nach den oben angegebenen Merkmalen in einem, allem Anscheine nach schlechteren Erhaltungszustande sich befand als das beste unsrige, an letzterem aber von den Axencylindern keine Spur darzustellen war, so vermuthete ich, dass *Pacini* die in die Bindegewebsscheide eingeschlossenen Nervenfasern für den Axencylinder, erstere aber für die Markscheide genommen habe, eine Verwechslung, welche bei Anwendung nur mittelstarker Vergrösserungen sehr leicht vorkommen konnte.

Von den Längsscheidewänden gelangen die Nerven einzeln oder in Stämmchen von 2 bis 3 Fasern in die Querscheidewände. Hier (vergl. Fig. 2) verschmälern sich die Fasern weiter durch öftere dichotomische Theilung bis auf 0,001^{'''} etwa, wobei sich die Scheide allmählig bis auf eine dünne structurlose Haut verliert. Reste des Nervenmarkes schienen in den feinen Fasern enthalten zu sein. Die Zahl der Nervenfäserchen in der queren Bindegewebsscheidewand ist ziemlich ansehnlich, doch in Fig. 2 etwas zu gross angegeben, als dass an allen Stellen das gleiche Bild erwartet werden dürfte. Der Verlauf der Fasern ist ein gestreckter, die feineren Ver-

zweigungen nähern sich mehr der mit der vorderen Fläche der Fasermembran verbundenen electricen Platte.

Die Frage nach dem Verhalten der letzten Enden der Nervenfasern und ihrer Beziehung zu den electricen Platten zur Entscheidung zu bringen, scheinen die bis jetzt zur Untersuchung gekommenen Spiritusexemplare nicht geeignet zu sein.

Kupfer und *Keferstein* glauben einen directen Uebergang von 0,004 bis 0,002^{mm} breiten Nervenfasern in die electrice Platte gesehen zu haben (l. c. pag. 5, fig. V), und *Munck* will die hierauf bezüglichen Angaben bestätigen (l. c. pag. 11). Hier ist aber zu bedenken, dass erstere den Zusammenhang mit den Nerven an die vordere Oberfläche der electricen Platte verlegen, an welcher eine nähere Beziehung zu Nerven überhaupt bestimmt nicht stattfindet, und dass *Munck*, wenn derselbe auch im Anschluss an meine, gegen die erstgenannten Forscher gerichteten Angaben die Nerven richtig mit den hintern Flächen der electricen Platten in Beziehung bringt, doch zur Untersuchung ausschliesslich das stark macerirte Göttinger Exemplar benutzte, an welchem, wie ich bestimmt behaupten muss, die äusserst delicate Frage nach der Endigung der Nerven nicht zur Lösung gebracht werden kann. Soviel ist sicher, dass von den Nerven der queren Fasermembran keiner die Gallertmasse an der hinteren Oberfläche derselben durchsetzt, um etwa mit der vorderen Fläche der nächsthinteren electricen Platte in Verbindung zu treten, sondern dass die feineren Endfäserchen, soweit sie an Spirituspräparaten verfolgt werden können, alle der hinteren, mit der fibrillären Bindegewebsmembran im innigen Zusammenhange stehenden Oberfläche der Platten anliegen, und da keine Nervenfasern die electrice Platte selbst durchsetzt, auch hier ihr Ende finden müssen. Die noch sicher als Nervenfasern erkennbaren Fädchen massen 0,001 Linie und schienen markhaltig gewesen zu sein. Die Unterscheidung von feinen Capillaren war nur dadurch möglich, dass die fraglichen Fasern nach dickeren deutlichen Fasern verfolgt wurden. Solche feine Fäserchen sah ich an der hinteren Fläche der electricen Platte wie abgerissen aufhören. Möglich, dass sie, wie *Kupfer* und *Keferstein* annehmen, an diesem Ende mit der Substanz der Platten verschmolzen waren. Ein Beweis dafür konnte nicht geliefert werden. Waren die Fasern bis zu dieser Feinheit wirklich markhaltig, wie ich glaube, so dürfte ihre Verschmelzung mit der electricen Platte auf diesem Zustande jedoch wenig Wahrscheinlichkeit haben. Bei allen electricen Organen, den ächten wie den unächtigen, gehen die markhaltigen Fasern vor ihrer plattenförmigen Ausbreitung stets in marklose Fasern über. Wie bei allen andern peripherischen Nervenenden, soweit dieselben bekannt sind, verliert sich die Markscheide früher als der Axencylinder. Letzterer aber, einmal frei geworden, könnte an unsern

