

Zur Kenntniss
der
electrischen Organe der Fische.

Von
Max Schultze.

Zweite Abtheilung:
Torpedo.

Mit 2 Tafeln.

Torpedo Galvanii.

Keiner der beiden in der ersten Abtheilung¹⁾ dieser Beiträge zur Kenntniss der electrischen Organe betrachteten Fische ist so oft Gegenstand histiologischer Untersuchungen gewesen als der Zitterroche. Gewandte Mikroskopiker haben sich wiederholt an den electrischen Organen der verschiedenen namentlich im Mittelmeer häufigen Arten der Gattung *Torpedo* versucht, dennoch sollte dieser, europäischen Naturforschern leicht zugängliche Fisch es nicht sein, welcher die Basis zu einer auf anatomische Grundlage gestützten Theorie der electrischen Organe lieferte, welcher das Paradigma würde, nach dem die entsprechenden Organe der anderen Fische mit geringerer Mühe sich beugen liessen.

Wir haben in der Einleitung zu den früheren Betrachtungen hervorgehoben, dass mit den Publikationen von *Bilharz* über *Malapterurus*²⁾ eine neue Aera für die Auffassung des feineren Baues der electrischen Organe überhaupt begonnen. Es muss ein günstiges Geschick genannt werden, dass das Object, welches dem unermüdlichen Forscher in Kairo vorlag, ein solches war, dass die zu Gebote stehenden Untersuchungsmittel, Mikroskop und Präparationsmethoden so wie sie gegenwärtig in Anwendung gezogen werden, ausreichten, den Cardinalpunkt zur Entscheidung zu bringen, das Problem der Nervenendigung zu lösen. Gewiss darf das Object, welchem *Bilharz* seine Untersuchungen widmete, ein leichtes nicht genannt werden, aber wir zweifeln, ob ein gleich glänzender Erfolg, eine ebenso befriedigende Analyse der in Betracht kommenden Verhältnisse unter den gleichen Umständen bei den anderen electrischen Fischen *Gymnotus* und *Torpedo* hätte erreicht werden können. Der Grund davon liegt einfach darin, dass, wie wir jetzt wissen, bei *Malapterurus* die Nervenprimitivfaser bei ihrem Uebergange in die electrische Platte eine so ansehnliche Dicke behält, dass eine Vergrösserung, wie

1) Abhandlungen d. nat. Ges. in Halle Bd. IV. p. 299.

2) Siehe namentlich dessen grössere Arbeit „das electrische Organ des Zitterwelses“ Leipzig 1857.

sie unsere Mikroskope bequem liefern, auch ausreicht, die Art der Endigung mit aller nur wiinschbaren Schärfe zu erkennen. Ein Gleiches kann von den entsprechenden Theilen der *Gymnotus* und *Torpedo*, wie leider überhaupt von fast allen Objecten der feineren Nerven-anatomie nicht ausgesagt werden. Wie quälen wir uns mit einem Dutzend verschiedener conservirender Flüssigkeiten und unseren 300—500maligen Vergrösserungen, und sind nicht im Stande eine genügende Einsicht zu erlangen in den Bau der Netzhaut, der Elemente der Nervencentren, anderer Organe zu geschweigen. Liegt auch dieser traurige Zustand zum Theil begründet in dem Mangel hinreichender Ausdauer von unserer Seite und der vielfach den Namen ernster Naturforschung nicht verdienenden Art der Anwendung des Mikroskops, so müssen wir andererseits hervorheben, dass geradezu auch die besten Mikroskope noch nicht genügen, die Aufgaben alle zu lösen, die der Physiologe dem Anatomen stellt. Dieser letztere Punkt ist es denn auch namentlich, welcher einer genügenden Einsicht in die Art der Nervenendigung in den electrischen Organen von *Torpedo* bisher immer hinderlich entgegentrat.

Eine erneute Untersuchung dieser Organe könnte vielleicht überflüssig erscheinen angesichts der kürzlich von *Kölliker*¹⁾ gemachten Mittheilungen, nach denen die Grenze des mit dem Mikroskope Erkennbaren in der That erreicht scheint. Die von mir als vorläufige Mittheilung in den Sitzungsberichten der naturforschenden Gesellschaft in Halle²⁾ publicirte kurze Notiz über die electrischen Organe zeigt aber schon, dass eine in wesentlichen Verhältnissen abweichende Deutung des von *Kölliker* bei *Torpedo* Gesehenen möglich und von mir versucht worden ist. Seitdem bin ich durch Untersuchung lebender Zitterrochen in Triest zu einem Abschlusse über die früher kurz angedeuteten Verhältnisse gelangt, und folgen hier die ausführlichen Angaben. Sollte endlich Jemand erwarten, dass die neueste Arbeit über die electrischen Fische, welche der verdiente Chirurg *Jobert (de Lamballe)*³⁾ herausgegeben hat, den Gegenstand erschöpfend behandle, so würde ein auch nur oberflächlicher Blick in dieselbe lehren, dass in ihr die Verhältnisse des feineren Baues eine genügende Berücksichtigung nicht gefunden haben, wie denn das ganze Werk als weit hinter dem heutigen Stande der Lehre von den electrischen Organen zurückliegend zu bezeichnen ist.⁴⁾

1) Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre. Würzburger Verhandlungen etc., Sitzung vom 13. Dec. 1856.

2) Abhandlungen etc. Bd. IV. Sitzungsberichte aus d. Jahr 1857, p. 18. Sitz. v. 28. Nov.

3) Des appareils électriques des poissons électriques. Atlas II Pl. Paris 1858.

4) *Jobert* behauptet, dass die Prismen der electrischen Organe von *Torpedo* statt aus sehr zahlreichen verschwindend fei-

Die electricischen Organe von *Gymnotus* und *Malapterurus* weichen in Betreff der Anordnung der bindegewebigen Scheidewände der Art von einander ab, dass während bei ersteren zwei rechtwinklig aufeinander stehende Systeme derselben, primäre in der Längsrichtung verlaufende und secundäre Querblätter scharf zu unterscheiden sind, bei *Malapterurus* dagegen primäre, die Längsrichtung einhaltende Scheidewände fehlen (vergl. Tab. II. fig. 1 u. 2). Die electricischen Organe lassen hier auf jedem beliebigen Querschnitt nur eine Art bindegewebiger Membranen erkennen. Sie entsprechen den Querblättern des *Gymnotus*-Organes, und sind diejenigen, welchen die electricischen Platten anliegen, die hier wie dort ihre Flächen dem Kopf und Schwanz des Fisches zukehren. In beiderlei Organen liegen, wie am besten Längsschnitte zeigen, zahlreiche Querblätter hintereinander, aber zu einer regelmässig säulenartigen Anordnung derselben wie bei *Gymnotus* kommt es bei *Malapterurus* nicht. Bei ersterem können die Mittelpunkte oder die Ränder der sämmtlichen in der Längsrichtung des Fisches hintereinander liegenden Querscheidewände oder der ihnen anliegenden electricischen Platten durch eine gerade Horizontale untereinander verbunden werden, beim Zitterwels dagegen ist ein Wechsel in der Lage der Platten ungefähr wie bei einem aus Backsteinen aufgeführten Gemäuer (dasselbe um 90° gedreht gedacht), dass also jede Platte etwa um die Hälfte ihrer Höhe gegen die vorhergehende verschoben erscheint, jedoch nicht ganz so regelmässig. Nur die Ebene der Haut des Fisches und die Ebene der Aponeurose, welche das electricische

nen Querblättchen zu bestehen, wie allgemein angenommen wird und sehr leicht zu sehen ist, vielmehr aus ansehnlichen soliden Körpern von concav-convexer Gestalt zusammengesetzt seien, deren 10—12 aufeinandergepackt ein Prisma darstellen. An diesen sollen die Nerven in einer bereits mit blossen Auge erkennbaren höchst einfachen Weise endigen, indem ein jedes der genannten Körperchen von einer geschlossenen Anastomose zweier Nervenfadchen schlingenförmig umfasst werde. Dass es noch eine feinere nur mit dem Mikroskope wahrnehmbare Nervenausbreitung in den electricischen Organen gebe, davon scheint das Mitglied der Pariser Akademie keine Ahnung zu haben, wie ihm denn auch *B. Wagner's*, *Pacini's*, *A. Ecker's*, *H. Müller's*, *Remak's*, *Kölliker's* und endlich *Bilharz's* Arbeiten auf diesem Felde vollkommen unbekannt geblieben sind.

Ferner wird uns als neu entdecktes Analogon der electricischen Organe bei anderen Rochen ein im Kopf gelegenes Paket nervenreicher Bläschen beschrieben, von welchen sogenannte Schleimkanäle ausgehen. Die Nachrichten über *Malapterurus* sind so oberflächlich wie nur möglich und das einzige Neue, dass das electricische Organ aus horizontal übereinander liegenden Schichten bestehe, welche sich dachziegelförmig decken, ist nicht wahr. In Betreff des *Gymnotus* weichen die ausschliesslich auf das Gröbere bezüglichen Angaben *Jobert's* nicht ab von den bekannten älteren *J. Hunter's* und *A. v. Humboldt's*. *Rudolphi's* Monographie wie alles Neuere existirt für den Verfasser nicht. Dass derselbe übrigens über sehr wohl erhaltene Exemplare von *Gymnotus* zu verfügen hatte, lehren die von *Davenne* für ihn ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen. Die von letzterem gegebene Beschreibung (p. 69. des angeführten Werkes) und die Abbildungen auf Tab. XI. sind, soweit sie das Gewebe der electricischen Platten betreffen, in erfreulicher Uebereinstimmung mit der von mir in der ersten Abtheilung dieser Arbeit gegebenen Darstellung. Ueber den feineren Verlauf der Nerven und den Zusammenhang derselben mit den electricischen Platten enthalten sie leider Nichts.

Organ des Malapterurus von den unterliegenden Muskeln scheidet, sie allein begrenzen in gerader Horizontalrichtung die Ränder einer grösseren Zahl nämlich aller oberen und aller unteren den genannten Oberflächen anstossenden Platten. Wären alle diese und weiter alle im Innern des Organes gelegenen Quer-Platten von gleicher Flächenausdehnung, so müsste es demnach wie bei Gymnotus so auch bei Malapterurus zu regelmässiger säulenartiger Anordnung gekommen sein. Es wäre aber auch denkbar, dass trotz verschiedener Flächenausdehnung der Querscheidewände dennoch gewisse Längsscheidewände im Organe vorhanden wären, etwa wie bei den sogenannten pseudoelectrischen Organen von Raja, wo ich solche ausführlich beschrieben habe¹⁾. Diese könnten dann nicht in Parallelebenen zur Haut des Fisches verlaufen, sondern müssten sich an diese von innen her unter spitzen Winkeln irgendwie ansetzen. Und zwar könnte dies auf mehrfache Weise geschehen, entweder in parallelen Querlinien, oder in parallelen Längslinien, oder endlich in Spirallinien. *Jobert*²⁾ giebt an dass er die electrischen Organe von Malapterurus schichtweise habe zerlegen können und zwar in vom Rücken gegen den Bauch dachziegelförmig sich deckende Blätter. Die Scheidewände derselben müssten die Haut also in Längslinien berühren, und würden an Schnitten des Organes in der Längs- oder Querrichtung des Fisches senkrecht auf die Oberfläche geführt als trennende Linien zu erkennen sein. *Billharz* erwähnt derselben nicht, und auch mir ist es nicht gelungen von solchen eine Spur zu sehen, obgleich ich Stücke jugendlicher wie ganz ausgewachsener Exemplare untersuchte.

Fragen wir nun, mit welcher von beiden der geschilderten Anordnungen der Septa das electrische Organ von *Torpedo* die meiste Aehnlichkeit habe, so fällt bei der bekannten säulenartigen Anordnung desselben der Vergleich natürlich auf die Seite des *Gymnotus*. Dennoch bestehen wesentliche Verschiedenheiten zwischen beiden, ich meine nicht in Betreff der primären Scheidewände, diese grenzen hier wie dort als feste Bindegewebsblätter die Säulen von einander ab, bei *Torpedo* mit der inneren Fläche der Rücken- und Bauchhaut verwachsen, und die sechseckig gedrückten Säulen umhüllend, bei *Gymnotus* durch die ganze Länge der horizontal liegenden Organe strebend und an den Rändern mit der bindegewebigen Hülle derselben in unmittelbarem Zusammenhange: ein wesentlicherer, den feineren Bau betreffender Unterschied findet sich vielmehr an den secundä-

1) *Müller's Archiv* 1858, p. 193.

2) loc. cit. p. 50.

ren Scheidewänden, den Querblättern. In der Weise, wie sie *Gymnotus* besitzt, als deutlich faserige Bindegewebshäute fehlen dieselben bei *Torpedo* ganz.

*Valentin*¹⁾ lässt zwar die gefäss- und nervenhaltige Membran der queren Septa bei geeigneten Präparaten feinfaserig erscheinen, und würde nach seiner Beschreibung hier eine fibrilläre Bindegewebshaut wie bei *Gymnotus*, wenn auch viel feiner, anzunehmen sein. Allein schon *R. Wagner*, dem wir so wichtige Aufschlüsse über das electrische Organ des Zitterrochen verdanken, lässt als Träger der Blutgefässe und Nerven der Querscheidewände eine homogene, durchsichtige, weiche Masse auftreten, in welcher „nur sehr wenige discrete faserige Elemente wahrzunehmen“ seien²⁾; und hiermit stimmen denn auch alle späteren Beobachter mehr oder weniger überein. *Pacini*³⁾ nennt die die Gefässe und Nerven enthaltende Substanz eine durchsichtige Flüssigkeit. Aehnlich fasst *H. Müller* die Sache auf⁴⁾. *Remak*⁵⁾ dagegen erkannte einzelne stern- und spindelförmige Zellen in dieser scheinbaren Flüssigkeit, und deutet dieselbe demnach wieder als Bindegewebe, welcher Auffassung sich *Kölliker*⁶⁾ vollkommen anschliesst.

