

FEB 20 1931

Guisan 1819
De Gymnoto H
Electric.

Sam

75,726

LIBRARY
MUSEUM OF ZOOLOGY,
CAMBRIDGE, MASS.

11/29/98

DE
GYMNOTO ELECTRICO.

COMMENTATIO

QUAM

CONSENSU GRATIOSI ORDINIS MEDICORUM

PRAESIDE

FERD. AUG. G. EMMERT

MED. DOCT. EJUSQUE PROF. PUBL. ORD.

PRO SUMMIS IN MEDICINA HONORIBUS

IMPETRANDIS

PUBLICO EXAMINI SUBMITTIT

AUCTOR

FR. LUD. GUISSAN

HELVETO - AVENTICENSIS.

MENSE JUL. MDCCCXIX.

CUM TABULA AENEA.

TUBINGAE, TYPIS REISIANIS.

c 1819.

MCZ LIBRARY
HARVARD UNIVERSITY
CAMBRIDGE, MA USA

Inauguralis meae dissertationis materiam mihi auctore Domino Praeside praebuerunt observationum circa gymnotum electricum fasciculus, inter alia patris mei manu scripta repertus. Factae sunt ab illo *Cayenne* anno potissimum millesimo septingentesimo octogesimo nono; et hanc ob causam momenti sane non parvi sunt, quod ei, ut qui viginti quatuor annos ibi versatus, et publico munere functus erat, copia erat, diligenter eas iterandi et ad examen vocandi; idque se fecisse affirmat. In Europam reversus pater meus ista experimenta Parisiis regiae societati literariae anno millesimo septingentesimo nonagesimo primo tradidit, quae ita censuit, in ephemeridibus, quae *journal des savants étrangers* dicerentur, typis esse exscribenda. Sed quum publica rerum francogallicarum conversio fieret, et pater meus anno 1800 decederet accidit, ut in vulgus non ederentur, et observationum gravium et utilium copia oblivioni paene traderentur. Multa quidem istorum experimentorum recens observata a *Williamstone*, *Fahlenbergio*, *Humboldtio* inprimis et *Bonplando* novitate

carent; neque vero gravitate, ut quae confirmandis, istis sunt idonea, plura vero alias res prorsus novas continent.

Observationum nihil mutavi, nisi quod plurimas alio ordine locaverim, passimque plura, ut conspectus sit facilior, generali propositioni supposuerim. Praeterea, quae ex singulis his prodeunt experimentis cognitiones et leges, in unum congerere et cum aliorum observationibus comparare studui.

§. 1.

Gymnotorum electricorum, qui visi sunt, maximorum longitudo erat sex pedum, circuitus viginti et aliquot digitorum, in amplissima corporis parte, prope caput. Ejus, quem hic describere conor, longitudo est sexaginta duorum digitorum, quatuordecim autem circuitus.

Caput est breve, a fronte rotunditate elliptice praepilata, planum, maxilla inferior minima, os apertum est rotundum, et summus ejus diameter duorum circiter digitorum et dimidii: dentes parvi, acuti, recurvi et ordine uno positi, pro lingua elatae carnosae verrucae, quae interiori superficiei, inferioris potissimum branchiae frequentes inhaerent *). Oculi, qui unum et dimidium digitum a summa maxilla superiore absunt, coerulei sunt, parvis iisque candidis orbibus circumdati, multum eminentes, eorumque diameter duarum et dimidiaearum linearum.

Narium vix unius lineae diameter. In capite foramina cernuntur parva, quorum os exterum infundibuli formam habet;

*) Humboldt's und Bonpland's Beobachtungen aus der Zoologie und vergleichenden Anatomie. H. II. S. 70. Recentiores tamen ejus rei observatores, inter quos Humboldtius, adesse linguam confirmant.

sunt autem in superiore maxilla viginti quatuor, in inferiore duodecim, et in singulis capitis lateribus quinque foramina. Caput cum maxilla superiore quatuor circiter et dimidium digitos est longum, inferior autem tres et dimidium. Prope branchias valde exiguas duae sunt pinnae thoracicae, unum digitum longae, pariterque fere latae, quas, si iratum est animal, firmiter corpori adjungit. In extera ventris lateri parte corpus est rotundum ad caudam usque, quae cunei habet faciem perpendiculariter acuti. In inferiore parte, a ventre usque ad caudam pertinet membranula in medio unum et dimidium digitum lata, qua ut pinnis validis plurimum utitur, quamque anguinis modo se movens, in multiplices sinus contrahere potest. Cujus opé facile etiam extra aquam — humido scilicet solo — ut anguis se commovet. Color et supra et ad latera niger, maxilla inferior et ventris superficies infera rubra, omnis vero reliqua superficies infera nigricans. Nudata est cutis squamis, abundat poris, ubique nisi supra per medium tergum, rubra tanquam pisa, seu majora puncta eminere oculis videntur, quae vero armatis oculis si contueris, non nisi majores et ampliores pori conspiciuntur. Venter prope a capite abest; et cor a cerebro tam parum remotum est, ut si naturalis situs incorruptus est, ei fere subjectum sit. Ani hiatus est rima sex lineas longa, in supera colli parte, post ipsam maxillam inferiorem. Intestinum duos fere pedes longum est, bis se convertit ad externos ventris parietes, quibuscum ligamentis conjunctum est. Sub ipso ano alter est rotundus hiatus, ora paulo tumida, genitalibus. Uterus tres quatuorve digitos longus est, qui in duos latos canales dividitur, qui ad ovaria, ovis repleta, ducunt. In

mari vero canalis iste, septem octove digitos longus, inter testiculos permeat, et finitur, ut etiam apud feminam, in supero ventre, ubi ligamentis est adstrictus.

Stomachus est minimus; ejus quem hic describo, gymnoti, non nisi septem digitorum longitudo, et octo vel novem circuitus: pylori hiatus est ita angustus, ut acui magno vix sit transitus.

Prope renes vesica natatoria patet ad caudam fere, intervallo nempe aliquot digitorum interjecto, quae tres pedes et septem digitos longa, circuitum habet majoris ejus finis triginta fere octo linearum; devincta autem est in densa, nervosa, tergo affixa vaginali parvis tenuibus oblongis ligamentis: cum stomacho firmo ligamento est conjuncta, quod tamen nullum habet canalem, adeo ut aër in stomachum penetrare non possit, ideoque non facile sit intellectu, quomodo renovetur *).