electrischen Organen noch manichfache Theilungen und Verfeinerungen erfahren oder Netze gebildet haben, von denen, wie von den Axencylindern überhaupt, nur noch zerfallene Reste übrig wären. Die krümlinliche Substanz, welche die hinteren Flächen der electrischen Platten bedeckt und namentlich in den Vertiefungen zwischen den Zotten in grösserer Menge angehäuft scheint (Vergl. Fig. 2), könnte auf solche zerfallene marklose Nervenfasern, die ja auch einer *Schwann'schen* Scheide zu entbehren pflegen, gedeutet werden. Unter diesen Umständen müssen wir uns eines entscheidenden Urtheiles über die Natur der feinsten Nervenverzweigungen enthalten. Ihre Lage widerspricht der durch die Verhältnisse bei anderen electrischen Organen gestützten Annahme nicht, dass die Endzweige in der electrischen Platte sich auflösen.

Die dicke Scheide, welche die breiteren Nervenprimitivfasern in den Septen der electrischen Organe auszeichnet, kommt den Fasern des Nervenstammes nach dem Austritt aus dem Wirbelkanal nicht zu. Sie fehlt bis zum Eintritt der Nerven in das electrische Organ. Die Fasern des Stammes haben die gewöhnliche *Schwann'sche* Scheide und einen Durchmesser von 0,004 bis 0,005'''.

Ganz unbekannt sind die Ganglienzellen, von denen die Primitivfasern der electrischen Nerven entspringen. *Valentin*¹⁾ glaubte einen Theil des Hirns als electrischen Lappen bezeichnen zu müssen, um die Analogie mit *Torpedo* herzustellen. Abgesehen davon, dass, wie schon durch *Hunter* bekannt geworden, die electrischen Nerven nicht aus dem Hirn, sondern successive aus dem Rückenmarke entstehen und die Annahme eines ihnen allen gemeinschaftlichen, am Hirn hervorragenden Centralorganes als eine nothwendige nicht bezeichnet werden kann, ist der vermeintliche electrische Lappen, wie schon *J. Müller* (*Archiv* 1842 Jahresbericht pag. 227) hervorgehoben hat, vielmehr ein stark nach vorn übergebogenes kleines Hirn, wie ein solches bei vielen anderen Fischen, zunächst bei dem unserm *Gymnotus* verwandten *Carapus*, dann bei *Thynnus* z. B. vorkommt. Auch stimmt nach *Valentin's* eigener Angabe der fragliche Hirntheil in der feineren Structur weit mehr mit dem kleinen Hirn anderer nicht electrischer Fische überein, als mit dem wirklicher electrischer Lappen des Hirns von *Torpedo*.

Schon die Thatsache allein, dass die zu den electrischen Organen des Zitteraales gehenden Nerven hintereinander in grosser Zahl (mehr als 200) aus dem Rückenmark entspringen, macht es nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss von dem Ursprunge der Rückenmarksnerven wahrscheinlich, dass die Centralorgane für die electrischen Fasern gerade so wie für die der motorischen und sensiblen Nerven

1) l. c. Fig. 1 u. 2 e. pag. 7 ff., *R. Wagner's Handwörterbuch* etc. I. pag. 270. Fig. 12. g.

durch die ganze Länge des Rückenmarkes vertheilt liegen, wobei natürlich ein Zusammenhang mit Ganglienzellen des Hirns durch aufsteigende Fasern nicht ausgeschlossen bleibt. Wie bei *Malapterurus* nach *Bilharz* schöner Entdeckung die Ganglienzelle, auf welche die aus dem Anfang des Rückenmarkes entspringende elektrische Primitivfaser zurückzuführen, auch hier im Anfange des Rückenmarkes liegt, zahlreiche Ausläufer aber nach verschiedenen Richtungen und sicher auch in das Hirn abschickt, welche hier mit anderen Ganglienzellen (entfernteren Centralorganen) in Verbindung treten werden, so dürfte ein analoges Verhältniss sich bei *Gymnotus* in der ganzen Länge des Rückenmarkes, so weit dasselbe Nerven zu den electrischen Organen abschickt, wiederholen.