In der That besteht der Unterschied zwischen den Septen von *Gymnotus* und *Torpedo*, soweit dieselben Träger von Gefässen und Nervenfasern sind, nur darin, dass das exquisit fibrilläre Bindegewebe der Scheidewände des ersteren bei *Torpedo* durch gallertiges Bindegewebe (Schleimgewebe) ersetzt ist, fast ohne Spur von Fasern, nur an der Peripherie gegen die primären Scheidewände hin deutliche Intercellularfasern eingebettet enthaltend. Es ist bekannt, welche Ausbreitung gerade im Körper der Plagiostomen das gallertige Bindegewebe findet, wie an vielen Stellen die Ausbildung der Fasern im Bindegewebe dieser Thiere zurücktritt und als einzige Formelemente nur Zellen mit ihren mehr oder minder zahlreichen Ausläufern sichtbar sind, die in der vollständig durchsichtigen Grundsubstanz bei Vermeidung von Wasserzusatz in allen ihren Eigenthümlichkeiten auf das Leichteste beobachtet werden können. So finden wir denn das

1) Handwörterbuch d. Physiologie Bd. I., p. 254.

2) Ueber den feineren Bau des electr. Organes im Zitterrochen 1847, p. 18.

3) Sulla struttura intima dell'organo elettrico del Gimnoto 1852, p. 7.

4) Verhandl. der Würzburger physik. medic. Gesellschaft Bd. II., p. 24.

5) *Müller's Archiv* 1856, p. 471.

6) Verhandl. d. Würzburger Gesellschaft aus d. J. 1856, Sitzung vom 13. Dec. Untersuch. zur vergl. Gewebelehre, Separat-ahdruck p. 5.

Gallertgewebe auch im electrischen Organe von *Torpedo* da, wo bei *Malapterurus* und *Gymnotus* dichte Faserhäute entwickelt sind.

Haben wir sonach an den Säulen der electrischen Organe von *Torpedo* erstens eine äussere faserige bindegewebige Hülle und zweitens in querer Richtung von ihr abgehende das Innere der Prismen abtheilende Blätter aus gallertigem Bindegewebe unterschieden, beide Gefässe und Nerven führend, so wäre damit ein Gerüst gegeben ganz analog dem aus primären und secundären Scheidewänden gebildeten des *Gymnotus*-Organes. Die genauere Untersuchung der Prismen an frischen oder mässig erhärteten Präparaten lehrt nun aber ferner, dass neben den genannten queren Septen noch ganz andere ebenfalls in querer Richtung verlaufende Scheidewände vorhanden sind. Mit diesen hätten wir unsere Betrachtung über die Querscheidewände sogar beginnen sollen, da sie viel resistenter als die für sich im Zusammenhange gar nicht darstellbaren Gallertschichten sind, und sich leicht isoliren lassen, wobei das zwischen ihnen gelegene Glaskörper ähnliche Gewebe zerissen wird und wie eine Flüssigkeit zerfliesst. Sie sind es, welche bisher fast ausschliesslich als quere Septa beschrieben wurden, und welche die Wände der Kästchen bilden sollen, aus denen man hergebrachter Weise die electrischen Organe bestehen liess.

*R. Wagner*¹⁾, welcher die in Rede stehenden Membranen zuerst genauer als sehr dünne, fein granulirte, in grösseren Distanzen mit rundlichen Kernen durchsetzte Häutchen beschrieb und in ihnen, gleichsam in ihre Substanz übergehend, die Nerven endigen lässt²⁾, hatte über ihre Lage und Verbindung folgende freilich nicht ganz richtige Vorstellung. Auf jeder Seite der die Nerven und Gefässe umschliessenden Gallertschicht, auf der dorsalen wie der ventralen, sollte eine solche Membran liegen, und aus dem mittleren zwischen beiden gelegenen Raume Nervenfasern beziehen. Einen solchen dreifach zusammengesetzten Hautcomplex nennt er ein Septum, und zwischen je zweien dieser, also von den glatten, nicht mit Nervenfasern in Verbindung stehenden Oberflächen der feinen Membranen begrenzt, solle ein von Flüssigkeit erfüllter Hohlraum sich befinden. *R. Wagner* unterschied also die die Gefässe und Nerven umgebende halbfliissige Masse, als mittleren Theil eines Septum, von einer anderen, zwischen zwei Septen gelegenen Flüssigkeit, in welcher geformte Bestandtheile nicht vorkommen sollen ausser feinen beim Aus-

1) l. c. pag. 19.

2) Vergl. auch *R. Wagner* neurologische Untersuchungen p. 110.

fließen sichtbaren Molekeln¹⁾. Was nun diesen mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum betrifft, so existirt derselbe allerdings gar nicht. *Wagner* wäre schwerlich auf die Annahme eines solchen gekommen, wenn er sich von der herrschenden Vorstellung, dass in einem electrischen Organe mit Flüssigkeit ausgefüllte Kästchen vorhanden sein müssten, hätte frei machen können. Dergleichen finden sich, wie die neueren Untersuchungen erweisen, in der That in keinem electrischen Organe; was man dafür gehalten sind mit gallertigem Bindegewebe ausgefüllte Räume.

Angehend ferner die vorerwähnten eigenthümlichen Membranen, so lässt sich mit dem Wegfall des Hohlraumes zwischen den freien Seiten derselben die Anordnung, wie *R. Wagner* dieselbe schildert, so nicht festhalten. Es zeigt sich in Wahrheit eine noch einfachere Anordnung derselben, und gebührt *Pacini* das Verdienst, das richtige Verhalten zuerst erkannt zu haben²⁾. Nach seiner Beschreibung sind die dünnen Schichten der Gefäss- und Nerven-haltigen Gallerte (Flüssigkeit *Pacini*) und die festeren aber noch dünneren Plättchen in einfacher Wechselfolge übereinander geschichtet. Die Nerven aber verlaufen immer und überall so, dass ihre Endausbreitungen nur an der Unterseite des jedesmal nächst höheren Plättchens liegen, und hier mit der homogenen Grundsubstanz des letzteren verschmelzen. Demnach besitzt jedes derselben, wie auch aus der *Wagner'schen* Beschreibung schon hervorgeht, eine freie und eine mit Nerven in Verbindung stehende Fläche; diese Flächen sind aber nicht abwechselnd verschieden gerichtet, einmal nach oben und dann wieder nach unten, sondern liegen in jedem Prisma alle gleich, so dass die freie Seite nach dem Rücken, die mit den Nerven verbundene nach dem Bauche sieht.

Ohne wie es scheint *Pacini's* Beschreibung zu kennen, hat *Remak*³⁾ später diese Anordnung bestätigt, namentlich auf die stets gleichgerichteten rauhen und glatten Seiten der Plättchen aufmerksam gemacht, und die glatte Seite wie *Pacini* nach oben (dem Rücken zu) verlegt. Endlich verdanken wir die ausführlichsten Angaben über die histiologischen Verhältnisse der hier in Betracht kommenden Theile *Kölliker*⁴⁾. Auch er liefert in Betreff der Lage und Verbindung derselben eine vollständige Bestätigung der *Pacini'schen* Entdeckung, geht aber weit mehr ins Einzelne, wie weiter unten ausführlicher zu erörtern sein wird.

1) *k. Wagner* l. c. p. 13.

2) l. c. p. 8.

3) *Müller's Archiv* 1856, p. 469.

4) *Verhandl. d. phys.-medicin. Ges. in Würzburg* 1856. Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre.

Auf Schnitten oder an Falten der in Rede stehenden Plättchen kann man den Angaben von *Pacini*, *Remak* und *Kölliker* gemäss verhältnissmässig leicht die glatte obere und die rauhe untere, dem Bauche des Fisches zugewandte, mit den Nervenfasern der Gallertschicht in Verbindung stehende Seite unterscheiden. Letztere erscheint so betrachtet wie feinkörnig, während die Platte in ihrer Substanz durch die ganze freilich wenig mehr als 0,001''' betragende Dicke nach Abzug einiger einzeln eingestreuter Kerne und kleinster Molekularkörperchen glashell und homogen beschaffen ist. Behufs der ersten Orientirung und weiterer genauerer Studien über die histiologische Beschaffenheit derselben sind aber vor allen Dingen Flächenansichten nöthig, und gewinnt man diese sicher und rein nur an ganz isolirten glatt ausgebreiteten Plättchen. Solche zu erhalten ist namentlich im frischen Zustande des Organes, wo das Gallertgewebe zwischen den einzelnen Plättchen eine ziemliche Resistenz besitzt, nicht ganz leicht. Ich schlug, um solche zu erhalten, mit Vortheil folgenden Weg ein. Nach Anlegung eines frischen Querschnittes durch einige Prismen werden diese durch den untergelegten Finger so angespannt, dass sich die freigelegten Querflächen der Prismen halbkuglich dem Beobachter entgegenwölben. Jetzt trage man eine dieser Kuppen mit einer aufs Blatt gebogenen Scheere so ab, dass man ein Schnittchen nur aus der Mitte des Prisma erhält, nicht aber die faserig bindegewebige Seitenwand mit abschneidet. Das Präparat wird nun, wenn frisch, in einem Tropfen liquor cerebrospinalis des Zitterrochen, den man sich vor Beginn der Untersuchung sammelt, unter dem Lupenmikroskop so zerlegt, dass man die immer noch zahlreich übereinandergeschichteten Blätter von einander abhebt. So erhält man nach einiger Uebung wenigstens das eine oder das andere Plättchen ganz isolirt. Nimmt man dagegen einen Querschnitt des ganzen Prisma mit einem Theil seiner bindegewebigen Umhüllung zum Zerzupfen, so bemerkt man sogleich, dass die Querplättchen in der Nachbarschaft der genannten Hülle so fest aneinander hängen, dass die Loslösung einzelner bei der grossen Zartheit, die sie besitzen, unmöglich ist. Die Verbindung derselben mit der Prismenhülle, welche wie es scheint und wie *Pacini* zuerst angiebt, nur durch Blutgefässe und Nerven vermittelt wird, ist fester als die Consistenz der Plättchen an sich, daher zerreißen sie gewöhnlich bei jedem Versuche der Trennung, und wird das Präparat untauglich übersichtliche Flächenanschauungen zu bieten.

Die mikroskopische Untersuchung lehrt nun zunächst, dass dem Plättchen in der ganzen Ausdehnung Nervenprimitivfasern in grosser Zahl adhäriren, welche frei in der angewandten Flüssigkeit zu liegen scheinen, bei genauerem Zusehen jedoch

sich eingebettet zeigen in eine homogene Gallerte mit einzelnen Sternzellen, den Resten des gallertigen Bindegewebes, welches der obigen Schilderung zufolge ursprünglich den Raum zwischen je zwei Plättchen ausfüllt. Auch einige wenige Capillargefässschlingen zeigen sich zwischen den Nervenfasern. Sodann hat man es mit der eigentlichen Plättchensubstanz zu thun.

Die Nervenfasern hängen ausschliesslich der Bauchseite der Plättchen an, und studirt man dieselben sonach am besten an solchen, welche mit dieser Seite dem Beobachter zugekehrt sind. Die entgegengesetzte Seite so isolirter Plättchen zeigt sich dagegen frei von irgend welchen adhären den anderen Gebilden, auch das gallertige Bindegewebe, an welches diese Fläche grenzt, scheint ihr nicht sehr fest anzuhängen, wenigstens konnte ich solches hier nicht mit Sicherheit wahrnehmen. Doch dürfte an einzelnen Stellen so etwas vorkommen, wenn nämlich, wie mir einige Male begegnet, Capillargefässe auf der Rückenseite isolirter Plättchen liegen geblieben sind.

Den Beschreibungen des Verlaufes der gröberen Nervenfasern, welche *R. Wagner*, *A. Ecker*¹⁾, *H. Müller*²⁾, *Remak* und *Kölliker* gegeben haben, wüsste ich etwas Wesentliches nicht hinzuzufügen. So breite und in 10—20 Aeste ausstrahlende Fasern, wie sie *R. Wagner* im electrischen Organe entdeckte, kommen an den auf meine Weise bereiteten Präparaten nicht vor. Dergleichen finden sich, wie *R. Wagner* richtig angiebt, nur in den bindegewebigen Prismenhüllen und höchstens am Rande der Querplättchen. Dagegen sind dichotomische Theilungen der markhaltigen Primitivfasern häufig zu sehen. Eine auffallend dicke bindegewebige Scheide mit hie und da eingebetteten längsovalen Kernen, wie sie *R. Wagner* schon abbildet, umhüllt die Fasern und findet sich, wenn auch allmählig bedeutend verdünnt, noch vor, wenn die Markscheide im weiteren Verlaufe der Fäserchen allmählig geschwunden ist. Die marklosen Fasern, welche aus den markhaltigen hervorgehen, sind in der That, wie hier deutlich wahrzunehmen, noch mit einer zarten Hülle versehen, an deren innerer Oberfläche auch noch hie und da längsovale Kerne vorkommen, wie *A. Ecker* zuerst beschrieb³⁾. Die Scheide giebt den Fasern eine Resistenz gegen den Einfluss macerirender Flüssigkeiten, welche marklosen Fasern an anderen Orten nicht zukommt, und sind sie deshalb auch viel leichter zu con-

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. I., p. 33.

2) Würzburger Verhandlungen etc. Bd. II., p. 21.

