

MICHAELIS GLOESENER

EX

HAUT-CHARAGE IN MAGNO DUCATU LUXEBURGENSE

MATHESEOS ET PHILOSOPHIÆ NATURALIS

IN ACADEMIA LEODIENSI CANDIDATI

NEC NON MEDICINÆ STUDIOSI

COMMENTATIO

AD

QUÆSTIONEM AB ORDINE DISCIPLINARUM MATHEMATICARUM ET PHYSICARUM
ACADEMIÆ LEODIENSIS, EX HISTORIA NATURALI.

A. MDCCCXIX.

PROPOSITAM,

*Qua quæritur et diversarum opinionum de fabrica usuque vasorum plan-
tarum enumeratio chronologica, et quæ sit harum opinionum optima,
expositio.*

QUÆ PREMIUM REPORTAVIT D. II MENSIS OCTOBRIIS A. 1820.

P R O O E M I U M.

PERICULUM mihi pro juvenili aetate et exiguis viribus facturo quaestionem tractandi anatomico-physiologicam, ab ordine scientiarum physicarum et mathematicarum propositam non inutile est visum, quaedam praemittere cum de sensu quo eam esse capiendam putavi, tum de ordinis atque instituti ratione, quam in ea tractanda secutus sum.

Per vasa, sensu stricto in anatomia et physiologia plantarum intelligimus canales parvulos sat longos tamen et continuos, membranis propriis et diversis ab omnibus caeteris partibus compositos, succum aut aërem vehentes. Hoc sensu duplex vasorum genus plantis inesse in ipsa quaestionis tractatione evincemus, videlicet vasa fibrosa et vasa spiralia eorumque metamorphoses, ac denique vasa peculiaria, quae interim vasa propria appellare licebit. Primo itaque hoc voluisse ordo clarissimus mihi videbatur, ut propositae quaestionis responsio circa fabricam et funciones triplicis illius vasorum generis versaretur. Quum vero nec funciones vasorum nec fabrica ipsa apte exponi queant, quin de systemate celluloso sermo sit, ejusque notio clara habeatur; quum denique per vasa sensu latiori sumpta plures veteres quaslibet cavitates intellexerint, ut ad finem quaestionis propositae perveniamus, nobis simul de systemate celluloso erit disserendum; sed ita tamen, ut praesuppositis levioribus tanquam cognitis ob amplam difficilemque tractandam materiam paucis constringamus, quae gravioris videntur momenti, et statuamus, quid de veterum opinionibus circa vasa sit cendum, insistentes iis rebus magis, de quibus lis nondum est peracta. Deinde eo consilio praesertim propositam esse quaestionem existimavi, ut a juvene, periculum facturo non omnes opiniones, quaecunque demum illae sint, sed diversae tantum et praecipuae, leviores alias, et quae minoris momenti sunt, jam ipsas amplectentes, adferantur, haec vero pro et contra, in quantum fieri potest, critice examinentur, atque ita perpendantur, ut appareat, quid, si vegetabilium oeconomiam cum animalium comparemus, si plantas diversas inter se, ju-

niores cum adultioribus, si organa functionum plantarum cum animalium conferamus, si denique eodem modo procedamus, quo fit in physiologia animalium, analogia nimirum, inductione, observatione et experimentis utentes, quid inquam, sit censendum de circulatione humorum in plantis, an eadem, utrum diversa sit, et si sit, in quantum sit diversa ab animalium, utrum ad humorum ascensum vasa requirantur quemadmodum in animalibus: utrum vasa diversa diversas quoque habere videantur functiones sicuti in animalibus, quibusnam in vasis succus ascendat, quam directione, et quibusnam mediis vel qua vi hoc fiat, verbo ut appareat, an physiologia plantarum hoc sub respectu habeat principia certa atque solida, utrumne huc usque hypotheses alias aliis tanquam multo probabiliores juxta hodiernum scientiarum progressum selectas retineamus, et doctorum novas observationes et experimenta desiderantes.

Ex his jam observatis, ordo, qui in hac tractatione erit observandus, sponte fluere videtur, ita, ut tota quæstio commode dividatur in duo capita majora, quorum alterum fabricam systematis cellulosi et vasculosi complectatur, alterum vero circa utriusque functiones versetur. Quodlibet vero caput in plures sectiones rite dispescitur, quarum quatuor continebit prius, ita quidem ut sit agendum, in sectione

Prima de tela cellulosa,

In secunda de vasis fibrosis,

In tertia de vasis spiralibus, eorumque metamorphosis,

In quarta denique de vasis propriis.

Caput alterum duas sectiones comprehendet, ita ut agatur apte in priori de functionibus cellularum, vasorum fibrosorum et propriorum simul, in posteriori vero de functionibus vasorum spiralium eorumque metamorphosium. Quamlibet denique sectionem in pertractanda quæstione rursus distribuemus in partes plures, tum sponte ex materia ipsa fluentes, et ita procedemus, ut, ubi plures opiniones diversæ circa idem objectum vel eandem materiam examinandæ sunt, eas successive pertractemus, collocatis, quas habemus post argumenta singula annotationibus, et in fine quid de tractata opinione sit censendum statuamus, simulque ex singulis diversis tractatis verisimiliorem eligamus, et denique ad aliam materiam transeamus. Singula nunc propius perscrutemur.

CAPUT PRIMUM.

SECTIO PRIMA.

DE TELA CELLULOSA.

PER telam cellulosem intelligimus collectionem cellularum tenuibus inter se junctis membranis constitutarum; cellulæ vero hæ exhibent formas diversas, modo sphaericas, modo angulosas, hexagonas, aut pentagonas. Veterum opiniones circa telæ cellulose structurem variant, minusque ad veritatem accedere videntur.

Grewius nexum internum diversarum partium plantarum expositurus, eas fibris compositas supposuit, quarum aliæ in plantæ longitudinem sese extendentes vasa formant, aliæ vero medullam, insertiones medullares, et parenchyma corticis constituentes, lateraliter currunt, situm horizontalem magis occupantes. Addidit auctor, vasa per transversum inter insertiones collocata et fibris circumdata in fasciculos colligi.

Fibrarum implexum modo cum canistri textu comparavit, modo telam cellulosem cum vini spuma, fermentationem subeuntis contulit; ex quo sat patet, totam telam cellulosem, Grewio magistro, nil nisi fibrarum horizontalium et verticalium implexum fuisse, unde utriculi, (cellulæ) et tubi, (vasa) nascerentur.

Malpighius dubie hac de re locutus est; icones tamen, quos exhibuit, utriculos, vasa utriculiformia separatim et ab invicem distincta exhibent.

Duhamelius nihil observatu dignum circa telæ cellulose structurem reliquit.

Hedwigius et Mayerus, Malpighii doctrinæ inhærentes, vasa, nec non vas-

culorum retia inter cellulas supposuerunt; unde vasa revehentia, vasa telæ cellulosa, vasa nutritiva. Vasa lymphatica Hedwigii nil nisi telæ cellulosa dilaceratae reliquiae juxta Sprengelium sunt, epidermidi adhaerentes.