Die Ansichten von Querschnitten des Rückenmarkes von *Gymnotus*, deren ich eine ansehnliche Zahl von dem wohl erhaltenen *Ecker'schen* Präparate anfertigte, geben dieser Vermuthung thatsächliche Grundlagen. Die Menge der um den Centralkanal, namentlich in der vorderen Hälfte des Rückenmarkes gelegenen grossen Ganglienzellen ist auf jedem Querschnitt eine auffallend grosse. Die Zellen haben ihre Fortsätze freilich fast vollständig eingebüsst, und stellen nahezu runde, 0,015^{mm} im Durchmesser haltende Körper dar. Auch erlaubt die weiche Beschaffenheit des Präparates keine scharfe Beobachtung über die Lage der einzelnen Zellen, wesshalb ich es auch unterlasse eine Abbildung des Querschnittes zu geben. Nach einer ungefähren Schätzung dürfte die Zahl der grossen Ganglienzellen, welche auf einem Querschnitt von bestimmter Dicke gesehen wurden, mindestens die doppelte derjenigen sein, welche in dem Rückenmarke eines anderen Fisches von gleichem Umfange vorkommen.

So können denn selbstverständlich unsere Präparate von *Gymnotus* auch nicht zur Entscheidung der sonst wohl berechtigten Frage dienen, ob die Zellen, von welchen die zu den electrischen Platten strebenden Nerven entspringen, gewisse constante Unterschiede in Grösse, Form, Zahl der Fortsätze u. s. w. zeigen gegenüber der motorischen, sensibeln und sympathischen Zellen. Untersuchungen in dieser Richtung müssen verschoben werden, bis frische oder besonders gut conservirte Stücke in die Hände eines Histiologen gelangen. Was *Jacobowitsch*¹⁾ von den Unterschieden der motorischen, sensibeln und sympathischen Zellen aussagt, kann freilich nicht sehr ermunternd wirken, nun auch noch auf eine vierte Species von Nervenzellen Jagd zu machen. Immerhin wird der Gegenstand im Auge zu behalten sein, und werden wir bei Beschreibung der Ganglienzellen der electrischen Lappen am Hirn von *Torpedo* auf denselben zurückkommen.

1) Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarks, Breslau 1857.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I.

Malapterurus electricus.

Die Vergrößerung aller Figuren eine 350 malige.

- Fig. 1. Mittlerer Theil einer electricischen Platte mit dem eintretenden Nerven von der hinteren Seite her gesehen im frischen Zustande. Die markhaltige Nervenfasern liegt in einer geschichteten Scheide, hört bei a in der spindelförmigen Anschwellung auf, eine feinkörnige Masse mit runden Kernen tritt an ihre Stelle, verbreitert sich keulenförmig und tritt durch ein rundes Loch der hinteren Fläche der electricischen Platte. An Chromsäure- und anderen gut erhärteten Präparaten erscheint die Begrenzung des Loches gezacktrandig wie in Fig. 3.
- Fig. 2. Mittlerer Theil der electricischen Platte von vorn her gesehen. Der in der vorigen Figur in dem Ausschnitt der Platte verborgene Nervenknopf tritt hier in seiner strahligen Ausbreitung auf der vorderen Fläche frei zu Tage. In seiner Mitte ist eine trichterförmige Vertiefung.
- Fig. 3. Ansicht des mittleren Theiles der electricischen Platte von der hinteren Seite her wie bei Fig. 1. Durch Essigsäure-Zusatz ist die Scheide der Nervenfasern schärfer von dem feinkörnigen Inhalt unterscheidbar geworden, und sind kleine stäbchenförmige Kerne oder Zellen an ihrer inneren Seite zum Vorschein gekommen.
- Fig. 4. Querschnitt einiger electricischer Platten mit den ihrer hinteren Seite anliegenden Bindegewebscheidewänden. Nach der Peripherie sind die electricischen Platten dünner als nach der Mitte zu, auch die Kerne sind an ersterem Orte kleiner. Die Stelle des Nerveneintrittes ist im Querschnitte nicht getroffen.
- Fig. 5 u. 6. Querschnitte genau durch die Mitte zweier electricischer Platten geführt mit deren eintretenden Nerven. Von der Bindegewebsmembran her an der rechten Seite der Figur (Schwanzende des Fisches) kommt der keulenförmig verdickte Nerv um durch eine Lücke in der electricischen Platte so hindurchzutreten, dass er nach der Durchbohrung nach allen Seiten hin in die Ebene der vorderen Fläche abfällt, abwechselnd steiler und flacher, wodurch die strahlig auslaufenden Leisten zu Stande kommen, welche in Fig. 2 deutlicher zu sehen sind. Die trichterförmige Vertiefung auf der Höhe des Nervenknopfes ist in beiden Figuren durch den Schnitt halbirt.
- Fig. 7. Stück eines Nervenstämmchens, der inneren Oberfläche des electricischen Organes entnommen. Die markhaltige Primitivfasern im Centrum ist von zahlreichen ineinandersteckenden Bindegewebscheiden umgeben, zwischen denen kleine spindelförmige Zellen oder Kerne liegen, die durch Essigsäure-Zusatz deutlicher werden. In einzelnen dieser Scheiden kann durch längeres Liegen