3) l. c. p. 39.

serviren als die marklosen Fasern der retina, des gelben Epithels der crista acustica in den Ampullen des Gehörorganes oder der Centralorgane des Nervensystemes, wo die blassen, einer Markscheide entbehrenden Fasern alle hüllenlos zu sein scheinen, demnach freie Axencylinder darstellen. Zellige Anschwellungen kommen, wie ich mit anderen behaupten muss, nirgends im Verlaufe der Fasern vor. Zu einer Verwechslung mit solchen können Veranlassung geben einmal die in der Scheide dünner; markloser Fäserchen liegenden Kerne, welche, wenn sie die Faser von oben oder unten decken, wie in ihr liegend aussehen, und ferner die Bindegewebszellen, welche gerade zwischen den feinen Nervenfasern ziemlich häufig vorkommen, und mit ihren feinen Fortsätzen über grössere Flächen sich verbreiten, sich mit Nervenfasern kreuzen oder ihnen anliegen, und bei oberflächlicher Betrachtung oft wie in anastomotischer Verbindung mit ihnen zu stehen scheinen. Ein absolut sicheres Unterscheidungsmerkmal zwischen beiden Faserarten giebt es nicht. Es wiederholt sich hier, was an anderen Theilen des Nervensystemes namentlich den Sinnorganen, dem Gehirn und Rückenmarke die Entscheidung über die Bedeutung gewisser Zellen und Fasern so sehr erschwert, ja bisher zum Theil unmöglich gemacht hat. Dennoch ist gerade in den electricischen Organen eine Verwechslung viel weniger möglich als an den angeführten anderen Orten aus dem einfachen Grunde, weil die Nervenfasern wenigstens bis zu ihrer, der unteren Fläche des homogenen Plättchens unmittelbar anliegenden später erst zu beschreibenden Endausbreitung d. h. ungefähr so weit, wie sie von *R. Wagner* auf der bekannten schönen Tafel (l. c. Fig. III.) abgebildet sind, eine Starrheit und Resistenz besitzen, die den Bindegewebszellenausläufern nicht zukommt. Diese Eigenschaft äussert sich z. B. bei Wasserzusatz; nach welchem noch längere Zeit hindurch die Nervenfasern, soweit von ihnen hier die Rede gewesen, mit unveränderten scharfen Contouren sichtbar bleiben, während die Bindegewebszellenausläufer schwinden, die Zellen ihre Sternform verlieren und in rundliche Körper übergehen. Aber auch im ganz frischen Zustande lassen sich beide unterscheiden. Die Nervenfasern zeigen, soweit sich eine bestimmte Breite an denselben überhaupt noch sicher messen lässt, stets vollkommen parallele Contouren, nirgends im Verlaufe findet sich eine Ungleichheit der Dicke, eine Unsicherheit in der Begränzung, eine Andeutung von Varikositäten, während von den Zellenausläufern das Gleiche nicht ausgesagt werden kann. Diese sind in ihrem Verlaufe bald dicker bald dünner, unregelmässige Vorsprünge und Ausbuchtungen, in welchen der körnige Zelleninhalt sich deutlicher angehäuft hat, finden sich oft an ihnen, ihre Verästelungen endlich, welche nicht selten sind,

haben etwas Unbestimmtes an sich, wiederholen sich nicht in so charakteristischem Typus, wie das an den Nervenfasern der Fall ist. Die in Rede stehenden marklosen Nervenfäserchen können aber auch künstlich nicht in variköse Fasern umgewandelt werden. Weder in Chromsäurelösungen verschiedener Concentrationsgrade noch in Lösungen von doppelt chromsaurem Kali, Sublimat, Holzessig zeigen sie nach längerer oder kürzerer Aufbewahrung die Erscheinungen, durch welche die marklosen Fasern der Retina und anderer Sinnesorgane so ausgezeichnet sind, jene in verschiedenen Abständen sich wiederholenden spindelförmigen Anschwellungen, welche man auch an künstlich aus markhaltigen Fasern isolirten Axencylindern unter gewissen Umständen hervorrufen kann¹⁾. Das Fehlen derselben an den marklosen Fäserchen der electricischen Organe giebt mir einen Beweis mehr für die Annahme, dass diese auch in den feineren Zweigen noch eine Scheide besitzen, auch wenn eine solche nicht mehr als deutlich vom Inhalt abstehende Hülle erkannt werden kann.

Eine solche Scheide scheint nun aber an den letzten Endverzweigungen auch zu schwinden, wie wenigstens aus der bis dahin nicht vorhandenen, diesen letzteren allein eigenthümlichen höchsten Zartheit und Vergänglichkeit geschlossen werden kann. *Remak* sah einen Theil dieser Endverzweigungen, doch ist *Kölliker* der erste, welcher dieselben bis in die äusserste Verfeinerung verfolgte. Sie sind nur im frischen Zustande des Organes zu sehen, lösen sich unter Quellungsercheinungen sehr bald nach dem Tode mehr oder weniger vollständig auf, und lassen sich, wie ich mit *Kölliker* behaupten muss, in keiner der bisher gebräuchlichen conservirenden Flüssigkeiten in voller Integrität erhalten. Diese Endverzweigungen bestehen in einem dichten Netz anastomosirender Nervenfädchen, welches in einer ununterbrochenen Schicht die Bauchseite der homogenen Plättchen bedeckt und mit dieser innig verbunden ist²⁾.

In der That ist das von *Kölliker* an dieser Stelle entdeckte und vollkommen naturgemäss beschriebene Nervenetz so fein, dass unsere besten Mikroskope kaum ausreichen, dasselbe mit aller wünschenswerthen Schärfe zu studiren. Nur der höchsten Durchsichtigkeit des Objectes, welches so günstig zum Studium der Nerven-

1) Vergl. in meinem Aufsätze über die Endigung der Hornnerven in *Müller's Archiv* 1858 p. 363.

2) Ich erwähne hier, dass zur Conservation der electricischen Organe behufs späterer mikroskopischer Untersuchungen besonders geeignet sind: Sublimatlösung 1—2 Gran auf die Unze Wasser, Chromsäure $\frac{1}{2}$ —1 Gran, und rectificirter Holzessig zur Hälfte und mehr mit Wasser verdünnt. Holzessigpräparate sind vielleicht die empfehlenswerthesten. Zu berücksichtigen ist dabei, dass recht kleine Stücke in viel Flüssigkeit gelegt werden.

endigung ist wie nur möglich, und dem gänzlichen Mangel störender auf- oder untergelagerter anderer Elemente, vorausgesetzt dass ein Plättchen vollkommen isolirt worden, ist es zu verdanken, dass wir hier im Stande sind eine Nervenverbreitung in situ und ohne künstliche Präparation so weit, als der jetzige Zustand unserer Mikroskope überhaupt erlaubt, zu verfolgen. Dennoch gelingt es auch bei Anwendung guter 400 — 500maliger Vergrösserungen¹⁾ nur mit einer gewissen Anstrengung, die netzförmige Verbindung der Einzelfädchen und den Zusammenhang des Netzes mit den etwas dickeren Nervenfasern, welche alle ausserhalb der Ebene des Netzes, der Bauchseite des Fisches zu liegen, deutlich wahrzunehmen. Nach längerer Vertiefung in den Gegenstand habe ich es dann unternommen, eine Abbildung des Netzes zu entwerfen und zwar der grösseren Deutlichkeit halber etwa drei Mal so gross, als ich es gesehen, also bei 1500maliger Vergrösserung gedacht, und vertraue ich, dass dereinst die Richtigkeit der Zeichnung bestätigt wird. An dieser (Tab. I. fig. 3.) ist das Nervenetz in der Ebene des Papieres gedacht, die eintretenden Nervenfasern ausserhalb derselben, dem Beobachter zugekehrt. Auf die hinter den Nerven liegende homogene Platte ist in der Zeichnung keine Rücksicht genommen. Die an das dargestellte Stückchen Netz herantretende Nervenfaser ist eine marklose, an welcher schon keine vom Inhalte abstehende Scheide mehr wahrzunehmen ist. Dieselbe theilt sich in einen dickeren und einen dünneren Ast, deren jeder weiter sich verästelt in leicht gebogenem Verlaufe der Theilfasern, bis diese endlich mit ihren Endausläufern in das Netz übergehen. An der von *Kölliker* entworfenen Zeichnung eines Abschnittes der Nervenendausbreitung (l. c. Tab. I. fig. 1.), welche ein Bild derselben giebt, wie man sie bei etwa 350facher Vergrösserung sieht, verlaufen die Nervenfasern etwas zu gerade gestreckt und könnte man glauben, dieselben lägen in einer und derselben Ebene mit dem Netze, eine Unterbrechung desselben bildend. Diese Fehler habe ich bei der vorliegenden Zeichnung zu vermeiden gesucht.

Jenseits des Nervennetzes gelangen wir nun auf das mehrerwähnte homogene Plättchen. Da dasselbe ganz durchsichtig und ohne wahrnehmbare feinere Structur ist, so würden Flächenansichten überhaupt keine Andeutung von dem Vorhandensein solcher Membran geben, wenn nicht gewisse in freilich ziemlich grossen Abständen in sie eingebettete kernartige Gebilde auf ein an dem angeführten Orte

1) Ich benutzte ein Instrument von *Beithle* in Wetzlar. Ein anderes von *Schick*, neuester Construction, das ich vergleichen konnte, leistete ziemlich dasselbe.

gelegenes Gewebe hindeuteten. Es sind das die runden gekörnten Kugeln, welche *R. Wagner* a. a. O. in fig. III. B, e und fig. IX. e e' abbildet und Kerne nennt, und die er ganz richtig ins Innere der Membranen verlegt, an oder in denen die Nerven endigen sollen. Die Kerne sind von allen späteren Beobachtern wiedergesehen worden. *Remak*¹⁾ versetzt sie in das Innere von Höhlen, und *Kölliker* bestätigt, dass wenigstens an Sublimatpräparaten lichte Zellenmembranen in einem gewissen Abstände um einen Theil derselben sichtbar seien. Ansehn und Grösse dieser wie ihr gegenseitiger Abstand sind von den letztgenannten Autoren richtig angegeben worden. Dieselben sind kugehrund, im frischen Zustand blass, bei Untersuchung in liquor cerebros spinalis überhaupt nur schwer wahrzunehmen, fast homogen im Innern, mit oft recht deutlichem Kernkörperchen, werden aber in Spiritus, Sublimat, Chromsäure und Holzessig dunkler, feinkörnig, und treten schärfer in der durchsichtig bleibenden Grundsubstanz hervor. Sie sind oft in einem und demselben Plättchen etwas verschieden gross, wie schon *R. Wagner* angab. Ebenso variirt der Abstand der Einzelnen von einander etwas. Einen scharf begrenzten lichten Hof um dieselben habe ich, wie *Kölliker* an Sublimatpräparaten und an solchen, die in Chromsäure oder Holzessig erhärtet waren, in vielen Fällen wahrgenommen, und ist derselbe sicher als Zellenhöhle zu dem Kern zu deuten. Dass die Grenzlinie dieser Höhle im frischen Zustande nicht wahrzunehmen ist, kann wohl nur auf mangelnden Unterschieden in der Lichtbrechung beruhen, die erst nach dem Einlegen in die genannten Flüssigkeiten hervortreten. *Kölliker's* Zweifel, ob wirklich alle die Kerne, die man hier wahrnimmt, im Innern der homogenen Haut liegen, nicht vielmehr einige vielleicht frei auf der Oberfläche derselben, sind offenbar dadurch entstanden, dass unter gewissen Umständen, z. B. bei Maceration in verdünnteren Lösungen conservirender Flüssigkeiten, einige Zellen platzen und der Kern aus der Zellenhöhle herausfällt, oder auch die homogene Membran gerade zu aufgequollen platzt, und die in ihr enthaltenen Zellen oder Kerne entleert. Andererseits können auch die im nicht ganz frischen Zustande kugligen (ursprünglich mit Ausläufern versehenen) Bindegewebszellen des Gallertgewebes zwischen den Plättchen zur Verwechselung mit den Kernen der letzteren Veranlassung geben.

Die Dicke der homogenen Membran ist von *Kölliker* richtig angegeben. Sie misst, wie Falten im frischen Zustande oder Querschnitte an mässig erhärteten nicht zu sehr geschrumpften Präparaten lehren, 0,001 — 0,002''' . Der Durchmesser der

1) l. c. p. 469.

Kerne ist grösser, diese müssen also da, wo sie liegen, Auftreibungen der Membran veranlassen, und in der That sieht man an Falten frischer Präparate wie an Querschnitten erhärteter, dass jeder Kern nach beiden Flächen der Platten, besonders aber nach der freien, dem Nervenetze nicht verbundenen, eine kleine hügelartige Hervorragung bildet¹⁾. Ausser den Kernen oder Zellen scheint der Platte jedes geformte Element abzugehen und die Interzellularsubstanz eine vollkommen homogene zu sein. Doch erkennt man bei aufmerksamer Betrachtung bald dunklere bald hellere Molekularkörnchen in ihr zerstreut, doch nicht in grosser Zahl und auch nicht in bestimmter Anordnung wie etwa in der electrischen Platte von *Malapterurus*, wo solche Körnchen vornehmlich um die Kerne angeläuft liegen. Da die Membran eine gewisse messbare Dicke hat, so könnte man möglicher Weise eine Cuticular- und eine Inhaltssubstanz an derselben unterscheiden. Eine derartige Differenzirung scheint aber nicht vorhanden zu sein. Demnach will ich nicht behaupten, dass die Membran durch die ganze Dicke von durchaus gleicher Consistenz sei, vielmehr spricht Manches für eine weichere ventrale und eine etwas härtere dorsale Schicht, letztere also an der freien dem Nervenetz abgekehrten Oberfläche. Ob beim Zerreißen ein Ausfliessen einer halb oder ganz flüssigen Substanz stattfinde habe ich nicht mit Sicherheit entscheiden können, doch ist es mir manchmal so vorgekommen, als stammte die feinkörnige Masse, die man beim Zerzupfen kleiner Partikelchen der Prismen, wie schon *R. Wagner*²⁾ bemerkte, ausfliessen sieht, aus den homogenen Membranen. Dem gallertigen Bindegewebe wenigstens dürfte sie nicht zugehören. Uebrigens verändern die Kerne oder Zellen dieser Membran ihre Lage bei Druck, Zerrung oder bei Verletzungen der letzteren nicht.