Abundat gymnotus sanguine, vasa ejus sunt permagna. Caro in utraque spinae parte et ubi pinna analis est affixa colore rubro et satis firma, sed quae lateribus adhaeret, colore candido, mollis et pinguedini similis, ita ut igni in aëno, nulla aqua infusa, exposita, primum humiditas et oleosas particulas emittat, et paulatim tota in hanc materiam transeat. Cute detracta, parvas et longas plagas pinguedine flava ductas sub ea dorso adjacere cernis, quae impedimento sunt, quo minus cutis firme partibus ei subjectis adstricta sit, quaeque ei ipsi faciliorem parant motum.

*) Auctore Humboldtis vesica haec canali aëreo ac instructa est, qui superiorem oesophagi partem perforat. l. c. p. 70.

Si concitatur piscis extra aquam, his locis motum vides, non aliter nisi vesicis aëreis factus sit, quae a capite ad caudam decurrunt.

Femina tertia parte minor, quam mas, ova mense Januario parit. Continuo cernis marem cum femina versantes, ac quidem illum collum suum feminae collo aut genitalibus affricantem, ut ova putes jam in ovariiis fecundari.

Eadem ubique est piscis hujus et supra et infra aequatorem ratio; ad hoc usque tempus sola in plaga aequatoris ac quidem in dulci reperiebatur aqua, ut in Surinamo, qui fluvius salsam habet aquam, non invenitur. Neque ullum in his regionibus reperi animal, ejusdem naturae.

§. 2.

Plurimum temporis gymnotus electricus victu carere potest; vitam degit maxime in paludibus et lacubus Guianae, quae quidem pluviali tempore ultra tres quatuorve pedes crescunt, sed arido anni tempore per duos tresve menses penitus exsiccantur. Quamobrem cum non satis habet aquae, ut libere natet, condit se sub terra in cavernis aut sub arborum radicibus, omni victu orbatus, donec aqua rursus augetur. Ceterum, aqua etiam affluente, lubenter se in cavis condere videtur. Quantum ego quidem observavi, animantibus tantum vescitur, nunquam mortuis. Indi et nonnulli Nigritani, avibus quibusdam parvis, quas in aquae supervolitantes capiat, eum vesci solere tanquam deliciis; seque ipsos imitantes horum aviculorum cantum, capere gymnotum affirmant, ut carne, cujus amantes sint, fruantur. Saepius videtur per nares et os aërem haurire.

§. 3.

Quanquam diutius eum diligentissime observarem, tamen nunquam animadverti, eos, quibus vesci velit, pisces, electrica vi, ut nonnulli contendunt necari. Ut alii pisces, sic ipse eos, quos devorare cupit, persequitur; eosque tum modo cum moram eorum cursui injicere studet, nec satis celere eos assequi potest, vi sua electrica tangere videtur. Si vero in vase aquario, in quo alii etiam sunt pisces, irritatur, hi interdum tanta vi electrica tanguntur, ut expirent. Unde fortassis opinio orta est, gymnotum praedam suam interficere.

§. 4.

Minime ignorare videtur hic piscis vim suam electricam, neque facile terretur, neque fugit, cum ei appropinquatur; ut in illis aqua tectis regionibus multos gladio interfici viderim. Saepissime etiam in paludibus, quas cum agmine militum transivi, tantae eorum multitudini occurri, ut recedere nos cogeremur, ne libero transitu eos prohiberemus. Neque mordet, neque omnino ultro bellum infert, sed injuriam tantum a se prohibet; cum vero periculum adesse putat, magna celeritate in hostem fertur, et praeteriens ejus corpori caput suum affricat, quo facto vehementer te percussum, et nisi illico recedas, vehementius iterum atque iterum te sentis.

§. 5.

Hi pisces facile et attrahere et repellere possunt, ut videtur, aquam et corpuscula quaedam; quotiescunque enim aquam ei affundas, mox tamen eam, si ei libet, turbat. Quodsi diu deinde

quiescit, aqua claritatem recipit: sed dorsum limo est contactum, qui farinae vel furfuri similis videtur; saepe illum limum a se dimittunt, rursumque sibi attrahunt: si vero omnem volunt subito exuere, motum faciunt, quo facto omnis aqua turbida est.

Mirum istud videtur, quod piscis ille, neque loco in aquario cedens, neque omnino se movens aquam diversis modis, quotiescunque ei libet, modo in orbem, modo ab inferiori ad superiorem locum vel desuper deorsum commovere possit, limus vero supra dictus vortices agat.

§. 6.

Metalla, sibi admota sentit, et vehementer saepe iis afficitur. Si metallum quoddam aquario inseris, quo loco in oculos ei non cadit, tamen illico cognitum petit et, si propenso est animo, vi electrica, sin minus ore suo tangit, deinde recedit. Qui gymnoti recens capiuntur, nequaquam magnopere student metalla vi sua electrica perfundere, torpore potius quodam iis afficiuntur: qui vero aliquanto diutius ad experimenta sunt adhibiti, nunquam non iis irritati furore quodam in ea feruntur, inferiore capitis superficie ea atterunt, et supervehuntur, ut percussionem iterent. Si cui conductor subinde admovetur, irritari desinit, iratus eum petit, cum vero sex septemve pedes abest, refugit, iterum prodit, inquiete premitur, et injucundi aliquid vitare videtur. Pergit ita facere, donec in illum irruat; si paululum tantum abest, duos circiter digitos, jam temperare sibi non potest, et vi metallo attrahi videtur.

§. 7.

Cum aliquando Gymnotum in cupreum vas, obtento reti, injecissem, omnibus statim viribus annitebatur, ut exsiliret, donec illae languescerent; vas vero intactum erat vi electrica. Posteaquam rete tolli, et vas ita inclinari jussissem, ut piscis elabi quidem posset, sed oram vasis ab eo attingi necesse esset, eo ipso tempore, quo ora attingebatur, ii, qui vas tenebant, vehementius se ictos sentiebant. Reportavi eum deinde in idem vas, et singulis diebus aquam mutavi, sed post quatuor dies ita laboravit, ut brevissime, nisi exemissem, expiravisset.

§. 8.