in Sublimatlösung ein System von feinen anastomosirenden Fasern und Fasernetzen deutlich gemacht werden, wie solche hier an einer kurzen Strecke der äussersten Schicht gezeichnet sind. Nach aussen von dieser lagen noch zahlreiche andere Bindegewebscheiden, welche in der Figur weggelassen wurden.

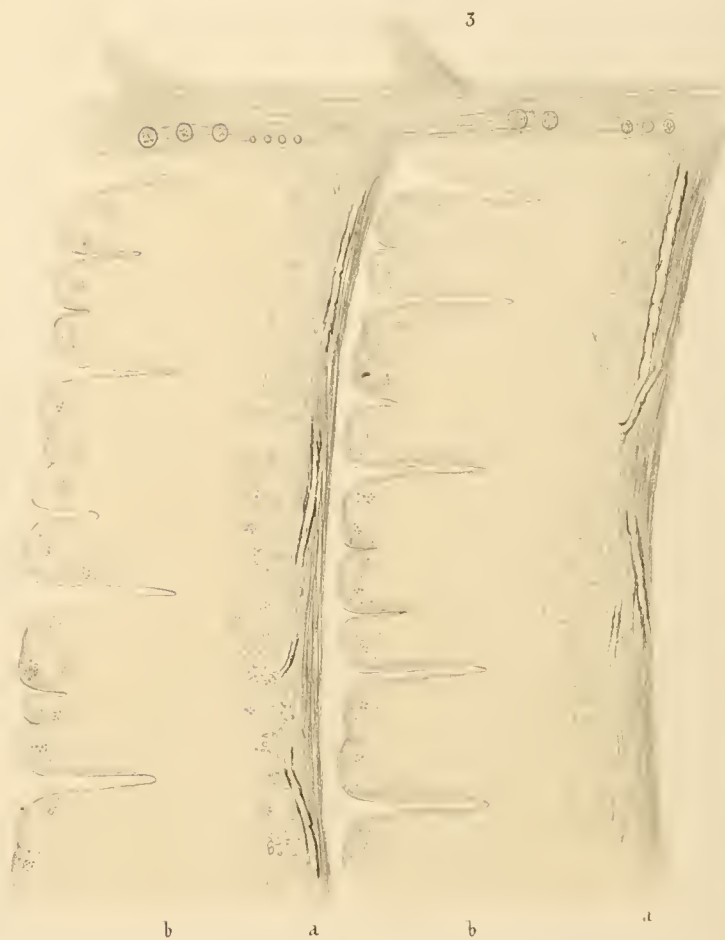
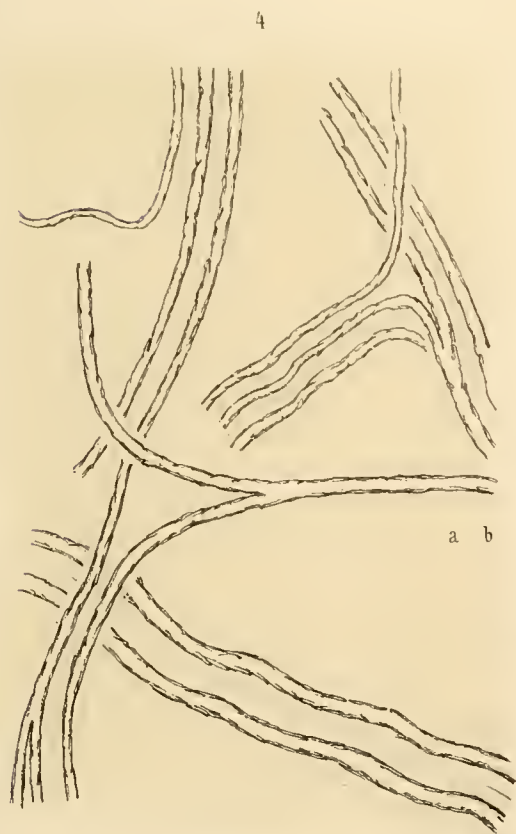
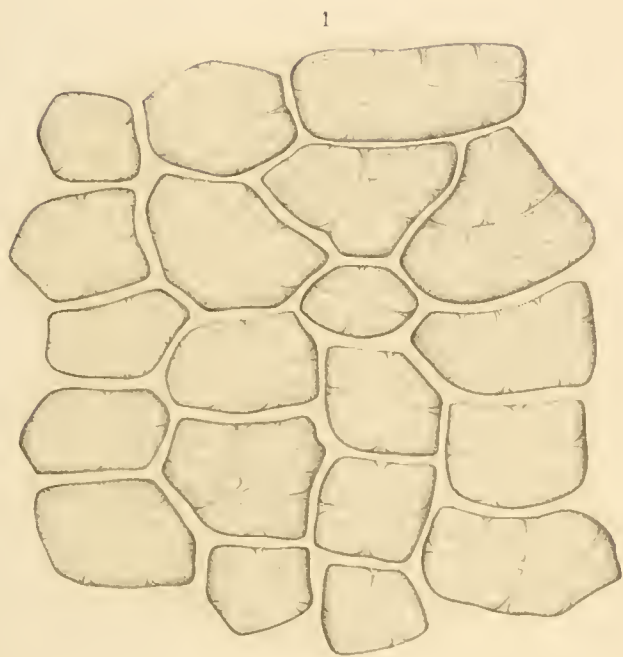
Taf. II.