Einen Unterschied in der Consistenz der nach dem Rücken stehenden Oberflächenschicht und der übrigen Plattensubstanz deuten die Erscheinungen bei der Maceration in Wasser an. Nach den ersten 24 Stunden zeigen die Membranen noch keine andere Veränderung, als dass sie ein wenig angequollen sind und das Nervenetz an der Unterseite in eine feinkörnige Schicht umgewandelt ist, in welcher von den ursprünglich vorhanden gewesenen Fäserchen Nichts mehr wahrgenommen werden kann. Bei längerem Verweilen in Wasser löst sich diese Schicht allmählig ganz auf, die Platte wird dünner, die Kerne schwinden, indem sie zum Theil wenigstens in die umgebende Flüssigkeit gerathen, und endlich ist nur noch eine ganz feine

1) Tab. I. fig. I.

2) Ueber den feineren Bau des electrischen Organes im Zitterrochen p. 13.

Haut übrig, welche, wie ich glaube, der dorsalen Oberfläche des Plättchens entspricht. In einem Falle, wo der Maceration in Wasser längere Aufbewahrung bis zur Fäulniss vorausgegangen war, wurde auf den übrig gebliebenen homogenen kernlosen Plättchen eine feine Streifung wahrgenommen, wie sie Fig. 4. Tab. I. bei 300-facher Vergrösserung gezeichnet darstellt. Dieselbe könnte für Faltung genommen werden, wenn nicht die grosse Regelmässigkeit der Linien und das Anastomosiren derselben in bestimmten Zwischenräumen dagegen spräche. In keinem anderen Falle habe ich wieder etwas dem Aehnliches bemerkt und bleibt die Erscheinung unklar. Aehnlich sind die Veränderungen in Essigsäure, in welcher sich auch beim Erwärmen das Plättchen nicht vollständig löst, und in kalter Kalilauge, während in heisser Kali- oder Natronlösung die Platten schnell vollständig schwinden. Dabei erhalten sich dem Präparate beigemischte elastische Fäserchen, aus der bindegewebigen Prismenhülle stammend, vollständig unverändert, wie ich mehrere Male constatirte, so dass an eine Identificirung der Substanz der Platten mit der der elastischen Fasern, wie man aus einer gewissen Resistenz ersterer gegen kalte Kalilauge schliessen könnte, nicht zu denken ist.

Die in Rede stehenden Plättchen haben eine Flächenausdehnung entsprechend dem Querschnitt der Prismen. Wie dieselben an der bindegewebigen Prismenhülle endigen lässt sich an frischen Präparaten schwer entscheiden, da einer vollständigen Isolirung der Plättchen hier grosse Schwierigkeiten im Wege stehen. Leichter gelingt eine solche an Holzessigpräparaten, an denen das Bindegewebe so weich und locker wird, dass die einzelnen Prismen fast spontan auseinander fallen und auch die Plättchen sich ohne grosse Mühe bis zum Rande trennen lassen. Ganz vollständig isoliren sich die letzteren durch Kochen in Wasser, wobei das Bindegewebe sich in Leim auflöst, oder durch 24stündige Maceration in verdünnter Salzsäure 1 pr. M., der die Plättchen, nicht aber die Bindegewebsläute widerstehen, so dass erstere allein zurückbleiben. An solchen kann man leicht constatiren, dass Unterschiede der feineren Structur am Rande und in der Mitte der homogenen Membranen nicht vorhanden sind, und dass die Randbegrenzung eine scharfe, durch keinerlei Besonderheiten ausgezeichnete ist. Mit der Prismenhülle sind sie verklebt, aber von einem allmählichen Uebergang in dieselbe, wie *Kölliker* für wahrscheinlich hält, ist nicht die Rede.

Eine sehr wichtige Frage ist offenbar die nach der Art und Weise des Zusammenhanges der Nervennetze mit den homogenen Membranen. Beide liegen, wie angeführt wurde, unmittelbar aneinander. Das Nervenetz er-

scheint als die untere rauhe Seite des Plättchens, irgend welche Zwischensubstanz zwischen beiden ist nicht wahrnehmbar. *Kölliker*, welcher die Verhältnisse offenbar am genauesten untersucht hat, glaubt sich dahin entscheiden zu müssen, dass die homogene Membran mit dem Nervenetze weiter Nichts gemein habe, als dass sie eine Stütze für dasselbe abgebe, er nennt sie Bindegewebshaut und vergleicht sie den structurlosen Membranen der Drüsen. Nach ihm handelt es sich hier um zwei total verschiedene häutige Ausbreitungen, eine Nervenhaut und eine indifferente Glashaut, beide in Contiguität, aber trennbar und ohne functionelle Verwandtschaft. Beide sollen sich nach *Kölliker* an Chromsäure- und Sublimatpräparaten in grosser Ausdehnung isoliren lassen, sind „miteinander verklebt“, ohne jedoch, soviel ermittelt werden konnte, „irgend eine Verbindung miteinander einzugehen.“

Was das rein Anatomische in der vorliegenden Frage betrifft, so haben zunächst meine Untersuchungen eine Bestätigung der Angaben *Kölliker's* über die leichte Trennbarkeit der beiden von ihm unterschiedenen Membranen nicht geliefert. Wie im frischen Zustande die Nervenetze in der That nur die untere rauhe Seite der homogenen Membran bilden, ohne dass die Möglichkeit vorhanden ist sie von letzterer abzulösen, so finde ich auch an den verschiedensten in Chromsäure und Sublimatlösungen aufbewahrten Präparaten die in diesen Flüssigkeiten von den Nervenetzen übrigbleibende feinkörnige Schicht nirgends, auch nicht auf kleinere Strecken trennbar. Weder im stark gehärteten noch im macerirten Zustande, noch dann, wenn das electrische Organ in conservirenden Flüssigkeiten die Consistenz ungefähr wie im frischen Zustande behalten hat und, wie z. B. bei Anwendung von Sublimat oder verdünnten Holzessigs, oft recht deutliche Spuren der Netze selbst sichtbar geblieben sind, ist mir beim Zerzupfen, Zerreiben, auf Schnitten oder sonst wie eine Trennbarkeit der beiden Schichten jemals deutlich geworden. Die feinen Nervenfädchen reissen bei solchen Präparationen häufig kurz vor der netzförmigen Verbindung an der Unterseite der Septa ab, und sieht man dann die bis ins feinste verzweigten Fasern vollkommen frei aus der Verbindung mit der homogenen Platte gelöst. Doch nie konnte ich an solchen Präparaten von der Nervenmembran *Kölliker's* Stücke mit abgelöst sehen. Wie schon angeführt, fand ich diese vielmehr mehr oder weniger gut erhalten als feinkörnigen Anflug stets in Verbindung mit der homogenen Membran zurückgeblieben¹⁾.

1) *Remak*, welcher die feinsten Nervenfasern an der Unterseite der homogenen Haut schon vor *Kölliker* sah, aber ihre

Doch fragt es sich weiter, ob es nicht möglich sei, bei der erwähnten grossen Verschiedenheit des Nervennetzes und der homogenen Membran im Verhalten gegen Reagentien die vergänglichere untere Schicht durch auflösende Mittel zu zerstören, und auf diese Weise wenigstens die homogene Membran isolirt zu erhalten. Auch eine solche Trennung gelingt aber nur unvollkommen. Nach längerer Maceration in destillirtem Wasser z. B., in welchem die Nervennetze ganz undeutlich werden, bleibt doch an der Unterseite der Septa eine blass feinkörnige Schicht zurück, welche nach den zu beobachtenden Uebergangszuständen nur auf hier noch anliegende Reste des Nervennetzes bezogen werden kann. Ein Gleiches findet bei Anwendung von verdünnter Essigsäure statt. Erst nach tagelanger Einwirkung von Wasser bei vollständiger Fäulniss erhält man aus den electrischen Organen dünne, glashelle Plättchen isolirt, welche Ueberreste der homogenen Haut darstellen. An diesen ist allerdings eine Spur anhängender Nervennetze nicht mehr wahrzunehmen, sie zeigen aber, wie oben beschrieben wurde, auch andere Veränderungen, welche beweisen, dass wir es hier mit den Erscheinungen einer einfachen Isolirung überhaupt nicht zu thun haben.

Nach allem diesem kann ich der Ansicht *Kölliker's* von der Zusammensetzung der Septa aus zwei trennbaren Schichten, welche, wenn auch in inniger Berührung stehend, doch keinerlei Verbindung miteinander eingehen sollen und unter sich durchaus verschieden seien, nicht beipflichten. Und doch, wie soll zwischen einer „Nervenhaut“ und einer „Bindegewebshaut“ ein anderes als ein blosses Contiguitätsverhältniss bestehen? Als Antwort hätten wir wohl zunächst die Frage aufzuwerfen, mit welchem Rechte die homogene Membran, welcher das Nervenetz anliegt, eine Bindegewebshaut genannt worden. Die histiologischen Verhältnisse derselben, wie wir sie eben geschildert haben, die Verbindung einer homogenen Grundsubstanz mit in weiteren Abständen in sie eingebetteten Zellen würde den herrschenden Ansichten gemäss eine Vergleichung mit Bindegewebsgebilden zunächst mit Knorpel rechtfertigen. Aber freilich, wo kommt Knorpel in Form verschwindend

netzförmige Verbindung nicht erkannte, glaubt, der Zusammenhang derselben mit letzterer komme durch andere, senkrecht aufsteigende Fäserchen zu Stande, die an Falten eine feine in dieser Richtung ziehende Streifung erzeugen sollen. Auch ich glaubte früher etwas der Art an erhärteten Präparaten zu erkennen (Sitzungsber. d. nat. Ges. zu Halle, 1857, 29. Nov.). Weitere Beschäftigung mit dem Gegenstande, namentlich die Untersuchung frischer Präparate, an denen, wie schon angeführt, die feinsten Nervenfasern weitaus am besten zu sehen sind, haben mich jedoch von der Unhaltbarkeit dieser Annahme überzeugt, und muss ich jetzt *Kölliker*, der auf Grund seiner Beobachtungen die Existenz sichtharer aufsteigender Fäserchen läugnet, darin vollkommen beistimmen, dass das Netz einfach der Unterseite der homogenen Membran anliegt, wie oben beschrieben worden.

dünnere Membranen vor? Man könnte an die entschieden als bindegewebigen Ursprunges zu betrachtenden Glashäute denken, und in der That vergleichen *R. Wagner* und *Kölliker* die fraglichen Membranen mit den *membranae propriae* der Drüsen. Dabei ist nur zu bemerken, dass in solchen niemals Zellen oder Kerne eingebettet vorkommen, wie sie in charakteristischer Verbreitung sich hier finden.

Ist demnach ein Grund, die fragliche Membran eine Bindegewebshaut zu nennen, aus dem mikroskopischen Verhalten nicht zu entnehmen, so fragt es sich, ob die chemischen Reactionen hierzu Veranlassung geben. *Kölliker's* Angaben in dieser Beziehung sind sehr dürftig. Er meldet nur, dass die Haut gegen Reagentien im Wesentlichen wie die *membranae propriae* der Drüsen sich verhält und sehr schwer zerstörbar ist. Offenbar ist hierdurch ein Beweis der bindegewebigen Natur des fraglichen Gebildes nicht geliefert.