Alia prorsus erat ratio, cum in aenum, ferro fuso factum, cujus diameter trium et dimidii pedum, quodque supra decem vel duodecim, infra viginti lineas complectebatur, postquam aqua erat impletum, magnum inferrem gymnotum. Stupore vel torpore quodam correptus quinque vel sex minutas nullo modo se commovebat, quanquam satis erat spatii; tum tarde et timido similis ad oram aeni se appropinquat, repente autem refugit, ac si illud reformidet. Postquam tali modo quartam fere horae partem quieverat, ferro tangebatur scipione; et gravem edebat concussionem. Complures deinde homines manu tenere jussi aeni oram, alios dextram in aquam mergere: quo facto conductorem ei opposui, in quem non eodem, quo, cum in vase aquario erat, modo irruit, vehementem tamen dedit percussionem, quanquam in neminem, nisi qui conductorem tenebat; alii enim nihil sensu percipiebant.

a) Cum ita gymnotus aenum non tetigerat, idem periculum feci, hac tamen mutatione facta, ut pisces ad aheni oram adprimerem, isque inferiore caudae superficie illud attingeret: Ii, qui ahenum tenebant, sicut ii, qui manus in aquam immerserant, nihil sentiebant, excepto adolescentulo quodam mollioris sensus, qui tremere suos digitos animadverterat. Nunquam igitur piscis aeno huic vim suam electricam infundere potuit, sive quod major ejus erat moles, sive quod crasso ferruginis strato cinctum, sive quod muro cum terra conjunctum erat.

b) Quum intervallo quam maximo inter gymnotum, qui ad oram aquarii quiete agebat, magnus viginti trium pondo malleus ferreus aquae illatus esset, tamen piscis, quanquam oculis eum non assequeretur, sensu eum percipiebat, et capite in illum invehebatur: brevi tamen tanquam sollicitus et anxius terga vertit: nihilominus is, qui malleum, non pisces, fistula sclopetaria tetigerat, graviter percussus est.

c) Si juxta malleum conductor aquae inseritur, mavult gymnotus in conductorem invehere, quam in malleum, quo graviter commoveri videtur. Cum enim gymnotus malleo appropinquaret, perfundere eum non vult vi electrica, a conductore vero non abhorret.

d) Ramentorum ferri aliquot pondo lente injeci in aquarium ubi gymnotus erat: quo facto inquietus causam quaerere videbatur: conductorem graviter, et quoties volueris, percutiebat. Falsum itaque est, quod nonnulli contenderunt, pisces hoc statu vim suam emittere non posse.

§. 9.

Complures saepe hebdomades in aquario commoratur, neque vim suam electricam, quanquam vigere et valere eum satis luculenter cernas, ullo modo exserit: interdum tamen excitari potest ex hac segnitia, magnis adhibitis stimulis.

§. 10.

Electrica nostri piscis vis referri videtur ad ejus magnitudinem, fortassis etiam ad ejus aetatem. Infirmatur multis editis percussionibus, qua de causa, ut viribus pollentem extra aquam experirer, semper eum cum aqua vasis, in quo erat, simul in rete effudi, tunque mensae, quam solitariam factam vocant, imposui. Augetur ejus vis, si diu quiescit, et subinde metalla admoventur.

§. 11.

Vehementissima est electrica vis, si piscis extra aquam mensae lignae, aridae, vitreo vel resina solitariae factae imponitur: quam tamen, si continuo posse ignem electricum elici vis, cum solo quodammodo conjungi oportet. Tum ve gymnoti ignis, nisi nimium vires debilitentur, nunquam exhauritur. Facillime autem gymnotus vim suam exercet, si aquario ita impleto eum imposueris, ut dorsum sit aqua intectum. Quoniam vero isto modo vis electrica aquae infunditur, minuitur percussionis vehementia: quam tamen et augere et infirmare licet, prout plus minusve aquae in vase relinquatur; augetur etiam, si ligneis, non ferreis circulis vas est circumdatum.

§. 12.

Quodsi extra aquam irritatur, mox totum ejus corpus lubrico humore tegitur, qui aranei instar in fila ducitur, ex ore etiam lentum ejicit humorem, interdumque sonum simul edit, talem fere, qualem iratae duae feles, subito obviae, edunt.

Si vividi gymnoti, mensae impositi, caudam, vel quae circa sunt, attingas, motum fieri vides a capite ad caudam pertinentem, duabus lineis parallelis per dorsi longitudinem, ubi plagae vinculis similes reperiuntur, nec minus aliis lineis per mollem laterum carnem. Si medium corpus tangitur, motus a cerebro proficiscitur, sed eo quo conductor attingit corpus, loco desinere videtur; idem semper accidit, si alius contingitur locus. Si conductor summo ori admovetur, motus a cerebro proficiscitur ad illud, nec ad aliam corporis partem. Si caput, ubi cerebrum est situm, tangitur, talem motum non vides, sed claris intelligitur indiciis, hanc corporis partem facillime affici, et conductoribus vehementissime irritari.

§. 13.

Omnes corporis partes vim habent percutiendi; maxime autem ad vehementiores percussiones capite et cauda utitur. Inprimis tota superficies inferior maxillae inferioris et colli, ubi oesophagi et genitalium ora sunt sita, electricum ignem effundere videtur, et ab eo, si liber est, adhiberi; conductores quoque semper capite adoritur, et qui motus electricam effusionem dirigunt, a cerebro perspicue proficiscuntur.

Cum gymnoti viginti quatuor digitos longi caput ita abscidissem,

ut cor paululum vulneraretur, illico vi electrica et anterior et posterior capitis pars erat destituta.

Alios duos, quorum alter viginti, alter viginti sex digitos longus erat, in tres pares dissecui partes: posteriores duae partes carere videbantur vi electrica; capita vero et omnes quae cum iis junctae erant partes, per viginti horae partes minutas satis magnas edidere percussiones: si omnes hae partes secundum pristinum ordinem committebantur, statim eas perfudit electricum fluidum a capite ad caudam usque, et in vitam quasi revocatae motus a capite semper ad caudam faciebant.

Addendum mihi est, interiorem oris superficiem et vulnera, quod statim argumentis confirmabo, percussiones edere.

§. 14.