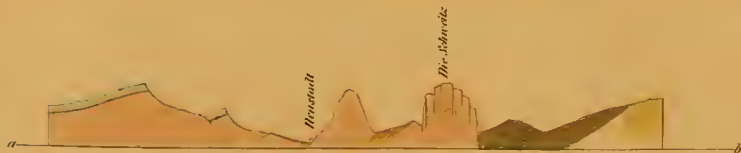
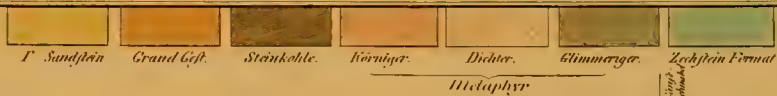
Gymnotus electricus.

Die Figuren sind wie bei der vorigen Tafel alle bei 350facher Vergr. gezeichnet.

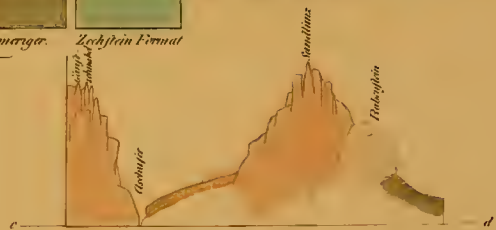
- Fig. 1. Ansicht eines Theiles der vorderen Fläche einer electrischen Platte von Gymnotus. Die wie Mutterzellen aussehenden Gebilde sind die primären vordern Zotten der Platte, durch schmale helle Zwischenräume von einander getrennt, auf ihrer Oberfläche treten die Grenzlinien der secundären Zöttchen hervor, welche je einen Kern enthalten.
- Fig. 2. Ansicht der hinteren Fläche einer electrischen Platte mit den Nervenfasern der hier anliegenden Bindegewebshaut. Das Bindegewebe selbst ist durch mehrstündiges Kochen entfernt.
- Fig. 3. Querschnitt zweier electrischer Platten *b b* mit den anliegenden Bindegewebsmembranen *a a*, welche markhaltige Nervenprimitivfasern enthalten. Die vorderen Zotten sehen nach links, und sind durch einen schmalen, mit Gallertmasse gefüllten Raum von dem nächst vorderen Bindegewebsseptum geschieden. Die Zwischenräume zwischen den hinteren Zotten sind durch Bindegewebe und eine körnige Masse, vielleicht zerfallene feinste Nervenfasern, ausgefüllt.
- Fig. 4. Markhaltige Primitivnervenfasern aus einem Septum erster Ordnung, einzeln und in Stämmchen beisammen liegend. An allen Fasern fällt die sehr dicke, geschichtete Bindegewebsscheide *a* auf, in deren Innerem die Nervenfaser *b* liegt. In dem Spirituspräparat, welches der Zeichnung zu Grunde lag, war die Scheide stärker geronnen, ganz krümelich zerfallen.
-







Profil I.



Profil II.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1858

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Schultze Max[imilian] Johann Siegmund

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der electricischen Organe der Fische 296-331](#)