Wäscht man kleingeschnittene Stücke des frischen electrischen Organes wiederholt in destillirtem Wasser aus, indem man sie von Zeit in einem Leinwandbeutel auspresst, so findet man nach Verlauf mehrerer Stunden die homogenen Membranen ziemlich unverändert. Es lässt sich annehmen, dass durch das Auswaschen durchtränkende Eiweiss-Körper, deren man in der That auch im Waschwasser, wenn auch nur in sehr geringer Menge findet, entfernt wurden. Durch Zerzupfen so ausgewaschener Stücke isolirte Membranen färben sich, mit Zucker und Schwefelsäure behandelt, lebhaft rosenroth. Dasselbe tritt ein, wenn man statt des destillirten Wassers oder nach dessen Anwendung mit verdünnter Salzsäure (1 pro Mille) auswäscht. In dieser Flüssigkeit weicht nach und nach alles Bindegewebe so vollständig auf und löst sich, mit Ausnahme der nicht sehr zahlreichen elastischen Fasern, dass nach Verlauf von 24—48 Stunden und öfterem Umschütteln die homogenen Membranen, die auch hier ziemlich unverändert bleiben, sich sämmtlich spontan von einander trennen, und frei in der Flüssigkeit schwimmen. Hatte man vorgängige Maceration in destillirtem Wasser vermieden, so zeigen sich an solchen Plättchen auch die anhängenden Nervenfasern bis in ihre feinsten Verästelungen wohl erhalten, die Scheide derselben hat sich noch deutlicher vom Inhalte abgehoben, und treten die Kerne an der inneren Oberfläche derselben sehr deutlich hervor. Sie verlieren sich schliesslich in einer feinkörnigen Schicht an der Unterseite des Plättchens, die den Ueberrest des Nervennetzes darstellt. Wechselt man die Salzsäuremischung, welche anfänglich ansehnliche Mengen eines dem Muskelfibrin ähnlichen Eiweisskörpers auflöst, so oft bis keine weitere Auflösung mehr stattfindet, so färben

sich die isolirten Plättchen dennoch auch jetzt in Zucker und Schwefelsäure lebhaft roth. Sprechen diese Reactionen für die eiweissartige Natur derselben, so bestätigt sich diese weiter in dem Verhalten derselben gegen kochendes Wasser. Legt man in Solches frische oder sorgfältig ausgewaschene Stückchen des electrischen Organes, so verlieren dieselben augenblicklich ihre Durchsichtigkeit, schrumpfen etwas ein, und werden weiss wie geronnenes Eiweiss. Nach und nach löst sich das Bindegewebe der Prismenwände und die Gallerte, in welcher die Blutgefässe und Nerven im Innern der Prismen verlaufen, so dass die homogenen Membranen endlich allein übrig bleiben, nur noch durch gröbere Nervenstämmchen hie und da in kleinen Abtheilungen zusammenhängend, die aber durch Schütteln und Zerren sehr leicht vollständig zerlegt werden. Durch halbstündiges Kochen können auf solche Weise ansehnliche Stücke des electrischen Organes fast ganz in einzelne Plättchen verwandelt werden. Dieselben erscheinen bei auffallendem Lichte weiss, unter dem Mikroskope zeigen sie sich feinkörnig, nicht bloss von den Resten des Nervennetzes sondern auch in der vorher fast homogenen Substanz, was wohl nur durch die Gerinnung einer eiweissartigen Substanz erklärt werden kann. Von den Nerven sind wieder, wenn die Stücke vorher nicht zu lange in Wasser macerirt waren, auch die marklosen Fäserchen bis in ihre feinsten Verzweigungen sehr deutlich erhalten, nur das Netz ist nicht mehr erkennbar. Stundenlang fortgesetztes Kochen verändert die Plättchen scheinbar gar nicht weiter. Da die angeführten Gerinnungserscheinungen nicht von einer durch Wasser ausziehbaren Eiweisssubstanz herrühren, so muss diese letztere offenbar zu dem Gewebe der homogenen Membranen gehören. Der durch verdünnte Salzsäure ausziehbare Eiweisskörper dürfte auch nicht die alleinige Ursache der angeführten Erscheinung sein, da die salzsaure Lösung beim Kochen nicht gerinnt, die in Salzsäure isolirten glashellen Plättchen dagegen beim Uebergiessen mit Alkohol sich trüben.

Ich führte schon oben an, dass die homogenen Plättchen eine grosse Resistenz gegen die Einwirkung kalter Kalilauge zeigen, in derselben nur ein wenig aufquellen aber sich nicht lösen, dass eine Lösung aber schnell eintritt bei Anwendung höherer Temperaturgrade. Ich behandelte nun eine ansehnliche Quantität mit verdünnter Salzsäure ausgezogener und isolirter Plättchen mit mässig concentrirter Kalilauge bei 50—70 °R. Nach einigen Minuten lösten sich dieselben vollständig auf. Neutralisation mit Essigsäure gab einen starken weissen Niederschlag wie bei gelösten Proteinsubstanzen, welcher im Ueberschuss der Säure beim Erwärmen wieder

aufgelöst wurde. Zusatz von Kaliumeisencyanür brachte von neuem einen ansehnlichen Niederschlag hervor.

Wäre nach diesen Angaben die eiweissartige Natur der homogenen Plättchen der electrischen Organe von *Torpedo* ziemlich wahrscheinlich gemacht, jedenfalls aber ein ferneres Festhalten an der Ansicht *Kölliker's*, dass wir es hier mit einer „Bindegewebshaut“ zu thun haben, nicht geboten, so hätten wir unseren Blick jetzt wohl, wenn es sich um eine weitere Deutung der fraglichen Gebilde handelt, vor Allem auf die electrischen Organe anderer Fische zu werfen und zu fragen, in wie weit uns hier analoge Verhältnisse begegnen.

Nach den in der ersten Abtheilung dieser Beiträge¹⁾ niedergelegten Angaben über *Malapterurus* und *Gymnotus* sowie nach den Untersuchungen über die sogenannten pseudoelectrischen Organe der *Rajae*²⁾ und der *Mormyri*³⁾ finden sich hier überall neben gefäss- und nervenhaltigen Bindegewebshäuten Platten, deren Gewebe aus einer homogenen oder leicht körnigen Grundsubstanz und eingebetteten Zellen oder Kernen besteht, welche Platten wie bei *Malapterurus* und den *Mormyri* (bei ersteren von *Billharz*, bei letzteren von *A. Ecker*) mit aller Schärfe nachgewiesen, bei den anderen sehr wahrscheinlich gemacht werden konnte, eine directe Fortsetzung der Nerven der betreffenden Organe darstellen, und wegen ihrer voraussichtlich wichtigen Beziehung zur electromotorischen Thätigkeit dieser letzteren electrische Platten genannt wurden. Auf Grund der anatomischen Untersuchungen von *R. Wagner* und *Pacini* hatte schon früher *Billharz*⁴⁾, ohne selbst *Torpedo* gesehen zu haben, die homogene mit Kernen durchsetzte Membran mit den electrischen Platten des *Malapterurus* verglichen, und habe ich bald darauf nach Untersuchung von Chromsäure- und Holzessigpräparaten, die ich der Güte des Herrn *Custos Freyer* in Triest verdankte, mich dieser Anschauung vollkommen angeschlossen⁵⁾. In der That bedarf es nach dem Vorstehenden eines weiteren Beweises nicht, dass das Gewebe der homogenen Membran der electrischen Organe von *Torpedo* dem der electrischen Platten bei *Malapterurus* und *Gymnotus* in hohem Grade gleich sehe. Der bedeutende Unterschied, welcher in der Dicke

1) Abhandlungen der naturf. Ges. zu Halle Bd. IV., p. 299.

2) Vergl. meine Abhandlung in *Müller's Archiv* 1858, p. 193.

3) *A. Ecker*, Berichte der naturf. Gesellschaft in Freiburg i. B. 1858. Nr. 28. Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857, p. 29.

4) Das electrische Organ des Zitterwelses, 1858, p. 40.

5) Sitzungsher. der naturf. Ges. in Halle v. J. 1857, p. 17., in den Abhandlungen etc. Bd. IV.

dieser Platten obwaltet, dahingehend, dass dieselbe bei *Gymnotus* im Durchschnitt 0,025 P.L., bei *Malapterurus* 0,015, bei *Torpedo* dagegen nur höchstens 0,002''' beträgt, ist sicherlich auf die Function nicht ohne Einfluss, kann aber gegen die Analogie im Allgemeinen nicht sprechen, ebensowenig wohl der Umstand, dass bei den erstgenannten beiden Fischen in der Grundsubstanz der electrischen Platten nur Kerne bei *Torpedo* dagegen zum Theil wenigstens wirkliche Zellen liegen. Abgesehen davon, dass die Zellmembranen bei *Torpedo* eben auch nicht durchweg nachzuweisen und überall so blass sind, dass man eine beginnende Verschmelzung mit der Intercellularsubstanz annehmen könnte und dass ferner auf diesen Unterschied ein grosses Gewicht deshalb nicht gelegt werden darf, weil doch sicherlich auch bei den Zitterwelsen und Zitterraalen die Kerne in den electrischen Platten früher einmal Zellen angehört haben, welche distincte Wandungen oder doch mindestens scharfe Abgrenzung nach Aussen besaßen, und es sich hier also nur um einen Unterschied in der Persistenz früher überall vorhanden gewesener Zustände handelt: so zeigt sich, wenn wir ferner die sogenannten pseudoelectrischen Organe zur Vergleichung mit heranziehen, in den den electrischen Platten entsprechenden Gebilden des Schwanzorganes von *Raja* ein ganz ähnliches Verhalten wie bei *Torpedo*. Auch hier sind die eingesprengten Kerne noch von Zellmembranen umgeben, wie *Leydig*¹⁾ und ich nachwies. Ich habe schon in der ersten Abtheilung dieser Untersuchungen darauf aufmerksam gemacht, dass die Zellen oder Kerne in den electrischen Platten vorzugsweise wohl nur eine embryonale Bedeutung haben²⁾, indem von ihnen voraussichtlich die Bildung der Grundsubstanz ausgeht, welche als das Wesentlichere an den Platten angesehen werden muss, weil, wie bei *Malapterurus* und *Mormyrus* zu sehen, die Nervenfasern in ihr endigen. Sie ist es, welche die plattenförmige Ausbreitung der Axencylinder der Nerven darstellt. In Rücksicht auch hierauf würde somit die angedeutete Verschiedenheit der histiologischen Verhältnisse der in Rede stehenden Platten bei *Torpedo*, *Malapterurus* und *Gymnotus* nur von untergeordneter Bedeutung erscheinen.

Viel wichtiger dürfte, wie ich hier beiläufig anführen will, die Eigenthümlichkeit sein, welche die pseudoelectrischen Platten vor den echt electrischen aus-

1) *Müller's Archiv* 1864, p. 314.

2) Leider wurde mir während meines Aufenthaltes in Triest Ende August und Anfang September das Glück nicht zu Theil, Embryonen von *Torpedo* zu finden, und habe ich Beobachtungen über die Entwicklung der histiologischen Verhältnisse der electrischen Organe, über die früher *Ecker* schon interessante Mittheilungen machte (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie* Bd. I., p. 38), bisher nicht anstellen können.

zeichnet, und die Grundsubstanz derselben betrifft. Diese ist bei den ersteren deutlich lamellös geschichtet, während sich bei den letzteren von solcher Schichtung keine Spur zeigt. Für das Schwanzorgan der Raja, von welchem die eigenthümliche an Querstreifung der Muskelfasern erinnernde Streifung eines Theiles der von mir als Nervenendplatten aufgefassten Gebilde (Schwammkörper *Kölliker*) lange bekannt war, habe ich die Zusammensetzung aus trennbaren Lamellen nachgewiesen, und bei den Mormyri haben *A. Ecker* sowie *Kupfer* und *Keferstein*¹⁾ eine feine Strichelung der Nervenplatten zuerst bemerkt, welche ich auf denselben Grund zurückführe wie bei Raja. Neuerdings behauptet *A. Ecker*²⁾ an einzelnen Stellen dieser Platten bei *Mormyrus labiatus* förmliche quergestreifte Muskelsubstanz in inniger Verbindung mit und als Theil der Nervenplatte gefunden zu haben. Zwar habe ich die angeführte Species von *Mormyrus* nicht selbst untersuchen können, doch bin ich überzeugt, dass es sich auch hier nur um die allgemein verbreitete Schichtung der Platten, nicht aber um das Hinzutreten wirklicher Muskelsubstanz als Ursache der Streifung handele. Dabei bin ich weit entfernt läugnen zu wollen, dass in der Streifung nicht eine gewisse tiefere Uebereinstimmung mit dem Muskelgewebe angedeutet sei, sie betrifft aber die Nervenendplatte sämmtlicher pseudoelectrischer Organe. Für die Erklärung der auffallenden Erscheinung, dass diese Organe 'gar nicht oder nur schwach electromotorisch wirksam sind, wie wenigstens für Raja erwiesen scheint, dürfte eine genauere Berücksichtigung der erwähnten Structurverhältnisse von Bedeutung werden. Jedenfalls existirt in der Schichtung ein bisher vergeblich gesuchter durchgreifender Unterschied in der Bildung der pseudoelectrischen und der echten electrischen Platten.

Erscheint nach den bisherigen Erörterungen der Ausspruch hinreichend vorbereitet, dass die homogenen Membranen der electrischen Organe von *Torpedo* den electrischen Platten von *Malapterurus* und *Gymnotus* an die Seite zu stellen seien, so dürfen wir uns doch nicht verhehlen, dass der definitiven Entscheidung für diese Ansicht noch ein Hinderniss im Wege steht, ich meine den Mangel des Nachweises eines directen Ueberganges der Nervennetze in diese Membran. Was bei *Malapterurus* so leicht zu sehen ist, dass die Nervenfasern in ihrer marklosen Endanschwellung den Anfang der electrischen Platte selbst bildet, dass die letztere ein plattenförmiges Nervengebilde darstellt, das konnte hier nach den obigen Mit-

1) Zeitschrift für rationelle Medicin 1858, Bd. III., Taf. VII., fig. XII. u. XIII.; Separatabdruck p. 10.

2) Berichte der naturf. Ges. in Freiburg i. B. No. 28, 1858, p. 474; Tab. XII., fig. 1. u. 2.

theilungen nicht demonstriert werden. Das Nervenetz hängt aufs innigste mit der homogenen Membran zusammen, beide lassen sich nicht von einander lösen, aber da unsere Mikroskope kaum ausreichen die Einzelfäserchen des Netzes überhaupt zu erkennen, so konnte über ihre etwaige directe Fortsetzung in die ihnen ganz eng anliegende Platte eine genügende Anschauung nicht gewonnen werden. Ich kam auch jetzt, nachdem die ausführlich durchgeführte vergleichende Darstellung der verschiedenen electrischen Organe in hohem Grade wahrscheinlich gemacht hat, dass die homogenen Membranen des Zitterrochenorganes das Analogon der electrischen Platten anderer electrischer Organe darstellen, nur wiederholen, dass ein strenger anatomischer Beweis für diese Ansicht sich nicht führen lässt. Alles spricht, wie ich glaube, für die Richtigkeit derselben, an den entscheidenden Punkt reichen aber die besten Vergrößerungen unserer Mikroskope nicht heran. Wie der Fortschritt in der Erkenntniss der feinsten Nervenenden, welcher in den Untersuchungen von *Kölliker* gegen die früheren von *R. Wagner* liegt, nur durch bessere Mikroskope möglich war, so steht zu erwarten, dass die jetzt noch gebliebene Lücke auch dereinst mit noch besseren Untersuchungsmitteln werde ausgefüllt werden. Immerhin glaube ich auf den Beifall der Fachgenossen rechnen zu dürfen, wenn ich, so wie die Sache jetzt liegt, der homogenen Membran den Namen electrische Platte beilege¹⁾, und sie nach dem Vorbilde der Verhältnisse bei *Malapterurus* als den wirksamsten Theil der electrischen Organe betrachte.