Ut enim viderem, quam diu electrica piscis vis post mortem maneret, gymnoti ante descripti cerebro crassum intrudi scrinarii cestrum. Non nisi quadraginta minutis horae partibus elapsis pelvis detrahi poterat, quanquam tum etiam opera multa adhibita, quod percussio tolerari fere non poterat; quae quidem tum erat maxima, cum digitus vulneri vel ori ingerebatur. Postquam horam unam et quindecim minutas exspiraverat, cordis adhuc auricula ordine pulsabat, tantasque adhuc edebat percussiones; ut sectionem interdum interpellari oporteret. Duabus adeo horis et triginta tribus minutis post mortem elapsis, leviter adhuc percutiebat digitum meum, si eum caudae carne ingerebam; alius nullus locus eam habebat vim. Quoniam is masculus erat; feminam eunco tergo mediam perfodi, vesicam natatoriam aperui: circa

vulnus aër electricus circumfundebatur, qui dum sanguis emanabat, permansit, ut diu nullo modo funis per vulnus duci posset, quod, simulac ei appropinquaremus, percuteremur. Per funem hunc pisces palo suspendi, et post duas et dimidiam horas in mensa eum secui: sed nullum edebat electricitatis vestigium, quanquam cordis motus erat verus et caput commovere poterat.

Etsi pectus et ventriculum aperueram, intestinaque cultro exemeram, tamen non nisi quator horis et octodecim minutis postquam eum suspenderam, circulatio plane cessavit.

§. 15.

Percussiones, quas piscis hic edebat, omnes qui iis se offerebant, ita aegre ferebant, ut semel tantum iis se exponere vellent, egoque saepe neminem haberem, quem ad experimenta adhiberem. Nonnulli, quorum operam adhibui, morbum se inde duxisse affirmabant, nec ego inficias ire velim, vehementiores percussiones talem in eos, qui alieno coelo quanquam diverso gradu graviter afficiuntur, vim exserere. Me quidem hae percussiones ita graviter afficiebant, ut scientiae tantum studium me permovere posset ad eas iteratim subeundas. Si percussio vehementior est, homines ita consternuntur, ut, quid senserint, non sciant. Et raro duo inveniuntur homines, qui, quomodo sensus iis affectus sit, pariter dicant, quod quidem a diversa etiam hominum natura et compositione oriri posse, non pugno.

Ex multis enim meis experimentis cognovi, alios aliis gravius hac electricitate affici. Ut adolescentuli quindecim fere annorum, praesertim, qui libidinibus nondum se permiserunt, multo vehe-

mentius commoventur, quam qui majores natu sunt: pueris parvus est ejus sensus.

Etiam bestiis electricae percussiones, quae a his nascuntur piscibus, et molestae et noxiae sunt.

Canes, quorum partes capillis nudatae, inprimis nares, conductore tanguntur, gymnoto adjuncto, vehementissime percuti videntur: statim enim metum terroremque prae se ferentes abeunt. Gallinae simulac tanguntur, magna voce clamant, diu tamen iis non commoveri videbantur.

Canem mediocre magnum cum in aquarium injecissem, septem digitos altum, cui gymnopus satis magnus inerat; in terribilem statim ulutatum ille erupit: continuo summa ope ex aquario studebat exsilire, sed ne pedem quidem ex aqua tollere poterat, aut ad oram vasis progredi, quin labaret et procideret, labia ejus convulsione quadam retrahebantur, ut furibundae instar bestiae dentes exsereret et frenderet. Totum ejus corpus coepit tremere et languescere, elapsisque duabus minutis toties procubuit, ut nisi extempore elatus esset, aqua esset suffocatus: quanquam difficile erat illum extrahere, quod mordebat, et tanta vi electrica perfusus erat, ut, qui eum attingebat, percuteretur.

Conabor nunc, quid ipse, tactus illo fluido, senserim, exprimere atque primum quam viam fecerit, deinde quo sensu sim affectus.

A. Quod ad viam, quam ista perfusio electrica fecit, attinet, caput nunquam ea capitur, nisi forte conductorem ei applices, aut metallum aliquod magnum ore teneas, quo ignis attrahitur. Neque in ventre et pectore quidquam percipis, nisi sit

percussio admodum vehemens: quod si fit, nauseare incipiunt alii alio modo. Maxime percutitur brachium, interdum anterior tantum pars; semper vero id, quod conductorem tenet, et fluido quasi opponitur. Interdum ad hoc brachium modo percussio pertinet; saepius vero ad crura etiam et maxime ad crus alterius lateris et ad pedes. Alterum brachium leviter tantum tangitur et si fluidum ad aliam rem dirigit, et si solo in eo electricitas continetur.

B. Desensu, quo corpus afficitur, verissime sane cogitabis, si idem sentire credas, quod subito et per totum corpus graviter sentitur, cum in iis membris, quae nocturna suppressione sopiuntur, formicae repere dicuntur.

a) Si percussio est vehementissima, brachium simul et alia membra vehementi ictu feriuntur, aut si ictus non est ita vehemens, totum corpus tam subito et tam singulari modo afficitur, ut membra invita moveantur, attamen si animum habeas intentum, fluidum a partibus ad partes permeare, sentis, et cum ipsum formicationis sensum habes, qui vero ob vehementiam gravissime et violentissime corpus afficit.

b) Si percussio minor, ictus non ita vehemens est, fluidi motum magis percipis, et sensu tuo per multos canales parvos penetrare, ex iis aliquid expellere, et ita eos evacuare videtur. Quamdiu piscem tangis, hunc sentis motum: et succedunt motus, ut chordarum vibrationes. Si novam velis percussionem, piscis denuo est tangendus.

c) Si percussio infirma est, sensus ita commovetur, ac si fluidum corporis fibras ut chordas vibret.

De vi harum percussionum apud juvenem rei gnarum hæc observavi:

Virga scolopetaria, quam dextra tenebat, gymnotum in duas partes sectum, mensae injacentem tam continuo attingebat, ut continua esset in eum fluidi effusio. Brachium erat sic sublevatum, ut manum libere posset movere. Post decem vel duodecim minutas pollicis tendines coeperunt commoveri, mox tremere; sed ordine certo: paucis post minutis totum antibrachium tanquam circa axim suam commoveri, ut singulae ejus partes ex. g. pollex spatium septem vel octo linearum a dextra ad sinistram verteretur; iique motus, quanquam tardi, fortes erant, et arteriarum alterius brachii ictibus respondebant, nec cessabant prius, quam experiundi finis factus esset.