Quae sentiunt recentiores circa telæ cellulosa fabricam, habentur sequentibus: tela cellulosa, dicunt aliqui, contextum continuum ab origine efformat, sic Rudolphi (1), Mirbelius (2) et (3) Linkius, juxta alios composita est ex globulis vel vesiculis, quae, dum sibi affines evadunt, sese jungentes contextum cellulosa producunt. Sic Sprengelius, (4) Treviranus (5) et Linkius (6).

Rudolphi et Mirbelius continuitatem inter cellulas perfectam defendunt, ita ut paries cellulosa unius sit simul paries alterius et vice versa, quin unquam aut parietes aut parietum partes duplae existant.

Sprengelius et alii fere omnes telam cellulosa evolutam et formatam semel continuam sustinent, inter cellularum parietes vero Treviranus meatus intercellulares suspicatus est.

Linkius continuitatem admittit quidem, sed repetitis crebris experimentis in parietum oris ductus intercellulares in quibusdam plantis agnoscit.

Cellulae igitur ab origine rotundae, retinent saepe hanc formam, mutua vero attractione parietum aliam angulosam induunt.

Hinc fit, ut in sectione transversa facta, hexagonae, pentagonae, quadratae, elongatae et irregulares spectentur. Quum cellula adjungitur cellulosa, sicque plane alteri inhæret, eo plura relinquuntur interstitia, quo diutius forma rotunda originaria persistit, imo forma hac in angulosam mutata, relinquuntur interstitia, parietibus sese ubique non æqualiter attrahentibus; interstitia hæc *interstitia intercellularia* dicuntur, nec inter cellularum parietes ipsos sed ibidem loci, ubi cellulosa non sunt in contactu ob formam haud planam, existunt. Ex cellulis

(1) Vid. Rudolphi, Anat. et physiol. der pflanzen.

(2) Vid. Brisseau de Mirbel, Traité d'anatomie et de physiologie végétales.

(3) Vid. Link. Grundlehren der anatomie et physiologie der pflanzen.

(4) Vid. Sprengel. Vom bau und der natur der gewächse.

(5) Vid. Trevira. Biolog. vol. 4.

(6) Vid. Link, Beyträgen der anat. et physiol. der pflanzen, ad librum citatum.

sæpe plures dilacerantur, sicque cellulæ, quas lacunas dicunt, oriuntur, (vasa pneumatica Rudolphi): tela cellulosa plurimas, non omnes tamen vegetabilium partes occupat: parenchyma vocatur, dum constat e cellulis paulo majoribus, succo repletis; in partibus plantarum exterioribus corticem epidermide obductum, in centro medullam (vasa medullaria Moldenhaweri) constituit. Parenchyma multarum plantarum, v. g. liliacearum succulentarumque, cellulæ majores elongatæ, angustæ tamen verticaliter percurrunt, cum aliis nullam communicationem alentes, et *meatus intercellulares* a Linkio vocatæ.

Tela cellulosa composita dicitur, dum continet cellulas dictas aëreas, v. g. in sambuci, rosarumque speciebus clare spectabiles: cellularum minorum ordines verticales, per longitudinem alias majores percurrunt. Aliæ cellularum series a centro corticem versus in horizontalem situm derivantur, radii medullares dictæ angulumque rectum unumque contextum continuum cum verticaliter dispositis faciunt, ita ut partes inter se cohærere non vi fibrarum, sed continuitatis effectum concipiantur.

Interstitia hæc singula et meatus inter cellulares, non propriis membranis gaudentia, verum cellularum contiguarum parietibus clausa, pro vasis haberi nequeunt.

Ex omnibus dictis in summam collectis patet, 1^o. cellulas ab origine esse vesiculas, sive globulos rotundos, qui dum sese paulatim evolvunt, se premunt, sibi affines evadunt, parietibus invicem junctis, telam integram cellulis diaphanis compositam constituunt; cellularum autem parietes esse necessario duplos, in ornithogalo luteo, et quandoque in cucurbitæ caute distinguendos, 2^o. cellulis formam cylindricam, prismaticam aut angulosam induentibus, oriri interstitia, alia latiora sed breviora, alia elongata, angustata tamen, cellularum parietibus producta, et meatus intercellulares dicta.

3^o. Existere in tela cellulosa cellulas dilaceratas sive lacunas; cellulas majores situm verticalem, minores vero horizontalem sequentes. 4^o. Nulla esse vasa per telam cellulosam libere currentia, communicationemque inter cellulas, interstitia et vasa vera, instituentia; vasa Hedwigii et Mayeri, necnon interstitia intercellularia Trevirani esse imaginaria, aut pro identicis habenda cum Linkii ductibus intercellularibus; Hedwigii vasa lymphatica vero cellulas dilaceratas; fibris Grewii

in plantarum œconomia locum non esse, sed continuitatem regnare haud ulla communicatione mutua inter partes diversas relictâ.

Quum igitur telam cellulosam continuam dicamus, succum tamen ex cellula in alteram, ex interstitiis in cellulas et vice versa transire et observationes et experimenta extra dubium ponant, quæstio movetur, quomodo transitus hic fieri queat; utrum cellularum parietes interni perforati et aperturis notati sint, per hasque succus libere transeat, an vero sudet succus per poros invisibiles, quemadmodum id in animalium œconomia contingit? Quæstionem utramque successive nunc propius examinemus, et eam quidem, vi cujus succus non per poros conspicuos, sed per invisibiles transit ex cellula in cellulam, ex vasis in cellulas, confirmant argumenta sequentia: 1°. si aperturæ in cellularum membranis existant, non potest explicari phœnomenon hoc, cur succus tinctura infectus, in una cellula sit, et non simul in altera vicina; necessarium enim esset, ut foret in cæteris vicinis simul inter se communicantibus, quod tamen non observatur: hoc in iis præcipue contingeret, in quibus succus coloratus abundat, v. g. in *Amaranthi* speciebus; ibidem loci succus haud coloratus profecto coloratum adeo redderet tenuem, communicatione interposita, ut succi colorati transitus lentus sine dubio locum haberet; quod non monstrat experientia. In sparganio erecto cellulæ coloratæ distinctissime ab incoloratis separantur: (1) hoc roborat præterea Linkii observatio, qui vase lactifero, acu solummodo tacto, succum scaturientem vidit: tela cellulosa, inquit, probabiliter contactu excitata, sese contrahens, succum tenuibus poris invisibilibus exprimit. Quum nunc succus adeo consistens, uti continetur vasis lactiferis, celeriter emergat, quam facile humores per membranas plantarum sudare queant, intelligitur, quin aperturas et interruptiones admittere opus sit.

2°. Pili plantarum, radicum capillamenta absorbent atque secernunt; radiculæ e terra humores hauriunt; quæ veritas extra omne dubium est posita: quum vero nec pilos, nec capillamenta, nec radículas ipsas, aperturis aut poris visibilibus notata esse, fateantur physiologi omnes, etiam ii, qui microscopiis valde

(1) Vid. Link, Nachträgen der Anat. physiol. p. 5.

compositis armati observationes circa partes modo dictas instituerunt; non potest non admitti, hanc absorptionem atque secretionem vero per poros invisibiles sudandi modo fieri: jam vero si res ita se habet, cur eadem succi transmigratio in cellulis internis existere desinat? Cur non succus vi organica sudet de cellula in alteram? Inductione enim et comparatione uti vera physiologiæ via est. Hoc confirmat ulterius observatio quotidiana, quod plantæ cæteraque vegetabilia, ob humorum penuriam vitam miseram tristemque trahentia eamque vix continuantia, simul lætari et increscere incipiant, quam primum eorum radices aqua conspergantur; quomodo vero aqua tam cito partes superiores præter inferiores irrigare valeret, nisi ubique per radicularum epidermidem immediate transsudaret; per aperturas enim quæ in radicum radicularumque extremis sunt, hoc certe tam brevi tempore fieri non posset (de vi hac vitali plura infra).