Kurzgefasst beständen demnach die Prismen der electrischen Organe von *Torpedo* ganz analog den entsprechenden Theilen anderer electrischer Fische aus abwechselnden Lagen von Bindegewebe und electrischen Platten. Ersteres hat mit Ausschluss der fibrösen primären Scheidewände durch und durch den Charakter des gallertigen Bindegewebes und enthält Blutgefässe und Nerven, letztere, die electrischen Platten, nehmen die Nerven von der Bauchseite, der im Momente des Schlages negativen, in sich auf und bilden diese vor ihrem Uebergange in die Platte ein feines, in einer Horizontalebene der Unterseite derselben anliegendes Netz. Was man Septa der Prismen genannt hat, das sind die electrischen Platten

1) Wenn ich hier anführe, dass bereits *H. Munck* sich in diesem Sinne ausgesprochen hat (Nachrichten von d. Königl. Ges. der Wissenschaften zu Göttingen Fehr. 1858 Nr. 1, p.6) so kann ich nicht unterlassen zu bemerken, dass dies erst nach der Publikation meiner hierauf bezüglichen sehr bestimmten Angaben geschehen ist. Auf eine Beleuchtung dessen, was *Munck* Specielles über den Bau dieser electrischen Platten vorbringt, bin ich nicht eingegangen, da der genannte Forscher bei Untersuchung frischer Exemplare sich leicht von der Unhaltbarkeit seiner Ansichten überzeugen wird.

mit den ihnen anhängenden feinsten Nervenausbreitungen, die Zwischenräume zwischen ihnen werden durch das Gallertgewebe als Träger der Nerven und Gefässe gebildet. Letztere liegen also nebeneinander in derselben Grundmasse eingeschlossen, doch so, dass nur neben den größeren Nervenfasern, nicht aber in der Ebene der feinsten Endausstrahlungen und des Nervennetzes Gefässe vorkommen.

Die Uebereinstimmung, welche hiernach in dem feineren Baue sämtlicher electrischer Organe herrscht, ist denn also, ganz abweichend von den noch kürzlich von *Kölliker*¹⁾ angestellten Betrachtungen, in der That sehr gross. Wie die Forschungen auf dem Gebiete der vergleichenden Histologie neuerdings so oft nachgewiesen haben, dass, wo es sich um gleiche Functionen handelt auch bei den verschiedensten Thieren, und wenn die äusseren Formen der Organe noch so mannigfache Abweichungen zeigen, doch wesentlich gleiche Verhältnisse im feineren Baue vorhanden sind, so hat sich auch hier wieder ein glänzendes Zeugniß dafür herausgestellt, dass die Natur zu gleichen Erfolgen auch der gleichen Mittel sich bedient. Auf wie verschiedene anatomische Voraussetzungen sind Theorieen der electrischen Organe basirt worden, und wie klar und einfach lauten jetzt nach genauer Erforschung der histologischen Verhältnisse die Daten, von welchen aus die electromotorische Thätigkeit dieser Organe zu erklären sein wird. Platten homogener Nervensubstanz, eine jede an einer Seite mit in sie eintretenden Nervenfasern in Verbindung, an der anderen Seite frei, an indifferentes Gallertgewebe stossend, sind zu vielen Hunderten oder Tausenden in gleichem Sinne über einander geschichtet. Es sind Platten mit ungleichen Oberflächen, bei allen drei electrischen Fischen mit der Nervenseite nach den im Momente des Schlages negativen mit der freien Seite nach den positiven Theilen gewendet. Das sind die Punkte, welche der Anatom dem Physiologen an die Hand giebt, und welche die Basis zu einer befriedigenden Theorie der electrischen Organe abzugeben versprechen.

1) Untersuch. zur vergl. Gewebelehre in den Würzburger Verhandl. 1856, Separatabdruck p. 23.

Ergebnisse einiger die electrischen Organe von Torpedo und das Schwanzorgan von Raja betreffender chemischer Untersuchungen.

Die electrischen Organe lebender Zitterrochen reagiren deutlich sauer. Trocknes blaues Lackmuspapier, auf eine frische Schnittfläche der Organe gedrückt, färbt sich ausnahmslos roth. Die Farbenveränderung tritt auch beim Auflegen ausgeschnittener Stückchen ein und zeigt sich ebenfalls bei Organen bereits abgestorbener Fische, denen durch Reizung des electrischen Lappens des Hirns kein electrischer Schlag mehr entlockt werden kann. Drückt man Stücke des sehr saftigen Organes zwischen den Fingern oder in einem Leinwandsäckchen aus, so giebt die abtropfende Flüssigkeit dieselbe Reaction. Diese Flüssigkeit in einem Uhrgläschen gesammelt, gerinnt wenigstens innerhalb der ersten Stunde nicht. Auch zeigten die electrischen Organe unverletzter Fische zu einer Zeit, wo die Muskeln in Todtenstarre lagen, so viel ich beobachten konnte, keine Veränderung im Vergleich mit den Organen lebender Thiere.

Wäscht man klein geschnittene frische electrische Organe mit destillirtem Wasser aus, so erhält man eine fast farblose, von wenig beigemischtem Blute kaum röthlich gefärbte, trübe, starkschäumende, dickliche, doch nicht fadenziehende Flüssigkeit von deutlich saurer Reaction. Dieselbe trübt sich beim Kochen ein wenig mehr, und filtrirt sich sehr schwer ihrer annähernd schleimigen Beschaffenheit wegen. Essigsäure zu dem frischen, kalten Extract gesetzt bringt einen sehr starken, im Ueberschuss der Säure nicht löslichen Niederschlag hervor. Derselbe hat beim ersten Entstehen zum Theil etwas Fadiges, sammelt sich dann aber zu einer kleinflockigen, nach und nach stark zusammensinkenden Masse an, über welcher die Flüssigkeit vollkommen klar stehen bleibt. Er löst sich leicht in dünner, nicht in concentrirter Kalilauge, und wird aus der Lösung durch Essigsäure von Neuem ausgeschieden. In Salzsäure gelöst wird er durch Kaliumeisencyanür nicht gefällt. Der Niederschlag deutet sonach auf einen sehr ansehnlichen Gehalt der electrischen Organe an Schleim, wie solcher in den grossen Mengen gallertigen Bindegewebes (Schleimgewebes) zu vermuthen war. Die gesäuerte, von dem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit trübt sich beim Kochen oder bei Zusatz von Kaliumeisencyanür nur wenig, enthält also nur Spuren von Eiweiss, dagegen bringt Gerbsäure noch einen ansehnlichen in der Wärme sich zusammenballenden Niederschlag hervor. Setzt man Gerbsäure zu dem frischen Extract, so fällt dieselbe ausser dem eben bezeichneten nicht näher zu bestimmenden Körper gleichzeitig allen

Schleim aus, und dürfte diese Substanz die passendste sein, schnell die leicht zersetzbaren organischen Stoffe aus dem Extract zu entfernen. Die von dem durch Gerbsäure entstandenen Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit, im Wasserbade stark eingeeengt, hält sich Wochen und Monate ohne zu faulen oder ihren Geruch zu verändern. Ich bereitete mir eine solche aus dem wässrigen Extract der electrischen Organe von 5 mittelgrossen Zitterrochen. Die Organe wurden sorgfältig von der Haut und etwa anhängenden muskulösen Elementen gereinigt, mit destillirtem Wasser abgewaschen, dann mit der Scheere möglichst klein geschnitten und in einzelnen Portionen unter wiederholtem Auspressen in einem Leinwandbeutel möglichst vollständig mit Wasser ausgezogen. Nach dem Füllen mit Essigsäure und dann mit Gerbsäure wurde die ansehnliche Quantität wässriger Flüssigkeit im Wasserbade bis zu dem Volum von etwa 2 Unzen Wasser eingedampft, heiss filtrirt, und in einem wohlverschlossenen Glase aufbewahrt bis zur weiteren Untersuchung, welche ich nach Verlauf einiger Wochen im Laboratorium des Herrn Professor *Heintz*, der mich mit Rath und That freundlichst unterstützte, vornahm.

Die bräunliche Flüssigkeit, welche den eigenthümlichen fischigen Geruch, den sie schon beim Abdampfen zeigte, unverändert behalten hatte, war getrübt durch einen nicht sehr bedeutenden, theils feinkörnig amorphen theils krystallinischen Niederschlag, der abfiltrirt wurde und sich als fast ausschliesslich aus phosphorsaurem Kalk bestehend herausstellte. Magnesia wurde nicht aufgefunden, ebensowenig Harnsäure und Hypoxanthin. Um aus dem Filtrate die in demselben enthaltene überschüssige Gerbsäure zu entfernen wurde mit neutralem essigsaurem Bleioxyd gefällt und das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff gefällt. Die jetzt ganz farblos gewordene Flüssigkeit, zur Syrupconsistenz im Wasserbade eingedampft, setzte eine ansehnliche Menge farbloser octaëdrischer Krystalle ab, die durch Behandeln des Syrupes mit heissem Alkohol abgeschieden wurden und sich als Kochsalzkrystalle erwiesen. Mit ihnen blieb jedoch auch ein Theil des Syrupes ungelöst zurück. Um denselben löslich zu machen, vorzugsweise aber um in demselben oder zwischen den octaëdrischen Krystallen etwa enthaltenes Kreatin in Kreatinin umzuwandeln, wurde der ganze Rückstand mit wenig concentrirter Salzsäure übergossen und im Wasserbade so lange behandelt, bis alle Salzsäure wieder verjagt war. Auf Zusatz von Alkohol bleiben die Krystalle ganz rein zurück, der vorher in Alkohol unlösliche Syrup war löslich geworden. Die Krystalle zeigen sich als fast reines Kochsalz, sie werden beim Glühen kaum geschwärzt. Von Kali ist keine Spur vorhanden, Schwefelsäure nur in äusserst geringer Menge.

Die von dem Kochsalz abfiltrirte alkoholische Lösung des mit Salzsäure behandelten Syrupes hat nach 24stündigem Stehen eine geringe Menge von Krystallen abgesetzt, die am Boden und den Wänden des Gefässes dünn gesüet ansitzen. Es sind in Wasser lösliche, rhombische, ziemlich dicke Täfelchen, wahrscheinlich Taurin. Um sie womöglich in grösserer Menge zu erhalten wurde im Wasserbade eingedampft, doch setzten sich nach längerem Stehen nur Kochsalzkrystalle in Würfelform ab, und musste auf eine nähere Untersuchung erst erwähnter Krystalle der geringen Menge derselben wegen verzichtet werden. Zusatz von alkoholischer Chlorzinklösung zu der übrigen wieder etwas verdünnten Flüssigkeit giebt eine starke milchige Trübung (im Ueberschusse von Chlorzink löslich!), aus der sich allmählig ein Syrup absetzt, der sich wieder später zum Theil in Drusen spiessiger Krystalle verwandelt. Nach 14tägigem Stehen untersucht, finden sich dieselben alle in Wasser leicht löslich — können also kein Chlorzinkkreatinin sein. Wir kommen auf die eigenthümliche Substanz später zurück.

Der alkoholische Auszug des eingedampften Wasserextractes wurde für sich von Neuem eingedampft. Hatte schon die octaëdrische Form der früher gewonnenen Kochsalzkrystalle auf einen möglichen Gehalt von Harnstoff hingewiesen, so erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit von dessen Anwesenheit, als die Flüssigkeit zur Krystallisation eingedampft worden war. Eine Probe mit Salpetersäure und eine andere mit Oxalsäure erhoben denn auch zur Gewissheit, dass eine sehr ansehnliche Menge Harnstoffs in der Lösung enthalten war. Um denselben abzuscheiden wurde mit concentrirter Oxalsäurelösung versetzt, erhitzt, der nach längerem Stehen auskrystallisirte oxalsäure Harnstoff gesammelt, die Mutterlauge noch einmal zur Krystallisation gebracht, und so die ganze Menge des Harnstoffes erhalten. Die Krystalle sind nach Behandlung der Lösung mit Thierkohle und Umkrystallisiren vollkommen farblos, doch mit anderen Krystallen gemischt, die als oxalsaures Ammoniak erkannt wurden. Durch Zersetzung mit frisch bereitetem kohlensaurem Kalk und etwas Kalkmilch konnte der Harnstoff rein erhalten werden in einer Quantität von etwa $1\frac{1}{2}$ Grammes.

Die Flüssigkeit, aus welcher der oxalsäure Harnstoff erhalten worden, wird nach Abscheidung der überschüssigen Oxalsäure zur Syrupconsistenz eingedampft. Krystalle scheiden sich auch nach längerem Stehen nicht ab. Beim Uebergiessen des Syrupes mit heissem Alkohol bleibt ein Theil desselben ungelöst zurück. Um aus diesem letzteren etwa krystallisirbare Substanzen noch abzuscheiden wurde derselbe in wenig Wasser gelöst und Alkohol zugesetzt bis zu beginnender Trübung.

Nach längerem Stehen hatte sich ein bräunlicher Syrup aber Nichts von Krystallen abgeschieden. Auf eine weitere Untersuchung wurde bei der geringen Menge desselben verzichtet.