Vehementes percussiones per duas vel tres minutas toleravi; id quod non omnes, ne summis quidem adhibitis viribus, poterant.

Si vada sunt transeunda, in quibus hi pisces frequentes degunt, periculum est, ne iteratis percussionibus homines in undis pereant.

§. 16.

Cum percussio electrica fit, perspicue sonus auditur. Si conductor cum corporibus homogenis conjungitur, ut cum metallis, eo loco, quo conductor piscem attingit, novus auditur sonus. Si quis autem primum hunc conductorem una manu tenet, altera secundum, cum alio homine conjunctum, triplex — si diligentissime attendas — auditur sonus; atque primus quidem inter primum conductorem et piscem intervallo quinque vel sex pedum; secundus in manu ejus, qui primum tenet conductorem intervallo:

aliquot pedum; tertius in manu, qua altera persona secundum conductorem tenet. Sonus hic similis est ei, qui, cum filum bombycinum celere intendas, editus, vel ei, qui cum duo vel tria pulveris pyrii grana exploduntur, sequitur. Alii eum cum sonitu comparabant, qui, si aquae gutta candenti incidit ferro, oritur.

§. 17.

Ut experirer, num fluidum, quod gymnotus effundit, lucem edat, nec ne, haec feci experimenta:

1) Uni duorum viginti et unum pedes longorum ferri filorum fini tenuem ferrumine adjunxi laminam, ambasque laminas cum magna fistula vitrea conjunxi, ut iis non nisi chartae spatium intercederet: deinde conductorum uno nunc caput nunc cauda gymnoti attingebatur, quae vero, sive in aqua, sive in aëre, sive aliis in locis, fuerit, nullas edebat scintillas, sed leviter tantum refulgebat.

Id experimentum cum mihi non satisfaceret, has feci praeparationes et experimenta;

2) Inferiori fini duarum fistularum sclopetariarum, (*A. B.* fig. 5.) quae duos et dimidium pedes longae erant, duo fila ferrea ferrumine adjunxi, inferioremque finem uniuscujusque amborum filorum laminis xx. Has vero sic ad magnam fistulam vitream (*b. d.*) vinxi, ut intervallum (*m*) octavae fere lineae partis intercederet: quodsi gymnoti caput et cauda conductoribus tangebatur, perspicue in *m*. scintillae cernebantur; sin autem piscem filis tantum tangebam, nec fistulis sclopetariis *A. B.* nunquam potui scintillam elicere.

3) Cum iteratis his experimentis observarem, interdium ne in obscuris quidem locis scintillarum vim satis perscrutari me posse, has feci praeparationes, haecque noctu in conclavi obscuro feci:

Duae fistulae sclopetariae *A. B.* fig. vi. duobus filis *n. n.* in *d. d.* ferrumine adjunctae, et amborum filorum *n. n.* alteri fines duabus sex digitos longis fistulis sclopetariis *C. E.* et omnes quatuor loci ferruginati in *xx.* laminis stanni vel ferri muniti.

Ut fistulae sclopetariae *A. B.* a nobis, vi electrica non tactis, moveri possint, quatuor sicci lignei baculi in *a b c d.* iis adstricti sunt. Parvi duo conductores *C. E.* cera sigillatoria solitarii facti et ita instituti sunt, ut quod erat inter utriusque finem spatii libere posset aut diduci aut contrahi, et uterque quodammodo conjungerentur. In conclavi, quod pariete intergerino *G. R.* in partem obscuram *O.* et illustratam *P.* distributum erat, istum apparatus sic posui, ut *C. E.* in obscura sectione, et rima *m.* sub oculo aliquantum observatoris esset, reliqua vero pars in illustrata *P.* Foramina *H.* parietis intergerini, per quae fila *n. n.* ex altera conclavis sectione in alteram transibant, cera sigillatoria obduxi.

Gymnotus in reti et humido panno mensae aridae et solitariae factae in illustrata conclavis parte prope parietem intergerinum *G. R.* ponebatur: si plures elicere volebam scintillas, mensa cum solo conjungebatur. Duo homines destinati erant, qui invicem duabus fistulis sclopetariis caput et caudam piscis tangerent. Deinde utrumque conductorem *C. E.* sic appropinquavi, ut rima *m.* non nisi lineam dimidiam efficeret, magnumque tetigi gymnotum; quo facto celere emicabat lux in *m.* et post plurimae

scintillae, quae multo erant majores, quam quas ante dicta ratione elicueram.

Experimentis his saepius iteratis, quibus urbis incolae et milites intererant, non raro, si gymnotus viribus pollebat, conclave totum parvis tanquam fulminibus illustratum est; interdum scintillae stellarum instar quinque vel sex digitos emicuere, sonum edentes talem, qualis auditur, si noctu chalybs magnus et pyrites illiditur. — Ad haec experimenta, quae per plures vesperes continuabamus, singulis diebus pluribus utebamur, gymnotis, quod simulac aqua sunt extracti, non diutius sex vel septem minutis in hunc usum adhiberi possunt.

4) Notatu digna sunt ea, quae apud ingentem observavi gymnotum, quem quatuordecim per dies quiescere passus sum, et, ne ex aqua extractus infirmaretur, cum ea in rete conjeci; cum quo simul mensae solitariae factae impositus est.

Cum conductor ejus ori appropinquaretur, exhibat radiorum fasciculus, quem cernebamus, quanquam conclave, in quo erat, multis luminibus erat illustratum: si conductor a capite removebatur, tales radiorum fasciculos etiam secum ducebat, qui vel plures per secundas ei adhaerebant. Si diutius conductoribus tangebatur, et fila sibi appropinquabantur, scintillae ex illis emicabant, quae etiam clavo vel clavi elici poterant.

§. 15.

Percussiones, quas piscis hic emittit, per complures propagantur homines, qui firme manus conjungunt.

In conclavi, cujus solum lapidibus stratum, et humidum

erat, duodecim homines invicem manus tenebant, et qui primus ordine stabat, piscem conductore tangebatur; percussio autem modo ad tertium modo sextum modo septimum pertinebat, raro amplius; prout piscis major aut minor, fluidum effundere magis minusve propensus erat, et pro aëris temperie.