3°. In animalium œconomia humores per membranas magna in quantitate sudare, nullus est qui dubitet, v. g. in vesicula fellea bilis per parietes sudat, duodenumque, etc. colorat: imo physiologi transitum mechanicum ob cursum nimis regularem vitæ nocere contendunt; cur ergo hujus modi transmigrationis possibilitas denegetur in plantis? An non eadem, qua animalia lege vegetabilia teneri voluit natura? An non natura secum ipsa semper est in harmonia? An non eadem causa eundem continuo producit effectum? Vim vitalem igitur, quam plantis sicuti animalibus indidit natura, succi transitum in his tam bene quam in animalibus fovere, nihil est quod contradicat.

Fatemur quidem, hinc indeque singulatim occurrere cellulas perforatas, veramque communicationem cum proximis partibus alentes, v. g. in pinis acerosis præcipue spectabiles; sed has cum Curtio Sprengelio (1) pro cellulis mutatis habemus.

Mirbelius, qui opinionem contrariam, id est communicationem veram inter cellulas pororum ope præcipue defendit, innititur sequentibus:

1°. Est veritas extra dubium posita, membranas vegetabilium numero infinito pororum invisibilium humoris transitum foventium, esse præditas; est, in-

(1) Vid. Curt. Sprengel. anleitung. zur Kräuterkunde erst. th.

quit, vera succi transpiratio insensibilis de cellula in alteram : verum natura media multo efficaciora, ad plantarum vitam sustentandam excogitavit : pori, microscopio visibiles humorum transitui favent : his semel admissis phœnomena omnia, rejectis vero, nihil, explicantur.

Ast, ut mihi videtur, existentia realis rei cujusdam in scientiis naturalibus nunquam tanquam certa est admittenda, quamdiu non concipiuntur rationes graves, quas habuerit natura, ut ad scopum suum perveniret : in œconomia naturali mediorum necessitatem non imaginatio, sed ipsius naturæ observatio indicat; verum supra attulimus argumenta positiva, e quibus, non videri, naturam selegisse communicationes mechanicas qua succi transitus media, sed ut sudet ille per cellularum membranas, quemadmodum in animalibus accidit, voluisse eam, luculenter patet. Cæterum Mirbelius ipse poros visibiles haud esse necessarios fatetur; hæc enim ejus verba sunt : « multa organa non aliter, nisi transpiratione insensibili per membranas haud perforatas succum recipiunt. » (1)

Si ergo in his aut illis cellulis transudatio fieri potest, cur non ita sit in cæteris? Effectus producendus est idem et causa productrix eadem, nimirum vis vitalis et stimuli externi; (Vid. Cap. secund. sect. 1^a.) quæ transpirationem aut secretionem (quid enim transpiratio aliud est quam secretio,) in plantis sicuti in animalibus producant.

2^o. Dicit humorum transitum membranarum aperturis vel poris visibilibus multum facilitari, easque consequenter admittendas esse; sed observamus, talem transitum per poros visibiles licet faciliorem, tamen nocere potiusquam prodesse naturæ scopo, qui in eo consistit, ut succus elaboretur, præparetur et proinde decomponatur, quod facilius certe lenta transudatione quam libero transitu obtinetur. Porro repete dicta ad numerum 1^o.

Deinde auctor ad mediorum œconomiam tanquam argumentum forte theoriæ suæ appellat. Veritas hæc evidens est, sed cave, ne cum Mirbelio concludas, cellularum membranas esse perforatas, ob hanc enim œconomiam præsertim nihil in naturam introducimus, quod non sit necessarium.

(1) Vid. Mirbel. Défense de sa théorie, page 18.

3°. Mirbelius ex analogia (vasorum scilicet cum cellulis) poris veris atque conspiciuis cellularum membranas esse notatas conjecturavit, hujusque analogiæ convenientiam cum observationibus suis omnino quadrare postea reperiit. Ergo, etc. (1)

Sed annotandum habemus, ex analogia nunquam conclusionem certam deduci, et ne ullam quidem deduci posse, quamdiu rerum comparandarum identitas non prius constiterit; verum multum abesse, quin analogia hæc vera sit, quinque poris ac fissuris vasorum parietes obsiti sint, alibi probabilissimum reddemus: et quod attinet observationes ejus, animadvertendum est, loco verbi *reperiit*, potius substituenda videri verba *reperiisse se credidit*; sed superest, ut observationum competentia extra controversiam ponatur, quum cæteri physiologi fere omnes sentiant contrarium.

4°. Instat auctor dicens: si pori visibiles, quos vidi ego, non viderint alii, an hæc est ratio sufficiens concludendi, eos non existere: fatemur quidem, conclusionem eam separatim consideratam, esse mancam, sed hæc altera: Mirbelius poros veros vidisse se indubitanter credidit, ergo existunt, an magis valet? Facta loquuntur, communicationem mechanicam inter cellulas et vasa, non solum non esse necessariam, sed nocituram forte potius quam profuturam fore; porro auctoritates hac in re legem faciunt, quum omnes recentiores unanimes consensu communicationes dictas in plantis haud existere affirmant.

5°. Tandem allegat difficultatem observandi, microscopio utendi necnon objectorum examinandorum tenuitatem, quibus omnibus facile observatores in errorem induci possint. Vera hæc profecto sunt; sed cur in assertionem theoriæ adferantur, quæ eam potius destruunt? Si difficultates relatæ vinci potuerint, uti vicisse se putat Mirbelius, an non millies probabilius est, eas superatas fuisse potius a pluribus aliis observatoribus dexteris, qui crebris experimentis circa easdem, quas Mirbelius observavit plantas, repetitis, iisdem instructi microscopiis frustra pro hac theoria laborarunt. Auctorem amylo, parvis granis ex aliis corpusculis et materia viridi-tingenti ortis etc. deceptum fuisse credit Linkius. Pari modo succos e vasis sudare in cellulas intelligendum.

(1) Vid. Mirbel. Défense de sa théorie, p. 26.

Ex omnibus collectis theoriam Mirbelianam nequam, oppositam autem profecto in ipsa fundatam esse natura, patet, cui materiae finem imponimus cum ipsis Trevirani verbis. (1) « Der durchgang der grundstoffe durch häutige scheide-wände ist überhaupt in der ganzen lebenden natur das mittel, wo durch gänzliche veränderungen der mischung von flüssigkeiten bewürkt werden; nie tritt eine solche umwandelung ein, wo ein gefäss sich unmittelbar in ein anderes öffnet; wenn nicht etwa der flüssigkeit des ersteren andere vorschiedenartige säfte zugemischt werden. Ein mechanisches durchschwitzen bei jenem übergang anzunehmen, ist ganz und gaz unrichtig. »

SECTIO SECUNDA.

DE VASIS FIBROSIS.