Die alkoholische Lösung, in welcher bei vorläufiger Prüfung Kreatinin und ein anderer durch Chlorzink fällbarer aber im Ueberschuss desselben wie in Wasser leicht löslicher Körper gefunden worden, wurde mit sehr wenig Chlorzinklösung bis zu beginnender milchiger Trübung versetzt. Nach einigen Stunden hatten sich krystallinische Kugeln abgesetzt, welche schwer löslich in Wasser durch Abwaschen gereinigt und gesammelt wurden. Sie erwiesen sich bei genauer Untersuchung als Chlorzink-Kreatinin, aus welchem Kreatinin durch Digestion mit Bleioxydhydrat rein erhalten werden konnte. Neues Zusetzen von Chlorzink zu der Mutterlauge bringt wieder eine starke Trübung hervor, die sich aber nicht in Krystallen sondern als Syrup absetzt, der in Wasser leicht löslich ist, beim Eindampfen aus der wässrigen Lösung noch einige schwer lösliche Krystallkugeln von Chlorzink-Kreatinin absetzt, und endlich unter stetem Umrühren des steifen Syrupes zu einer kleinkrystallinischen Masse gesteht, welche bei Zusatz weniger Tropfen Wassers mit Hinterlassung noch einiger Chlorzink-Kreatininkugeln sich wieder auflöst. Abdampfen über Schwefelsäure hat denselben Erfolg, doch wird die Krystallmasse nicht hart, sondern bleibt, wie durch ein syrupiges Bindemittel zusammengehalten, breiig. Die in Wasser leicht löslichen kleinen Krystalle erinnern sehr an die Formen des milchsauren Zinkoxydes.

In der von dem Syrup abgossenen alkoholischen Lösung bringt Zusatz von absolutem Alkohol eine starke Trübung hervor, die sich nach Verlauf von 24 Stunden in Form farbloser Krystalldrusen abgesetzt hat. Die Krystalle sind in Wasser leicht löslich und von derselben Form wie die beim Eindampfen des Syrupes erhaltenen. Neuer Zusatz von Alkohol nach vorgängigem Einengen der Lösung im Wasserbade bringt auch neue Niederschläge hervor, theils syrupig theils krystallinisch, die alle nach dem Abspülen mit Alkohol gesammelt werden und sich in Wasser leicht löslich zeigen. Bei wiederholtem Umkrystallisiren und neuen Fällungen aus der wässrigen Lösung mittelst Alkohol werden noch einige Krystalle von Chlorzink-Kreatinin erhalten und gelingt es auch einigermaassen den Syrup von den anderen in Wasser leicht löslichen Krystallen zu trennen. Beide Substanzen enthalten Chlor und Zinkoxyd neben einer organischen Substanz.

Die Krystalle welche, wie angeführt, an die des milchsauren Zinkoxydes erinnern, werden in wässriger Lösung mit Bleioxydhydrat digerirt. Da die zurückblei-

bende organische Substanz zwar kein Zink mehr aber viel Kalk und Chlor enthält, so wird zunächst der Kalk mit Oxalsäure ausgefällt, Ammoniak bis zur alkalischen Reaction zugesetzt und nach neuem Ansäuern mittelst Oxalsäure und Filtriren nochmals mit Bleioxydhydrat digerirt, und im Wasserbade zur Trockne eingedampft. So gelingt es den Kalk und das Chlor abzuschneiden, worauf denn nach dem Ausziehen mit Wasser und Eindampfen in dem zurückbleibenden Syrup Krystallisation nicht mehr eintritt. Der in wenig Wasser gelöste Syrup wird durch Zusatz von viel absolutem Alkohol nicht getrübt. Es setzen sich auch nach 24stündigem Stehen keine Krystalle ab. Dagegen zeigt sich jetzt ein ansehnlicher Gehalt an Bleioxyd, welches mit Schwefelwasserstoff abgeschieden wird. Die übrigbleibende organische Substanz stellt, zur Trockne verdampft, einen stark sauer reagirenden Syrup dar. Aus demselben nimmt Aether wiederholt in kleinen Portionen zugesetzt eine Säure auf, die nach dem Verdunsten des ersteren als eine farblose syrupige Flüssigkeit zurückbleibt (Milchsäure?). Nach der Verbindung derselben mit Kalk wird im Wasserbade dann über Schwefelsäure langsam eingedampft, um das Kalksalz zur Krystallisation zu bringen, was jedoch auch bei wiederholten Versuchen nicht gelingt; es bleibt eine steifsyrupige Masse zurück ohne Spur von Krystallen. Da die Menge derselben zu gering war, um noch andere Salze mit Vorthail darstellen zu können, musste die sonst wohl gerechtfertigte Annahme, dass wir es hier mit Milchsäure zu thun hatten, unentschieden bleiben.

Der Syrup ferner, welcher zusammen mit den dem milchsauren Zinkoxyd ähnlichen Krystallen nach dem Zusatz von Chlorzink und absolutem Alkohol aus der Mutterlauge des Harnstoffes erhalten worden, und neben einer organischen Substanz Zink, Chlor und Kalk enthält, wurde wie früher die Lösung der Krystalle durch Digestion mit Bleioxydhydrat, dann durch Zusatz von Oxalsäure und nochmalige Behandlung mit Bleioxydhydrat, endlich durch Ausscheiden einer geringen Menge gelösten Bleioxydes vermittelt Schwefelwasserstoff von den anorganischen Substanzen gereinigt. Nach dem Eindampfen der wässrigen Lösung wird eine fast farblose krystallinische, an der Luft zerfliessende Masse erhalten, welche beim Verbrennen nur noch Spuren von Asche hinterlässt. Die Krystalle sind langspiessig, denen des Harnstoffes nicht unähnlich, die Proben mit Salpetersäure und Oxalsäure ergeben aber die vollständige Abwesenheit dieses Körpers. Sie zeigen sich in absolutem Alkohol wenn auch viel schwerer als in Wasser löslich, und werden durch Zusatz von viel Aether aus der alkoholischen Lösung als Syrup abgeschieden, treten aber durch Abdampfen der wässrigen Lösung des letzteren von Neuem in der ursprünglichen Form

und den angeführten Eigenschaften wieder auf. Die wässrige Lösung derselben reagirt neutral. Basisches und neutrales essigsaures Bleioxyd geben in derselben keine Niederschläge.

Soviel über diesen anscheinend neuen Körper, der in zu geringer Menge zu Gebote stand, als dass eine genauere Untersuchung desselben möglich gewesen wäre.

So spärlich im Allgemeinen auch vorstehende Andeutungen über die in dem Wasserextract der electrischen Organe von *Torpedo* enthaltenen Substanzen sind, so habe ich doch nicht angestanden dieselben mitzuthemen, da sie den Nachweis einiger schon in anderen thierischen Geweben aufgefunder interessanter Körper enthalten, und in Betreff der noch zweifelhaften Substanzen anregend und leitend für künftige Forscher sein möchten. Was speciell den Harnstoff betrifft, dessen Vorkommen allein schon, namentlich aber in Ansehung der grossen Menge, in der er aufgefunden worden, ein auffallender zu nennen ist, so haben wir hier vor allen Dingen daran zu erinnern, dass vor Kurzem *Frerichs* und *Städeler* denselben in dem Spiritusextract verschiedener Organe von Haifischen und Rochen nachgewiesen haben¹⁾. Der Harnstoff scheint nach diesem ein ganz wesentlicher Bestandtheil des Blutes und des Parenchymsaftes wahrscheinlich aller Organe der Plagiostomen zu sein, ein gewiss höchst beachtenswerthes und sonderbares Factum, da bei keinem anderen Thiere auch nicht bei anderen Seefischen bisher etwas Aehnliches beobachtet worden.

Durch den Nachweis bedeutender Mengen von Harnstoff im Körper der Haifische und nicht electrischen Rochen wird es natürlich mehr als zweifelhaft, ob dieser Körper in den electrischen Organen in irgend eine Beziehung zu ihrer specifischen Function und dem ihnen eigenthümlichen Stoffwechsel zu bringen sei. Es könnte an eine solche Beziehung nur in dem Falle gedacht werden, wenn in den electrischen Organen auch der *Malapterurus* und *Gymnotus* Harnstoff in erheblicher Menge gefunden würde. Untersuchungen nach dieser Richtung sind bisher nicht angestellt worden. Der eigenthümlich ammoniakalische Geruch, den Rochen und Haie bald nach dem Tode verbreiten, und der sicher von der schnellen Zersetzung des Harnstoffes herrührt, fehlt, wie *du Bois Reymond* und ich beobachteten, an den Organen des Zitterwelses, in denen eine schnelle Entmischung nach dem Tode wenigstens bei kühler Temperatur überhaupt nicht vorkommt, da nach *du Bois Reymond's* Mittheilungen eine eigenthümliche secundär-electromotorische Thä-

1) Journal für practische Chemie 1858, Bd. 73, p. 48.

tigkeit noch viele Tage nach dem Tode der Thiere in denselben hervorzurufen ist¹⁾.

Es wird die Frage aufzuwerfen sein, in welche Beziehung der Harnstoff bei den Plagiostomen zu dem Kreatin namentlich in den Muskeln tritt. *Frerichs* und *Stüddeler* vermissten Kreatin bei *Raja batis* und *clavata* sowie bei *Scyllium canicula*, auch im Fleische des Herzens, wie sie besonders anführen, während von denselben Beobachtern in den Muskeln von *Spinax acanthias* neben viel Harnstoff auch Kreatin gefunden wurde. In den electrischen Organen habe ich solches nicht nachweisen können; doch würde noch eine andere Methode der Untersuchung anzuwenden sein. Kreatinin dagegen fand sich in erheblicher Menge, doch vielleicht zum Theil wenigstens erst während der Analyse aus dem Kreatin entstanden. Bei einer Wiederholung der chemischen Untersuchungen wird auch auf den neuen zuckerartigen Körper, den *Frerichs* und *Stüddeler* bei den Plagiostomen fanden, den *Scyllit*, Rücksicht genommen werden müssen, was von mir nicht geschehen konnte, da ich zu spät die bezüglichlichen Mittheilungen der genannten Forscher kennen lernte. Auch auf Taurin, das in nicht unbedeutender Menge vorhanden zu sein scheint, wäre genauer zu prüfen.

Matteucci, welcher einige Angaben über die chemische Zusammensetzung der electrischen Organe von *Torpedo* veröffentlichte²⁾, führt an, Milchsäure gefunden zu haben. In der That scheint dieselbe vorhanden zu sein, und dürfte die Ursache der im frischen Zustande stark sauern Reaction der Organe sein. Doch konnte ich, wie oben angeführt ist, die charakteristischen Krystalle des milchsauren Kalkes nicht erhalten, und bleibt der definitive Beweis von der Anwesenheit dieser Säure noch zu führen.

In Betreff der Salze endlich muss die bedeutende Menge phosphorsauren Kalkes auffallen, welche das Organ enthält, und dass neben der ansehnlichen Quantität Kochsalz keine Spur von Kali gefunden wurde. Auch schwefelsaure Salze treten ganz zurück.

Wenden wir uns jetzt der Betrachtung der chemischen Verhältnisse der festen, in Wasser nicht löslichen Bestandtheile der electrischen Organe von *Torpedo* zu, so

1) Monatsbericht d. Academie zu Berlin 1858 Januar, p. 106, und mündliche Mittheilungen.

2) *Frerichs's* Notizen 1838 Bd. V, p. 215.

Die Substanzen, welche *Matteucci* als von ihm in den electrischen Organen von *Torpedo* aufgefunden namhaft macht, sind salzsaures Natron, milchsaures Kali, Milchsäure, Fleischextract, Phoscein (einer dem Elain des Hirns analogen fetten Substanz) und eine andere fette Substanz, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest ist; ferner Eiweissstoff und einige Spuren von Gelatina.

miissen wir auf die obigen histiologischen Angaben und die ihnen beigefügten chemischen Notizen zurückgehen. Das Gerüste der Organe bildet leimgebendes Bindegewebe in den primären Scheidewänden, und Schleimgewebe in den secundären. Durch Kochen in Wasser wird ersteres bis auf die beigemischten elastischen Fasern aufgelöst, aber auch letzteres zerfällt durch diese Operation, so dass, wie angeführt wurde, die electrischen Platten mit ihren Nerven und die Capillargefässe zwischen ihnen isolirt übrig bleiben.

Von grossem Interesse musste es sein, die Natur des Eiweisskörpers genauer kennen zu lernen, welcher nach dem Auswaschen mit Wasser nachweislich in den electrischen Organen noch zurückbleibt, und seinen Sitz wahrscheinlich vorzugsweise in den electrischen Platten hat. Die zur Untersuchung fester oder geformter Eiweisskörper zu Gebote stehenden Mittel sind dürftig und beschränken sich fast nur auf die Anwendung einiger Lösungsmittel. Von diesen wurde die von *Liebig* zur Auflösung des Muskelfibrins empfohlene verdünnte Salzsäure (1 pr. M.) zuerst angewandt. In der That entzieht dieselbe sorgfältig mit Wasser ausgewaschenen Stücken der electrischen Organe eine ansehnliche Quantität eines dem Syntonin gleichenden Körpers. Derselbe wird aus der salzsauren Lösung durch Neutralisation mit kohlensaurem Kali niedergeschlagen, ebenso durch Ammoniak und Aetzkali, sowie durch Kaliumeisencyanür. Im Ueberschuss des kohlensauren Kali's löst sich derselbe leicht auf, und kann durch Kochsalzlösung von Neuem gefällt werden. Die salzsaure Lösung schäumt stark beim Schütteln, und wird durch Kochen nicht getrübt.