1) Quatuordecim homines, qui leviter tantum resina solitarii facti erant, manu alter alterum prehendebant; primus gymnotum conductore tangebatur: nec unquam pauciores quam octo, aut plures quam duodecim vel tredecim convellebantur. Addendum autem est, semper sex octove homines timentes manus non stricte tenuisse, et orbem collegisse, sic autem, cum non solitarii facti essent, vim admodum infirmasse.

2) Persuasum habeo, aliquoties viginti ferme homines tactos esse, et ad plures etiam, nisi ea, qua optime possunt solitarii fieri, materia fuissem destitutus.

§. 19.

Si hi pisces conductoribus varii circuitus, aut conductore qui cum aliis varii ambitus jungitur, tangi solent, is homo, qui majorem conductoris superficiem praeparatam attingit, maxime semper percutitur.

1) Si quis vicissim modo fistula sclopetaria modo filo ferreo gymnotum tangit, fistula semper magis percutitur.

2) Si quis altera manu filum prendit, cujus finis inferior cum fistula sclopetaria ferrumine conjunctus est, altera vero filum solum, deinde uno temporis puncto utroque conductore gymnotum tangit, id brachium, quod fistulam sclopetariam tenet, vehementius percutitur.

3) Si filum ferreum et tenuius orichalci filum alterum alteri fistulae sclopetariae fini ferrumine adjungitur, et utroque gymnotus tangitur, ferreum filum acrius percutit.

4) a) Si experimenti hujus ea fit mutatio, ut altera manus filum *T.* (v. *fig.* 1.) teneat, quod infra cum fistula sclopetaria jungitur, altera vero fistulam sclopetariam *P.* quae filo cum secunda fistula conjuncta est; si deinde gymnotus duabus fistulis simul tangitur, ea manus semper vehementius percutitur, quae fistulam tenet.

b) Idem accidit, cum fistula sclopetaria et filum, quae utraque manus tenet (v. *fig.* II.) *A. B.* (et *fig.* III.) *D. C.* prope finem inferiorem ita ferrumine junguntur, ut alter conductorum alteri emineat, *x* (v. *fig.* II. et III.) et ita unius tantum hujus conductoris liber finis *x* gymnotum tangat. Semper hac conditione ea manus, quae fistulam tenet, graviter percutitur, altera vero aut plane non commovetur, hac potissimum institutione facta, quae *fig.* II. aut leviter tantum digiti tremefiunt et titillantur.

5) Duarum fistularum sclopetariarum *C. A.* *fig.* IV. finem filo octo pedes longo conjunxi, deinde medium filum *B* hominem quendam tangere jussi, alterum vero inferiorem fistulae *A* finem: deinde eundem fistulae *O* finem gymnoto admovi: quo facto, is, qui filum loco *B* tenebat, aut nihil sentiebat, aut si mollioris sensus erat, levem in digitis tremorem, qui vero fistulam loco *A* tenebat, vehementer percutiebatur.

6) Experimentum hoc sic iteravi, ut validum eligerem gymnotum et duos homines filum loco *B* tangere juberem, tertium vero quendam fistulam loco *A*. hic posterior vehementer; ex duo-

bus vero aliis is tantum leviter percussus est, qui molliori sensu erat.

7) Experimentum hoc ita mutavi, ut inferiorem fistulae *A* finem in vas fictile, aqua repletum *D*. *fig. iv.* inferrem, et secundam personam non *A* tangere, sed manum aquae vasis *D* immergere juberem. Alter, qui filum in *P* tenebat, nihil sentiebat, qui vero manum in aquam porrigebat, tam vehementer percussus est, ut claram vocem emitteret, et omnem deturbaret machinationem.

8) Si eadem machinatione facta, filum loco *B* tangitur, leviter percutitur manus.

9) Cum apparatus modo dictum fini *E* alterius fistulae sclopetariae aquae vasis fictilis *D* immergi, et locos *A B* atque aquam loco *D* tangi jussissem, ea manus, quae *A* tenebat, maxime percutiebatur, quae vero aquae vasis *D* immersa erat, levem, et quae *B* tenebat, nullam omnino concussionem sentiebat.

§. 20.

Ut vim singulorum corporum, fluidum a gymnoto effusum conducendi, perscrutarer, varia feci experimenta, quorum nonnulla hic commemorabo:

1) Parvi, sicci, lignei cylindri utrumque finem fistulae sclopetariae ita inserui, ut ambae fistulae sibi junctae essent, neque tamen se tangerent. Si deinde alteri conductorum a magno gymnoto electricitas infunditur, in alterum non transit, ut qui hunc tenent, nunquam percutiantur.

a) Si vero apparatus hic aliquandiu aquae immergitur, ut

D

lignum madefiat, secundus conductor percussione[m] edit, quamquam imperfectam.

b) Si vero lignum, quod conductores jungit, viride, succulentum et recens abscissum est, percussio non segnior est, quam si duae fistulae scolopetariae se attingant.

2) Postquam arborem adhuc teneram (Americani armenicas eas vocant malos) cujus truncus tredecim complectebatur digitos, quique multos emittebat ramos, cum gymnoto per fistulam scolopetariam conjunxeram, percussio edi solebat, si truncus supra aut infra locum attingebatur, cui conductor erat applicitus, aut rami ubi trunco exorti, et folia, quae locum coronabant; si vero rami remotius a trunco tangebantur, percussio[n]um vis sensim elanguescebat, extremae vero ramorum partis quartae et foliorum vis plane nulla videbatur.

3) Simili modo cognovi, resinam, ceram sigillatam, pilos, pennas et pellem piscis hujus aridam, prorsus non conducere.

4) Conjunxi duas fistulas scolopetarias funi cannabino, quem fistularum ori inserui et ligno arido munivi, ita vero ut sex pedum intervallum inter ambas intercederet. Si deinde altera fistula a gymnoto perfundebatur, altera non concutiebat; si funis vero aqua conspergebatur, leviter, et si totus madefiebat, fortius, nunquam vero ita vehementer, ut si ambo conductores committebantur.

a) Si gymnotum reti piscatorio subito sursum tollis, nullum sentis ictum, si rete, ubi tenetur, aridum est; ne tum quidem, si humectatur, et trium quatuorve pedum intervallo a pisce te-

netur; si vero, his ita irrigatis, manum ad sex digitos appropinques, vehementer percuteris.

b) Si quatuor homines mappam lineam quatuor finibus teneant, cui gymnotus imponitur, isque irritatur, non afficiuntur ictu; si vero mappa intenditur, et nonnihil humectatur; membra eorum statim convelluntur, et gymnotus, qui humido panno facile se commovere potest, modo huic modo illi appropinquatur, eumque majori aut minori vi ferit, ut mappam brevi manu mittant, et cum pisce ad terram decidere patiantur.