Tela cellulosa substratum omnium plantarum, præcipue autem imperfectiorum, in quibus fere unice reperitur, dicenda est: ast, quo perfectior et quo elaboratior est organisatio, eo plura archetypa in plantis sese evolvunt, quæ consentione sua mutua perfectionem augent.

Forma originaria a cellulis prima, est fistulosa sive consistens canalibus parvis, qui oculo nudo qua fibræ, sub microscopio vero evidenter qua canales aut tubi inspiciuntur: et inde eorum nomen vasorum fibrosorum.

Malpighius vasa hæc perbene descripsit, quamvis ea jamjam cum cellulis confunderet (2). Grewius ea quoque recognovit. Tournefortius locutus est de origine fibrarum ex cellulis. Sed uti in aliis disciplinis haud raro, ita in physica frequenter accidit, ut, qui primi rem quamdam tractare cœperunt, in hac memorabiliores faciant inventiones, nulloque præoccupati cæco systematis amore ipsam veritatem studiosius quærissent et facilius inveniant, quam qui deinceps in eodem negotio occupantur, ubi nimis suis ipsi viribus confisi fideles duces, qui

(1) Vid. Trevir. Biol. vol. 4. pag. 116.

(2) Malpighii opera omnia. l. 119. B. l. r. p. 22 et alibi.

præcesserunt, relinquunt, errare cœperunt, alii indulgentes fingendi ingenio, alii abusi oculis armatis, vel istos parum curantes, alii inhærentes nimis ideæ, omnem vegetabilium organisationem ex unica, simplicique cellularum forma deducendi, alii denique impediti vel chemicis vel mechanicis placitis.

Atque hinc factum est, ut vel ea in dubium vocaverint, quæ in diem collocasset improbus Malpighii et Grewii labor; ut Sprengelius, Moldenhawerus, Mirbelius et alii plures vasa fibrosa existere penitus negarint; quum duo priores ea pro tela cellulosa habuerint, Mirbelius vero ne verbum quidem de his vasis in suis operibus monuerit; cui opinioni assentiuntur Treviranus (1) et Rudolphi (2). Attamen his non obstantibus Medicus (3) (et Du Petit-Thouars (4)) vasa fibrosa admiserunt. Equidem perfacile quoque fuit vasa hæc haud dignoscere; secant enim se invicem in cortice interiori sub angulis acutis, ita ut interstitia relicta cellulis parenchymatosis haud dissimilia sint. Elongatis etiam ita mixta et quasi intertexta sunt, ut non nisi magna cum difficultate distingui queant. Verum tamen, quo facilius, tum mirifica vegetabilium organorum subtilitas, aut arcissima cum proximis organis concretio, tum frequens et molestus haud minus quam subdolis microscoporum instrumentorum usus physicos fallere potuerit, eo majori cautione usi sunt, ne in faciendis periculis deficerent; eoque crebrius et diligentius in insignem quarumvis plantarum numerum instituenda repetiverunt experimenta: sic Linkius (5), Treviranus (6) et Curtius Sprengelius (7) vasorum fibrosorum existentiam indubitanter demonstraverunt, eaque paucis ita depinxerunt: vasa hæc sunt simplicia, ramos haud excitant; eorum diameter centesimam vigesimam vel centesimam sexagesimam lineæ partem exhibet, identidem a fasciculo ad alterum circumcirca ludentia, transeunt, uti jam

(1) Vid. Trevi. Vom indigen Bau der Gewächse, p. 26.

(2) Vid. Rudolphi. Anat. et physiol. der Pflanzen, s. 225-226.

(3) Vid. Medicus Beiträgen zur Pflanzen anat., 3. h. s. 149.

(4) Essais sur l'organisation végétale, p. 148.

(5) Vid. Link. Nachträgen zu den Grundlehren der anat. et phy., s. 16.

(6) Vid. Treviran. Biol. v. 4. s. 17.

(7) Vid. Curt. Sprengel. Anleitung zur Kräuterkunde, erst. th. s. 25-27.

docuit Malpighius, hoc autem in arborum truncis præsertim manifestatur. Insecta per transversum cylindrica, prismatica raro apparent, ab apice ad pedem per plantas haud interrupta non currunt. Facile admodum ibidem loci, ubi rami ramulique in truncum transeunt, eorum fibras vasorum fibris conjungi, et caulem quasi efformari, perspicitur. In eodem quoque trunco in iisdem ramis interrupta percurrunt, superioribus inferiora recipientibus (vel inferioribus sese applicantibus), sicque conjunctionem mutuam producentibus; unde fit, ut in extremis communiter pro canalibus diaphanis, acuminatis, modo longioribus, modo parum brevioribus habeantur: hoc ex tiliæ platanique corticum, per longum insectorum, indagine elucescit. Vasa hæc sub cortice celluloso plerumque inveniuntur cum cellulis elongatis librum constituentia.

A via recta satque parallela quandoque non declinant, obliquantur tamen plerumque, a se invicem recedentia; modo rursus propius accedunt seque magis connectunt, spatiolisque ita inter ea ortis, situm horizontalem tela cellulosa corticis compressa, sub radiorum forma nanciscuntur, quod quælibet platani corticis insectio per longitudinem facta luculenter illustrat.

Fistulas vero has, quas vasa fibrosa nominamus, cavas esse, observationes primis anni mensibus circa quemlibet surculum salicis, populi, tiliæ, sambuci, etc. institutæ, necnon succorum copia ex iis exprimenda perspicue confirmant, in crassatis eorum parietibus in ligno vetustiori cavitas interna angustatur, quin tamen unquam evanescat, quod documentum, eorum officium esse humorem fundere, videtur. Distincte occurrunt in lino usitatissimo, cannabi, urtica, necnon in quorundam foliorum nervis; patent in arborum truncis et radicibus; insunt plantis plurimis, phanerogamis, filicibus, muscis, etc. qui vasa hæc pro cellulis habent, dicunt.

1^o. Ea nil nisi cellulas esse alias aliis appositas; diaphragmata enim oblique tubulos eos insecantia observari. Sed negamus hoc affirmantes, rem sese ita habere videri tantum, eo quod tubuli hi se invicem bini recipiant (vel se mutuo apponant sæpe), versus unam extremitatem in mucronem desinant, oclusi et cellulis elongatis haud dissimiles pateant. Porro si parietes obliqui interiores forent diaphragmata, multo regularius existerent, tubique ipsi breviores essent

quam revera observantur; sæpe quidem striæ obliquæ et puncta obscura v. g. in tiliæ speciebus apparent; verum nihil reale esse videntur: namque si conferantur plantæ plures aliæ, v. g. pinus larix, et spartium scoparium, rei similis ne vestigium quidem deprehenditur: vasa fibrosa tanquam canales cylindrici, recti, longi et haud interrupti animadvertuntur, diametrum sat magnum habentes; adeoque ex inductione, strias obliquas non vera esse diaphragmata, sed canales aut non interrupti aut in cœcum mucronem desinere, jure deducimus. Hæc confirmat comparatio inter vasa fibrosa et cellulas elongatas instituta, ex qua patet, has (cellulas) et valvulis suis obliquis perspicuis et majori diametro, a vasis evidenter differre, proindeque totam utrorumque fabricam diversitatem designare: (1) vasa hæc reperiuntur in plantis v. g. in lichenibus, veri nominis cellulis carentibus, adeoque cum cellulis non confundi possunt. Sunt quidem formæ, ubi transitus cellularum elongatarum in vasa fibrosa clarus videtur v. g. in cucurbita ovifera, etc. quin tamen locum revera habeat (2). In lini cannabisque fibris sub microscopio caute indagatis non diaphragmatis vestigium observavit Linkius, seque, ut consimilium fibrarum originem ex cellulis adeo brevibus explicaret, hypothesim periculosam admittere debuisse professus est: ex locis vero ipsis, ubi illa fibra in plantis viventibus occurrunt, ex harum indagatione cultri ope instituta sat superque patere eas fibras ex vasis spiralibus non oriri, et proinde eas pro vasis peculiaribus esse habendas affirmavit (3).