Höchst wahrscheinlich stammt das Syntonin allein oder doch vorzugsweise aus den electrischen Platten. Diese lösen sich zwar in der verdünnten Salzsäure auch bei wiederholter Erneuerung nicht ganz auf, werden aber immer durchsichtiger und dünner. Die Reste derselben färben sich, wie angeführt wurde, in Zucker und Schwefelsäure noch lebhaft roth und verhalten sich gegen Kalilauge wie Eiweisskörper, deren sie demnach einen in verdünnter Salzsäure löslichen und einen unlöslichen enthalten.

Ferner wurde noch die Einwirkung von Salpeterwasser 1:8 und von kohlensaurem Kali 1:10 Th. Wasser auf die electrischen Organe nach deren Auswaschen in Wasser untersucht. Nach längerer Digestion fanden sich in beiden Lösungen nur Spuren von Eiweisskörpern vor.

Die chemischen Bestandtheile der electrischen Organe von *Torpedo*, soweit sie durch vorstehende Untersuchungen ermittelt worden, wären demnach:

A. Im wässrigen Auszuge:

- 1) Schleim durch Essigsäure fällbar.
- 2) Ein durch Gerbsäure fällbarer noch unbestimmter Körper, wahrscheinlich identisch mit dem, welcher nach den Angaben von *Liebig*¹⁾ auch im Fleisch der Fische und anderer Thiere gefunden wird.
- 3) Harnstoff in verhältnissmässig grosser Menge.
- 4) Kreatinin.
- 5) Taurin?
- 6) Milchsäure?
- 7) Einige unbestimmbar gebliebene theils krystallisirbare theils syrupige durch Chlorzink fällbare Körper.
- 8) Phosphorsaurer Kalk in verhältnissmässig grosser Menge.
- 9) Chlornatrium.
- 10) Schwefelsäure, Spuren.

B. Als Gewebe bildende Bestandtheile.

- 1) Leimgebendes Bindegewebe, elastische Fasern und gallertiges Bindegewebe; darin Nervenfasern und Blutgefässe.
- 2) Syntonin, durch verdünnte Salzsäure 1 pr. M. ausziehbar.
- 3) Ein in verdünnter Salzsäure, Salpeterwasser und kohlensaurem Kali nicht löslicher Eiweisskörper als Bestandtheil der electrischen Platten.

Bei der grossen Verwandtschaft, welche im Baue der echten electrischen und der pseudoelectrischen Organe herrscht, musste es von Interesse sein eine Vergleichung auch in den chemischen Verhältnissen anstellen zu können. — Leider erhielt ich während meines dreiwöchentlichen Aufenthaltes in Triest nur einmal einen grösseren *Raja oxyrhynchus*, während geeignete Exemplare der anderen mit den genannten Organen versehenen Rochen ganz fehlten, so dass ich eine grössere Menge des wässrigen Extractes nicht sammeln konnte. So habe ich nur folgendes Wenige feststellen können. Der wässrige Auszug enthält viel durch Essigsäure fällbaren Schleim und wenig Eiweiss. Der Auszug mit verdünnter Salzsäure

1) Chemische Untersuchungen über das Fleisch.

1 pr. M. ist reich an Syntonin. Die den electrischen Platten entsprechenden Schwammkörper lösen sich in dieser Säure nicht auf, werden jedoch nach wiederholtem Digeriren mit derselben bei 50°C und endlichem Kochen mit der verdünnten Säure äusserst blass und durchsichtig. Der Ueberrest derselben wird durch Zucker und Schwefelsäure lebhaft roth gefärbt, in Kalilauge beim Erhitzen gelöst. Die Lösung giebt mit Essigsäure einen starken Niederschlag.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt durch eine kleine Partie von 4 electrischen Platten von *Torpedo Galvanii* bei 400maliger Vergrößerung gezeichnet, in dem natürlichen Abstände von einander. Von dem Gallertgewebe zwischen denselben und den in ihm eingebetteten Nervenfasern und Blutgefässen ist Nichts in die Zeichnung mit aufgenommen. Die obere glatte Seite der Platten ist dem Rücken, die untere rauhe, mit dem auch im Querschnitt dargestellten Nervennetze verbundenen dem Bauche des Fisches zugekehrt. Die eine der Platten enthält in dem dargestellten Stücke keinen Kern, eine zwei Kerne, die anderen jede einen.

Fig. 2. Stück einer electrischen Platte von *Torpedo* einem längere Zeit in Sublimatlösung (gr. iij auf 1 Unze Wasser) aufbewahrten Präparate entnommen, bei 300maliger Vergrößerung gezeichnet. Die Nervenfasern lösen sich in die von dem Nervennetze allein übriggebliebene feinkörnige Masse auf. In der Scheide der gröberen Fasern kommen Längsnerve *aa* vor; *b* ein Bindegewebskörperchen der Gallertsubstanz; *cc* Kerne der electrischen Platte, *c' c'* ebensolche mit umgebenden Zellmembranen.

Fig. 3. Stück der Unterseite einer electrischen Platte mit dem Nervennetze bei 1500maliger Vergrößerung. Die marklose Nervenfaser *a*, welche zu dem Präparat herantritt, hat keine deutlich vom Inhalte abstehende Scheide mehr.

Fig. 4. Eigenthümliche Streifung einer electrischen Platte von *Torpedo* nach vollständiger Fäulniss des Organes auftretend. Vergröss. 400.

Fig. 5. Querschnitt eines kleinen Abschnittes einer electrischen Platte bei 1500maliger Vergrößerung gedacht, um den wahrscheinlichen Uebergang des Nervennetzes in die Bauchseite der Platte zu zeigen.

Tafel II.

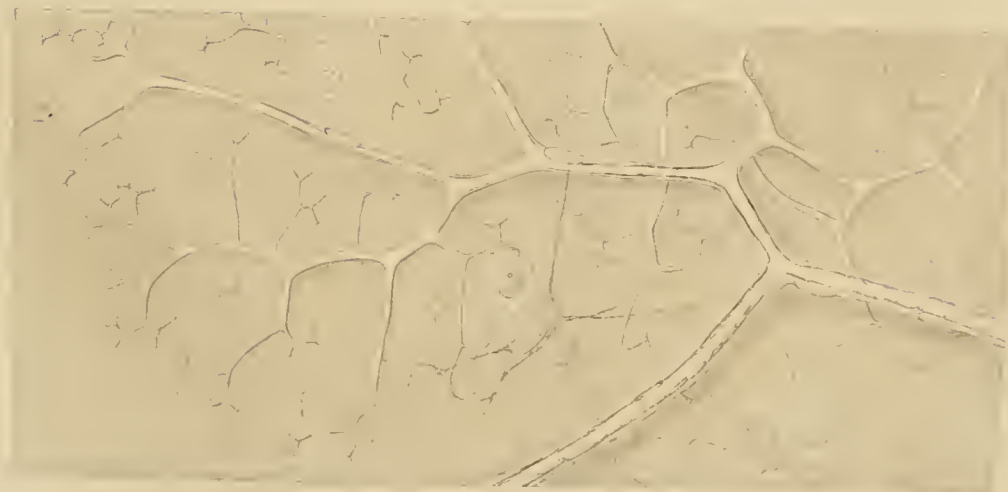
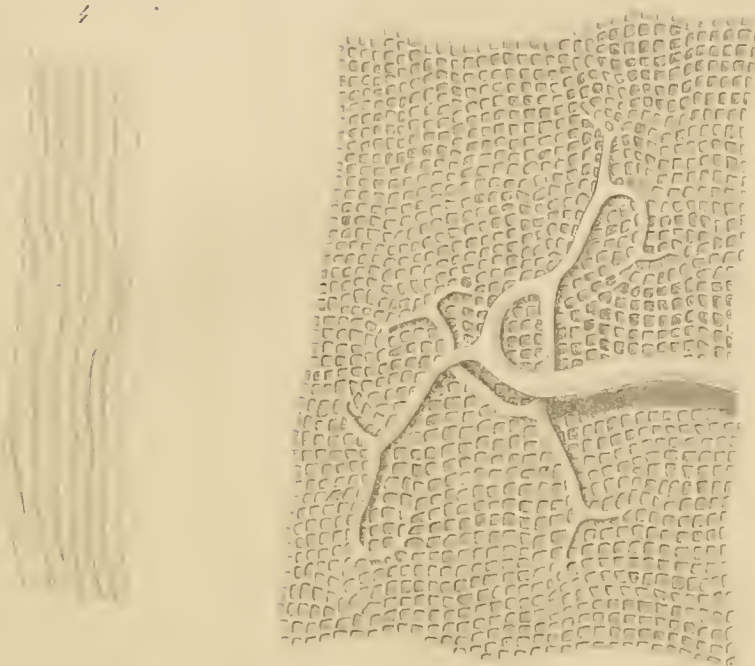
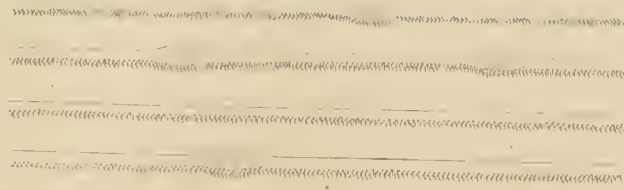
Diese Tafel giebt in drei Figuren eine Uebersicht über das Lagen-Verhältniss der Scheidewände und electrischen Platten der electrischen Organe von *Gymnotus*, *Malapterurus* und *Torpedo* bei schwacher Vergrößerung. Die binde-

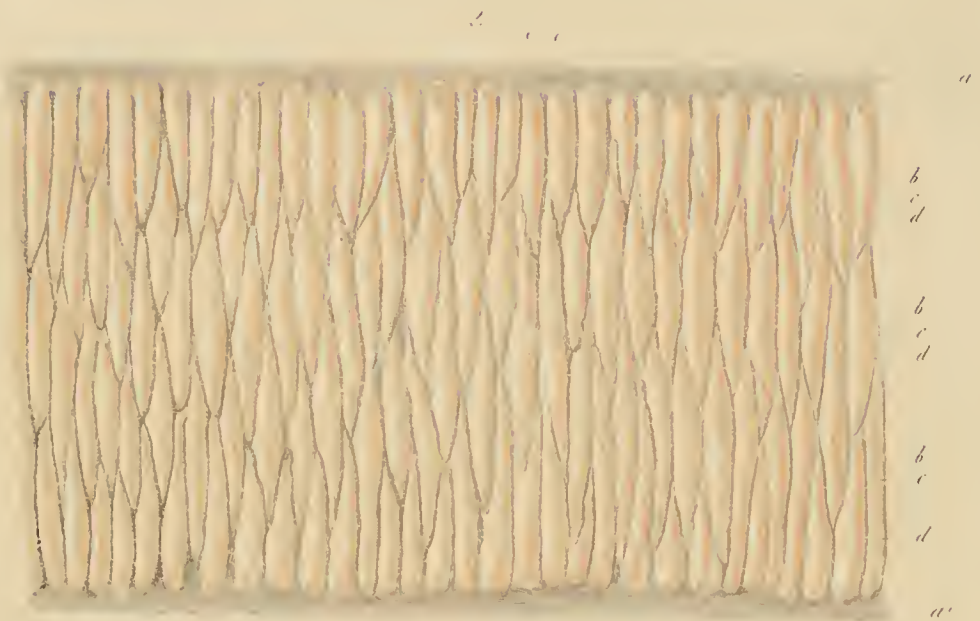
gewebigen Scheidewände sind schwarz, die electrischen Platten roth gedruckt.

Fig. 1. stellt einen Längsschnitt durch 2 der liegenden Säulen des electrischen Organes von *Gymnotus electricus* dar; *aaa* sind drei der dickeren Längsscheidewände, welche die Säulen von einander abgrenzen, *bb* die dünneren Querscheidewände oder secundären Septa, denen nach dem Kopfe zu an der convexen Oberfläche, in der Zeichnung also nach links, die electrischen Platten *cc* ansitzen; *dd* ist der mit Gallertgewebe gefüllte Raum zwischen der jedesmal vorderen Fläche der electrischen Platte und der nächsten bindegewebigen Querscheidewand.

Fig. 2. Ein Längsschnitt durch einen Theil eines electrischen Organes von *Malapterurus electricus*, begränzt bei *a* durch die Haut des Fisches, bei *a'* durch die Bindegewebshaut, welche die Organe von den Muskeln scheidet. Zwischen diesen beiden Aponeurosen sind zahlreiche bindegewebige Querblätter *bbb* ausgespannt, welche linsenförmige platte Räume von einander abgrenzen; in denen die electrischen Platten *ccc* der Kopfseite der Quersepta anliegen, während der übrige Raum *ddd* von Gallertgewebe ausgefüllt ist. Jede electrische Platte erhält nur eine Nervenfasern in ihrem Centrum, welche von hinten nach vorn die Platte durchbohrt, um dann in die vordere Fläche auszustrahlen. Solcher Durchbohrungsstellen sind zwei im Schnitt getroffen bei *ee*.

Fig. 3. Schnitt durch einen Theil zweier Säulen des electrischen Organes von *Torpedo*, *aa* dem Rücken, das entgegengesetzte Ende dem Bauche zugekehrt; *aaa* sind drei primäre Scheidewände, wie sie die Säulen von einander abgrenzen, secundäre faserige Bindegewebsscheidewände fehlen ganz, an ihrer Stelle sind die mit Gallertgewebe gefüllten Räume *bb* Träger der Blutgefäße und Nerven. Letztere endigen von der Bauchseite aufsteigend in den sehr dünnen und dicht übereinander geschichteten electrischen Platten *cc*, den einzigen häutigen Theilen im Innern der Prismen.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1860

Band/Volume: [5](#)

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

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der electrischen Organe der Fische 14-50](#)