5) Ut explorarem, an oleum fluidum conducatur, nec ne? experimenta eodem apparatu, *fig. iv.* quo §. 20. nro. 7. 8. 9. facta iteravi, ut vas *D* oleo complem. Nunquam vero is, qui manum oleo immergebat, percutiebatur.

6) Ut cognoscerem, num forte calor et flamma ad ductionem fluidi gymnoti momentum haberet, hoc feci experimentum:

Duarum fistularum sclopetariarum *A. D.* *fig. 7.* finis superior filo decem pedes longo conjungebatur, idque medium loco *d* igni candefiebat; filum deinde loco *m* et fistula *D* loco *b* tangebatur, altera vero *A* cum gymnoto conjungebatur. Uterque pari vi percutiebatur, sed ictus hic vehementior et injucundior esse videtur, quam alias.

7) Huic machinationi conductorem *C.* *fig. vii.* ita addidi, ut inter eam et conductorem *D* intervallum *n* semilineae interesset, filum vero non candefeci, sed candelam ita admovi, ut ejus flamma rimam *n* plane expleret. Si conductor *A* gymnoto admovebatur, percussio loco tantum *m, d, b.* nunquam loco *c* percipiebatur;

8) non magis, si locus *n* plane vacuus erat, nec nisi aëre completus:

9) locus *c* vero multo vehementiorem edebat percussionem quam alii loci, si rima *n* aqua erat completa.

10) Machinationem pristinam ita mutavi, ut conductores *D E* quarta digiti parte alium ab alio removerem, intervallo prunas supponerem, et sex lineis interpositis ferreum scipionem sisterem: si omnes hae partes fervidae sunt, et gymnotus tangitur, loci *m a b c* et scipio ferreus percussionem edunt, ut hic prunae solae fluidum ad *c* et fistulam scl. duxerint.

11) Si rima *n* arido carbone expletur, a loco *E* major fit percussio, quam a reliquis locis.

12) Si gymnotus duobus metallis quorum alterum cupreum, alterum ferreum est, quorumque alter quisque finis filo orichalcico ferruminatus est, ferreus semper scipio vehementius percutit, quanquam cupreo magis irritari piscis videtur.

Haec fere sunt, quae beatus meus pater observavit. Liceat mihi nunc, quae inde sequuntur, excerpere, eaque cum iis, quae alii, rerum naturae scrutatores, recentiores praecipue, de ea re experti sunt, comparare.

1) Fluidum hujus piscis ad humanum corpus delatum singularem commotionis atque manationis, eundem auctore *Humboldtio* *) fere sensum movet, quo galvanicum flumen sauciam corporis partem afficit.

*) V. l. c. p. 81.

2) Sonus editur, cum ex pisce fluidum ad conductorem transit; id quod ad hoc usque tempus neque in electrico gymnoti fluido, neque Rajae torpedinis, aut alius piscis observatum est; experimentis §. 16 et 17 dubio vacat.

3) Fulgor apparet, cum fluidum emanat ex conductore in conductorem, quin, si piscis multum secernit, ex ipso corpore.

Id posterius imprimis est memorabile, quod antea in nullo pisce electrico est observatum, *Walsh* *) *Ingenhous* **) nominatim et recentiori aetate *Fahlenberg* ***), nunquam igniculos ex gymnoto elicere poterant, quos, et quidem infirmos, non nisi fluido transmanante ex conductore in conductorem, observabant. *Humboldtio* ****) ne fulgorem quidem fluidi transmanantis ut videret, contigit. Mira haec patris mei et veterum recentiumque observationum varietas inde potissimum proficisci mihi videtur, quod ille ad experimenta gymnotis infractis utebatur, eosque conductoribus amplioribus, non filis ferreis contingebat.

4) Omnes videtur homines et plura bestiarum genera simili molestia afficere, ut autem exempla eorum rara sunt, qui electrica vi prorsus non moventur, sic *Flagg* *****) etiam in *American Transactions* mulieris mentionem facit, quae pisces hos, nulla concussione percepta tractare poterat.

*) V. Journal de Physique 1776. Oct. S 331.

**) Ejus vermischte Schriften V. I. P. 412.

***) Gilberts Annalen der Physic T. XIV. P. 419.

****) L. c. P. 113.

*****) V. Gilberts Annalen l. c. 420.

5) Percussiones, quae in corpus humanum transmittit, ea praecipue extremitas superior in quam transfluit, et alterius lateris pes sentit.

6) *Magno hominum* numero communicatur, praecipue vero per brachia.

Quod *Bajon* contendit, si plures homines manus inter se committant, brachium tantum, qui fluidum recipiat, percuti, ab *Humboldtio* quoque non est confirmatum.

6) Injucundus sensus manationis tanquam formicarum repentium continuatur, dum piscis tangitur, percussio autem, non nisi iterata contrectatione iteratur.

8) Omnia, quae, cum fluidum istud in conductorem transit, sensibus apparent, animadvertuntur, si piscis unus tantum locus tangitur, ceterum ipse paene solitarius factus est. *Humboldtii* *Observationes* de hac re plane consentiunt, quae ideo gravis est, quod ut nonnulli, *Humboldtius* nominatim et *Gay Lyssac* *) observarunt, *Raja torpedo* tunc modo percussiones edit, cum duae ejus superficies tanguntur, et tangens cum pisce clausum efficit orbem.

9) Inter plures conductores fluidum hoc plurimum ab amplioribus emittitur.

10) Metalla, aqua, corpora humida carbones aridi et candidi conductores sunt.

11) Isolatores sunt: pellis piscis siccata, resina, cera sigillata, vitreum, capilli, pennae, lumen flagrans, aer, oleum, lignum aridum, cannabis vel linum et quae inde texuntur.