3°. Allegant multi, totam plantarum organisationem non nisi ex tela cellulosa consistere, imo vasa spiralia ipsa nihil aliud quam cellulas esse modificatas. Verum hypothesin hanc aperte negamus, eamque nec rationi esse conformem nec cum factis convenire, alibi verosimile reddemus, annotantes hoc loco solummodo, naturam non vim pati, in eaque nihil quod non sponte ipsa offerat esse quærendum, nosque systemati adherentes simplicitatem quærere, ubi ea diversitatem voluerit. Deinde hypothesis hæc ut vera foret, necesse esset, ut

(1) Vid. Treviran. Biolog. vol. 4.

(2) Vide. Curt. Sprengel Anleitung zur Kräuterkunde, erster th.

(3) Vid. Link. Nachträgen der, anat. et phys., p. 16.

singula explicaret phœnomena, atqui hoc non est; ergo, etc. Vasa enim hæc plantis advehere succum probabilissimum est. Vid. Cap. 2^m. Sect. 1^a.; jam vero si adsint diaphragmata, aut potius si ea vasa sint cellulæ, quomodo succi ascensus fiat? Per diaphragmatum aperturas vel poros fortasse? Sed has a natura ipsa denegatas ante probavimus; an ergo per ea sudet humor? Ast tum ea cum celeritate saltem, quacum contingere hoc nobis Halesius, aliique physiologi persuaserunt, fieri ascensus memoratus non posset. Dicamus igitur diaphragmata nulla adesse, adeoque vasa hæc non cellulas esse aliis alias oppositas, sed vasa sensu stricto sumpta constituere. Deinde vasa fibrosa nec fabrica nec mixtura cum ulla cellularum specie conveniunt (1).

Atqui a diversa fabrica diversaque mixtura ad diversam naturam concludere sanæ logicæ est. Denique Linkius tenui divisione sive melius adhuc maceratione leni vasa fibrosa a cæteris libri partibus ambientibus separasse se asserit. (2) Ergo cellulæ profecto esse nequeunt. Concludimus igitur ex dictis, vasa fibrosa esse veri nominis vasa, in plantis plurimis existentia eorumque fabricam talem esse, qualem supra configuravimus.

SECTIO TERTIA.

DE VASIS SPIRALIBUS EORUMQUE METAMORPHOSIBUS.

Plantarum caule, præsertim vero arborum trunco insecto vasa reperiuntur, fibrosis plerumque circumdata, quæ Malpighius, primus eorum detector, *spiralia* a compositione, *tracheas* ab officio vocitavit. Vasa hæc tenui, argenteaque lamina in spiram contorta constare; laminam vero ipsam, si ulterius microscopio lustretur, particulis squamosis componi (quod etiam in tracheis insectorum animadvertitur) affirmat.

Moldenhaverus contendit, ea constare ex tæniis in spiras convolutis, quarum oræ (les bords) paulisper concretæ fibrillis cellulosis secundum longitudinem productis coarctantur quæ vasis adjacentes ad majorem adstant firmitudinem,

(1) Vid. Curt. Sprengel, Anleitung zur Kräuterkunde erst. th.

(2) Vid. Link, Anhang der anat. et phys., s. 17.

quibus fibrillis vasa ipsa contrahi et distendi posse credit; pro iis sine dubio habet vasa circumjacentia.

Hedwigijs experimento, quo fluidum coloratum in vasa spiralia penetrare, ita, ut media parte vacua relicta, parietibus adhæreret, viderat, deceptus credidit, vasculum ipsum componi ex recto et haud interrupto canali gracili, ad aërem continendum destinato, quem circumdaret lamina contorta tenuis, chylum ducens, unde nomen pneumato-chyliferorum similibus vasis indidit. Cavitationem igitur ambire cavitationem alteram, sive filum internum ipsum cavum esse credidit, sed falso certe: non enim intelligitur, quomodo fili cavitas observari queat. Deinde opinio hæc dissectione anatomica plane infirmatur; si folium frangeretur, ut inspicerentur tracheæ, canalis iste internus verisimiliter animadverteretur; quippe qui non semper in eodem puncto disrumperetur, adeoque canalis pars superius, inferius sive exterius observaretur, quod tamen nemini successit: item separata a reliquis partibus trachea, ita ut ejus extremitates solummodo inhærent, vasis interiora, spiris valde extensis, facile paterent; et proinde animadverti debuissent, quod Mirbelio tamen non contigit (1). Nec ullum successum felicem eidem experimenta circa contextum exsiccatum, ubi profecto canalis internus a membrana ambiente separatu facilis fuisset, instituta præbuerunt.

Linkius, experimentis circa plures plantas sæpius repetitis, nullibi canalem interiorem in medio vasis collocatum observavit. Cæterum opinionem hanc rejiciunt alii physiologi, inter quos Bernhardus, sic optime dicens: « Vasa spiralia sæpe non adeo devoluta jacerent, si filum cavum pro se existens ambirent ».

Bernhardus dixit, vasa spiralia canali valde tenui, quem filum in spiram contortum, extensum atque apertum tenet, ut in sua positione contineantur, componi. Sed ille unicus et solus est, qui hanc defendit opinionem; Linkius, qui in multis plantis gracilem Bernhardi canalem quæsit frustra, in ipsa cucurbita ab auctore allegata non invenit. Lamina igitur ea membranacea canalis ad cellulas profecto pertinet, quibuscum eandem facile confundi posse, ipse Bernhardus fatetur, quam laminam et Rudolphio inspicere non contigit.

Primam igitur ex allatis opinionibus jure merito præferimus, qua vasa ex

(1) Vid. Mirbel. Notes justif. de la défense de sa théor., pag. 47.

lamina constant spiralter contorta, cujus spiræ se invicem jungentes ipsum canalem formant; laminæ autem hujus forma exterius concava interius convexa parum videtur, quo fit necessario, ut oræ interiora versus convolutæ emineant: et hinc striarum origo, in vasis existentium. Vasa igitur spiralia cochleæ haud dissimilia sunt. Laminæ earum sæpe non ex una simplici, sed ex pluribus laminis sive fibris intime connexis, juxta Curtium Sprengelium, ex 2, 3 — 9 constant. Vasa spiralia proprie devolvuntur (sie rollen sich ab); quod si contrarium obtinet uti in graminibus accidit, hoc ab eo pendet, quod ibidem loci jam ab origine magis concreverint. Evenit quandoque, ut circa telam cellulosam circumvoluta pateant, sed ratio in eo habetur, quod hæc (tela) per gracilia ac pellucida vasa spiralia transluceat. Tracheis hoc proprium videtur, quod et plantis et animalibus quibusdam insint uti v. g. insectis; ast vegetabilibus tamen imperfectioribus parcius distribuuntur, quam iis quæ structura gaudent perfectiori; in jungermanniorum seminum capsulis, in confervarum nec non marchantiarum ramis manifestantur: plantulæ tenerrimæ semini adhuc inclusæ desunt, apparent vero, dum illa germinare incipit; ex una parte a vasis fibrosis cellularumque cylindricarum ordinibus secundum longitudinem dispositis, ex altera vero a medulla circumdantur, quæ si desit, caudicis centrum occupant. In ligno igitur semper, in cortice nunquam occurrunt. A radicibus sursum in truncum, caulem et ramos disperguntur, in foliis vero curvatæ in rete implicantur, a nodo ad nodum novæ nascuntur, patent constanter in petiolis, organis sexualibus quanquam valde gracilescentia, nec anastomosin subeunt, quamvis aliqui contrarium contendunt.

Existunt in plantis plura vasa, quæ spiralibus multum similia, ad sequentia præcipua reducuntur: 1^o. Vasa scalaria, retiformia, punctata, annularia, moniliformia.

1^o. Vasa annulata (geringelte gefässe) sunt vasa spiralia simplicia, quorum spiræ a se invicem non recedunt (1).

(1) Vid. Link, qui hæc vasa a vasis spiralibus et annulariis distinxit. Nachträge zu den grund-
lehren der anatomie und physiologie der pflanzen, zweites heft. s. o.

2°. Vasa scalaria sunt vasa spiralibus consimilia, sed fissuris obliquis, irregularibus, curvatis et disruptis obsita.

3°. Vasa retiformia sunt vasa, ubi spiræ simplices a se invicem recedunt, et novæ emittuntur plures, quæ claudunt relicta inter simplices interstitia, ita ut retia parvula producantur.

4°. Vasa punctata sunt vasa, quorum parietes membranacei punctis obscuris protuberantibus et parvis sæpe striis interruptis prædita sunt.

5°. Vasa annularia sunt vasa, annulos distinctos, et parum a se invicem distantes, in situ fere horizontali exhibentia.

6°. Vasa moniliformia sunt vasa, in pluribus locis ita juncta ac contracta ut ex frustulis quasi oriri videantur.

Quæstio jam se sistit: utrum vasa allegata sint singula sui generis et ab origine diversa; an vero ex uno genere nascantur omnia; et, si sint generis communis et ejusdem naturæ, an genus hoc constituent vasa spiralia, quæ primo orientur et ex his modificatis proveniant ætate adultiori vasa scalaria, post retiformia, punctata, annularia, et postremo vasa moniliformia; utrum, docente Trevirano, vasa moniliformia exhibeant typum communem, ex quibus tempore orientur vasa annularia, deinde punctata, retiformia, scalaria et tandem spiralia? Quæstiones has singulas modo successive consideremus.

Opinio Bernhardi. Bernhardi vasa plantarum omnia sub duplici genere amplectitur, vasorum pneumaticorum nimirum et propriorum: sub illis comprehendit vasa spiralia, scalaria, punctata et annularia. Vasa hæc, inquit auctor, constant e membrana nec punctis nec aperturis conspicuis obsita, ornata tamen prominente filo spirali (bourrelet saillant), quod interiora superequitans, ipsam membranam tenet, ut aër et chylus intrare queat: filum hoc modo ipsi adhæret membranæ, modo liberum pendet. Hoc in casu vasa aut cochleæ formam exhibent, en vasa spiralia, aut annulos alios ab aliis intervallo quodam separatos, en vasa annularia; quod si filum adhæreat membranæ, multifarie in partes magis minusve longas dividitur, et hinc vasa punctata et scalaria. Accidit quoque, ut idem filum hic membranæ adhærens haud interruptum sit, ibi in partes dividatur, et sic alternatim excurrat; en vasa mixta Mirbelii; verum cum

prius hanc circa spiraliū structuram improbatam vidimus opinionem, de hac exposita modificatione sermo non amplius esse potest. Cæterum auctor ipse p. 41 systema suum evertit his verbis : « tubine propria gaudent membrana, an vero cellularum ambientium parietibus formantur? Quid! loquitur auctor de vasorum structuris, dum de eorum existentia dubitat.

Opinio eorum, qui, vasa spiralia et annularia pro typo generali admittunt, ex hisque modificatis cætera omnia nasci contendunt.

Solutionum ad quæstiones modo dictas vim exploraturo Linkio, balsaminarum, heliotropii ac pisi semina, nec non prunorum nucleos in terra serere, singulisque diebus unam ex plantulis germinantibus cultri ope indagare placuit : diebus primis, quibus germinabant, in balsamina alia quam annulata (geringelte) non patebant, exactis vero diebus aliquot, vasa devoluta clare dignoscebantur, exacta die decima quarta, vasa striis continuis vel haud interruptis; die decima octava vasa moniliformia fissuris obliquis, punctisque obsita apparebant, quæ postremo valde aucta cellulis ovalibus similia evadebant excepto, quod punctis distinguerentur : in pisis ætate juniore, quam in balsamina, vasa, fissuris obliquis obsita, adultiori vero moniliformia observabantur; in heliotropio idem, quod in balsamina, eveniebat. In prunis junioribus quoque primo vasa annulata tantum, postea vasa striata et serius moniliformia reperiebantur. Ex his nunc clare sequitur, vasa moniliformia non primo existere, et ex illis deinde nasci punctata, scalaria, et ultimo vasa spiralia, sed contrarium potius obtinere, nimirum existere primo vasa spiralia aut annulata, ex his deinde oriri vasa scalaria et punctata, etc. quandoque sub forma vasorum striis præditorum et demum moniliformium, quandoque etiam sine hac forma, hæc autem moniliformia ex vasis, striis obliquis præditis certo gigni. In gemmis in annum insequentem crescentibus plurium arborum, rosæ, castaneæ, etc. mense Octobri vel Septembri cultro anatomico indagatis, non nisi vasa spiralia inesse reperit Linkius, qui pariter trunco daturæ nicotianæque insecto gradatim a partibus superioribus ad inferiores descendendo mutationem spiraliū in scalaria, et horum in punctata confirmavit.

2°. Si consideremus, in radicibus junioribus hyacinthi, veltheimæ viridifloræ aliarumque plantarum indagatis, spiralia vasa reperiri, in radicibus tritici speltæ

per longitudinem insectis vasa deprehendi spiralibus similia, in ejusdem vere plantæ radicibus adultioribus vasa valde mutata, et a primis diversa, quid conclusione naturalius videtur, vasorum mutationem ibidem locum habuisse? Hæc ulterius magis adhuc roborant observationes sequentes: 1°. Vasorum metamorphosin præcipue succedere in plantis celeriter crescentibus eamque coincidere cum tempore, quo functiones eorum maxime exercentur, ita ut eo frequentior sit, quo majus et quo rapidius ipsarum incrementum est. Hinc structuræ diversorum vasorum causam in ipso incremento, et in iis, quæ illud aut accelerare aut retardare queant, quærendam videri: et ex eo quoque intelligi, cur non omnes sed aliquæ tantum vasorum species in eadem planta sæpe reperiantur.