*) V. *Gilberts Annalen der Physik*, T. XXII.

12) Percussionum vis, quas hi pisces edunt, ut musculorum motus refertur ad piscis magnitudinem robur, valetudinem et alia, et ad usum fluidi, quippe quod tum exhauriri, tum accumulari potest.

Omnes fere physici, quibus gymnotum electricum rajamque observare copia facta est, imprimis Humboldtius, experimentis cognitione dignis id arguunt.

13) Brevius effundit piscis extra aquam fluidum illud, si plane solitarius factus est, quam si non plane. Digna esset haec observatio accuratissima inquisitione, quoniam verisimile fit, piscem hanc electricitatis suae partem ex ipsis rebus circumdantibus trahere.

14) Ex omnibus corporis partibus emittitur, vel ex vulneribus et ore.

His optime consentiunt *Humboldtii* observationes; *Bajonis* non quidem prorsus sunt consentaneae, cum interiorem oris superficiem argenteo filo se contrectasse affirmet, nulla percepta concussione. Quandoquidem vero piscis non continuo sed arbitrio quodam eas emittit, non repugnat rei supra dictae. *Humboldtius* nulla de cavo oris atque vulneribus experimenta fecit.

Notandum hic est, rajam torpedinem tunc modo percussiones mittere, cum electrica ejus organa tanguntur: ut quidem *Humboldtius* et *Gay Lyssac* animadverterunt.

15) Fluidi effusiones etiam post necem, i. e. post interclusam respirationem aliquamdiu continuantur, diutissime ab organis electricis.

16) Cum effusione fluidi motus est proprius junctus, qui a

capite ad tergum patet, et in organis electricis praecipue sedere videtur.

Ipse *Humboldtius* *), cum gymnotus fluidum effundebat neque in capite, neque in pinnis, neque electricis organis minimum potuit motum animadvertere. Sed cum raja electrica effundens suam vim, miro modo ut *Humboldt* et *Gay Lyssac* observarunt, convellitur in pinnis pectoris, patrisque mei observatio distincte id docet, neque est, quod eam repudiemus, nisi accuratissimo examine, nullum esse motum sit probatum.

Auctore *Fahlenbergio*, cum piscis aliquamdiu extra aquam ad experimenta erat adhibitus, colorem mutavit **), quod forsitan ex illa, a patre meo eadem in causa observata exsudatione humoris viscerati intelligitur.

17) Effusio fluidi hujus a cerebro piscis pendere videtur.

Confirmatur id *Humboldtii* quoque observatione, qui postquam gymnotum ita dissecuerat, ut dimidium anterius cerebrum et cor, posterius organa electrica contineret, organa haec nullam suam vim exferebant. Rajae quidem electricae vim a nervorum systemate pendere, multis experimentis est probatum, praeterea si addis, ex observationibus recentioribus calorem animale, perfectas deinde secretiones, ut urinae a cerebro pendere, hoc omnibus fere secretionibus majoribus materialium et ponderabilium et imponderabilium in animalibus praesse videtur.

*) l. c. p. 86.

**) l. c. p. 420.

18) Effusio fluidi a voluntate piscis dependet, et antiquiores et recentiores observationes de raja et gymnoto electrico factae nullum fere relinquunt dubium.

19) Gymnotus vi sua electrica ad corpora aliquantisper remota influere potest.

Quae *Williamson* et *Fahlenberg* de ea re observarunt, patri meo minime repugnant. Uterque viderunt, gymnotum quas bestias devorare vellet, eminus interficere. Rectissime *Humboldtius* dicit, pag. 115. si eandem vim, ut etiam *Pajon* cernere non potuisset, causam hanc esse sibi videri, quod gymnoti, quibus utebantur, minus cupide cibum appeterent. Sine dubio captivitatis etiam diuturnitas magnam faciat oportet voluntatis et naturae commutationem.

Ceterum notatu dignum est, rajam torpedinem, non nisi directe tactum, percussiones edere.

20) Gymnoti parva corpora et attrahere et repellere possunt. Probatum id non solum iis, quae §. V. relata sunt, sed etiam facultate modo dicta, in remota corpora agendi: dolendum vero est, inter omnia, quae quidem mihi constant, de gymnoto et raja observata nihil esse, quod positivam et negativam illorum piscium vim ostendat.

Haec gymnoti vis et quae de electricitate ejus omnino dicta sunt, multum valent ad opinionem, eam sicut fluidum electricum vim in electrometrum exserere, eumque movere posse, si accommodata est ejus rerum, circumdantium compositio; quam *Humboldtius*, saepe re tentata, nullum agitati electrometri vestigium detegere posset. Sed verisimile est, si electrometer in

experimento §. XVII rimae *n* admotus fuisset, laminas ejus quoniam hoc loco magna fluidi vis erat, divertisse.

21) Magna metalli pondera piscem moleste afficiunt.

Hoc etiam gymnoti proprium a patre meo primum est detectum, sed experimentis certum et indubitatum stat; causa videtur in piscis vi electrica ponenda esse; magna enim metalla piscem invitum attrahere videntur, quod quasi vi coactus cum ad certum gradum appropinquavit, in conductorem fertur, et in experimento §. VIII. nro. 3. malleus, qui a pisce in aquario remotus erat, vehementer percutiebat.

22) Ex omnibus his intelligitur, hoc fluidum ejusque effusionem tum leges fluidi electrici tum musculorum et nervorum sequi, neque a vero abhorret, organisatum, i. e. vitali vi temperatum electricum fluidum esse.

DOCTISSIMO DOMINO AUCTORI

P R A E S E S.

Egregio Tuo specimini, quod non mutatum reddidi, nil quod adjiciam habeo, nisi putare me, qui Te hortatus' sim ad Tui patris observata memoratu dignissima edenda atque aliorum observatis illustranda, de scientia naturali non parum esse meritum. Plura verba facere possem de ingenio Tuo, de diligentia, de morum suavitate et candore, atque etiam facere haud omitterem, nisi haec omnibus, qui Te norunt, satis essent cognita, et ipse, ne Tuam modestiam offenderem, vererer. Igitur oro tantummodo atque rogo, ut sors futura Tibi sit secunda, meque inter amicos habere pergas. Vale!

Tubingae

Mense Julii 1819.

Dr. F. A. G. Emmert.