2°. In plantis junioribus, in embryonibus, floribus, organis sexualibus, arborum fructibus et in universum in plantarum partibus tenerrimis occurrere solummodo vasa spiralia, in foliorum nervis, ubi vasa a partibus vicinis haud compressa aut repulsa libere se extendere queunt, patere vasa spiralia valde regularia; rarius vero scalaria sive punctata apparere.

3°. Aperturas et puncta vasorum ordine multo irregulariori disposita esse, quam dicant aliqui, imo vix aliquid irregularius esse posse, asserit Linkius (1).

4°. In organis inferioribus animalium et magis adhuc in plantarum natura legem sibi fecisse videtur partem unam transmutare in alteram, hocque eo magis, quo magis id conditionibus externis fieri potest.

5°. Metamorphoses vasorum, adeo claræ, adeo simplices ac multiplices manifestantur, ut vix dubium de iis relinquatur. Omnia hæc in pinis, abietibus nec non in tota vegetabilium œconomia, ubi simul existunt, simul quoque minora et simul mole majora sunt. Porro unum idemque vasculum partim sæpe spiralem, partim scalarem, et moniliformem formam exhibere, animadvertitur. Denique objectionibus hanc opinionem magis roborari quam debilitari mox videbimus. Ex dictis igitur elicimus, hypothesin, qua vasa spiralia et annulata forte in se diversa, prima in natura existere, ex iisque cætera scalaria, punctata, etc. oriri supponitur, a certitudine ipsa haud multum distare. Transeamus

(1) Vid. Link. Grundlehren der anatomie und physiologie der pflanzen, p. 58.

ad examen hypotheseos Trevirani, cujus theoriæ summa, ante omnia non inutiliter exponenda hæc est: « organica, inquit, (1) formantur, dum in fluidis vegetabilium vesiculæ ubique fere evolvuntur; conformatio autem ipsa eo magis ad telæ cellulosæ formam accedit, quo magis vesiculæ aliæ aliis conjunguntur. Primo non sibi invicem adhærent, postea vero sensim sensimque explicantur, aliæque cum aliis junctæ telam cellulosam efficiunt, relictis tamen interstitiis quibusdam, meatibus intercellularibus dictis. Vesiculæ, quæ omni sensu æqualiter evolvuntur, parenchyma corticis ac medullam constituunt; quæ vero crescunt multum in longum et parum in latum, telam cellulosam ligneam efformant. Ex his in latum parumper distensis vasa nascuntur vermicularia (vermiformia): hæc ita considerata non nisi cellulæ sunt, aliæ aliis seriebus per longitudinem dispositis applicatæ (placées bout-à-bout); aucta vero dilatatione disrumpuntur diaphragmata, cellularum loco apparent vasa punctata, scalaria, vel spiralia, prout tela ipsa explicatur. Puncta vasorum moniliformium et punctatorum novæ sunt vesiculæ membranis affixæ: scalarium fissuræ et spiraliæ laminæ producuntur vesiculis, membranas modo incognito insecantibus. Accidit quandoque, ut vesicularum quædam, in cellulis ipsis se solum evolventes abeant in cellulas tuborum interiora occupantes: unde fit ut in tela cellulosa tubi hinc indeque oclusi reperiantur. Vesiculæ in cellulas jam transmutatæ et inter se invicem junctæ aliis parvis vesiculis se implent, quæ eadem sunt natura, eademque, qua priores functione in organisatione funguntur. Ita crescunt et explicantur plantæ singulæ. »

Quaquam tota organisatio originem ex vesiculis ducere videatur, attamen quoad vasorum diversorum conformationem Trevirani theoriam imaginationis potius quam rationis opus esse, quilibet legens sibi facile persuadet: quomodo enim concipiamus, vasa spiralia eorumque metamorphoses ex cellulis oriri, quum alterius omnino naturæ et structuræ sint quam cellulæ? Quomodo concipiamus, vasa spiralia, quæ sunt vasa integra, haud læsa et simplicia, nasci ex moniliformibus, vasis incurvatis, de loco ad locum repulsis et in statu morbozo quasi

(1) Vid. Trevir. vom inwendigen Bauder gewächse.

collocatis? Cur sæpe telam cellulosam dilaceratam videmus, quin unquam analogiam cum regularibus vasorum spiris observemus? Cur omnes plantæ gaudent cellulis, non vero omnes (fungi, filices, najades, etc.) vasis spirali-
 bus? Cur denique vasorum spiraliū fasciculis fere regulariter locatis, cellula-
 rum pars in vasa corporatur, non vero singulæ cellulæ? Haud ignoramus qui-
 dem, tres posteriores observationes, quas ex Rudolphio tenemus, non apodictice
 veras esse, sed cum res et observatione et experientia sit decidenda, videamus,
 quatenus hypothesis hæc quadret cum factis, et quatenus ipsis contradicat.
 Præter observationes supra in favorem Linkii hypotheseos relatas, hanc Trevi-
 rani ulterius infirmant sequentes: 1^o. In radicibus ac caudicibus junioribus,
 sicuti in embryonibus, v. g. zeæmays, inquit Linkius (1): vasa spiralia per-
 spicue video, quin moniliformium vestigium ullum reperire possim. Plantis
 herbaceis tenuibus, nodis exceptis, raro insunt. Porro in pluribus caulibus
 vasa spiralia in moniliformia transire clare observatur, quod patet præcipue
 in balsaminæ trunco, ubi superius in annulo ligneo spiralia mediocris
 magnitudinis apparent, paulo inferius autem spiralia a centro corticem versus
 sæpe adeo repelluntur, ut pars una ab altera multum sit remota, manente
 tamen forma spirali: partes illæ in extremis rotundatæ, corpora moniliformia
 exhibent; tandem vero in frustula cellulosa abeunt punctata, quæ demum punctis
 evanescentibus, cellulis sunt similia, ab iisque situ solummodo differunt. Hanc
 structuram prope radices offert tantum caudex solidus et ligneus, partes supe-
 riores autem nequaquam. Hoc caudice quemadmodum et multarum aliarum ar-
 borum truncis indagatis, vasorum moniliformium origo luculenter deducitur:
 injectiones quoque atramenti ope institutæ, quod per vera diaphragmata non pe-
 netrasset, ea a cellulis diversa esse, suamque originem repulsui atque concretioni
 vasorum spiraliū potius debere, monstrant. Eorum origo ex cellulis non sine
 maxima vi explicari posset, quæ perfacile tamen modo jamjam memorato ex-
 plicantur: en propria Linkii hac super re verba: « Ohne Zweifel rühren die
 Querstriche sowohl als die Zusammenschnürungen von einer Falte, Biegung, oder

(1) Vid. Link. Nachträge der anat. und physiol. s. 14.

Verschiebung her, welche durch den Andrang des anwachsenden Zellgewebes entstanden ist. Nach der Verschiebung ziehen sich die Stellen der Verrückungen zusammen, es entstehen Zusammenschnürungen, und das Ganze wird gleichsam eine Reihe von zusammen-hangenden Zellen, sodass der Name *vasa moniformia* am besten dafür passt. « Illud roborant hæc vasa in nodis, in articulationibus præcipue, solummodo vero in radicibus nec non caulibus junioribus, celeriter crescentibus, spectabilia, et generatim ibidem loci reperienda, ubi incrementum, tam in longum quam in latum acceleratur; nunquam vero in radiculis et partibus ætatis tenerrimæ, aut ibidem, ubi partes minus in crassitudinem extenduntur, apparent. Optime hæc angelicæ archangelicæ radix Linkio monstravit, quæ magis adhuc et radicum et ligni incrementum ab interiori (von innenher) confirmat; de quo tamen fusius hoc loco disserere non licet. Certo certius est, in dicotyledonibus lignum non modo crescere in tota peripheria sed et prope medullam fasciculorum circulum efformari: quum autem medulla nec diminuatur nec comprimatur in truncis ætate provectoribus, hunc fasciculum, medullam ambientem, recentissime natum esse patet; a centro vero corticem versus protrudi non potuisset, quin medulla comprimeretur: jam vero in illo fasciculo recentissimo reperiuntur vasa spiralia prope medullam, tum vasa scalaria et denique punctata magis corticem versus sita; sponte inde fluit, non primo in vegetabilium œconomia oriri vasa moniliformia, sed contra nasci prius vasa spiralia aut annulata quandoque; exque his modificatis oriri scalaria, tandem punctata, spiralibus novis denuo nascentibus. Ex toto igitur concludimus, Trevirani theoriam cum factis nullatenus convenire; adeoque admitti non posse, vasa spiralia vero nasci qua talia in plantis junioribus, et postea metamorphosin subire.

Opinio eorum, qui vasa, de quibus agitur, esse vasa sui generis, in eoque, in quo inveniuntur, nasci statu, haud ullam postea subitura metamorphosin, contendunt.

Hanc præcipue defendit opinionem Mirbelius, cujus theoriæ synopsis his habeas: « Vasa spiralia, scalaria, punctata, etc. natura sua sunt tubi membranacei, sed eminentiæ tortuosæ (de petits bourrelets saillans) protuberant in ipsis membranis, quæ prope earum oras semper sunt interruptæ modo a latere uno

modo ab utroque. Hæ eminentiæ in spiralibus extensæ sunt in spiram, unde sequitur, tubos ipsos spiraliter esse incisos. Hi, filo eminenti tortuose in situm horizontalem deducto in scalaribus, insecti sunt in annulos magis minusve completos; atque, annulis vere distinctis ac separatis à se invicem, habentur vasa scalaria formæ annularis, designata a Bernhardo pro speciali vasorum specie. Eodem filo circulos componente, alios ab aliis distantes, in membranis tuborum, punctis obsitorum, contingit, ut tot tantummodo apertura rotundæ, quot circuli, habeantur; quodlibet vero orificium in cujusvis nodi (bourrelet) medio existere, certum est. In spiralibus fili tortuosi circumvolutionibus magis a se invicem distantibus, lamina spiralis ad oras, duas offert eminentias in parallela directione protuberantes, ab ipsaque membrana, quasi tubi basin constituyente separatas: si in membranis hujus speciei vasorum spiraliū patent tales eminentiæ breves, uti in scalaribus occurrunt, vel circulares, sicuti in tubis punctatis, pars quædam laminæ membranaceæ fissuris brevibus incisa aut poris perforata est. Si in eodem tubo filum eminent, tortuose deductum variat formam, modo cochleæ figuram, modo frustula breviam exhibens, modo circulos parvos faciens, apertura circumdatæ easdem subeunt mutationes, ipseque tubus characteribus, vasis punctatis, scalaribus, et spiralibus propriis notatur, unde tubi mixti proveniunt. Origo autem horum nodorum (de ces bourrelets) hæc est: si consideramus, inquit Mirbelius, gradus quibus natura sensim sensimque incedit, vasa hæc primo initio consistere tubis simplicibus ac continuis, postea vero evolutionis, cuilibet plantarum parti aut individuo propriæ, effectum tuborum membranam in pluribus locis perforari, dum hic helicis formam induunt, ibi fissuris obliquis dividuntur, alibi orificiis circularibus perforantur, cogitamus. Porro opinamur, vasa haud spectabilia, quæ ipsam componunt membranam, ad tuborum aperturarum oras desinentia, dilacerata ac disrupta continuitatis solutione in ipsis membranis producta protuberasse circa orificia, indeque quasi calli speciem exoriri, poros fissurasque ambientem et tanquam eminentias tortuosas sub microscopio conspicuas.

In suæ theoriæ favorem auctor allegat argumenta sequentia:

1°. In plantis junioribus jam vasa scalaria apparent, et in ætate provectoribus,

adhuc spiralia in caudicis centro patent, ergo nulla transmutatio locum habere potest. Ast, si scalaria jam reperiantur in plantis junioribus, ex eo nullatenus sequitur, non aut ipsis jam vasa spiralia præcessisse, in plantula enim germinante huc occurrunt adeo tenuia, ut vix microscopio conspici queant. Deinde si spiralia sint in adultioribus, logice non inducimus, ea non transmutanda fore, si plantæ diutius subsisterent. In rosis post septem annos adhuc vasa spiralia manifestantur; post quindecim annos fortassis adessent vasa spiralia et punctata. In quibusdam plantis mutatio lentius, in aliis citius succedit. In lino vasa spiralia celeriter mutantur in vasa scalaria: patent sæpe in petiolis dum caudices jam exhibent vasa scalaria. In fago nec non malo junioribus vidit Linkius (1) spiralia, nulla autem vasa scalaria, nulla punctata, quæ in adultioribus tamen copiosa luxuriabant. Cucurbitæ surculi junioris indago multa spiralia inesse illustrat, pauca vero scalaria, in parte extrema vetustiori crassiorique idem fasciculus plura scalaria et pauca vel nulla spiralia manifestat. Cæterum annotamus, exstare vasa, quæ devolvi nequeant et mature jam ita concreverint ut probabiliter qua talia nasci ea, dicendum sit; namque supra memoravimus, existere vasa annulata, diversa sine dubio a spiralibus; (ex illis annulatis) quandoque, ex his (spiralibus) tamen sæpius, primum existentibus et metamorphosin postea subeuntibus nasci scalaria, punctata, moniliformia. Denique non omnia vasa spiralia transmutari contendimus, sed dum adsunt scalaria, punctata, moniliformia; ea ex annulatis aut spiralibus, modificatis, nata esse defendimus.

2°. Vasa scalaria in plantis junioribus valde sunt difficilia visu: porro sunt, quemadmodum et punctata, sæpe multo majora ac laxiora vasis spiralibus: ergo ex modificatione vasorum spiraliū nasci posse non videntur. Verum observamus, hanc quoque rem sæpe esse cum spiralibus, cognitu quandoque difficilibus; adeoque et hæc facile adesse posse, quin conspiciantur: deinde si in uno aut altero casu scalaria non distincte agnosci possent; attamen in genere contrarium obtineret.

Tandem ex eo, quod vasa scalaria et punctata majora sæpe et laxiora ap-

(1) Vid. Link. Grundlehren der anatomie et und physiologie der Pflanzen, §. 56.

pareant, nihil inferri potest : etenim cellulæ quoque majores et laxiores ætate progrediente evadunt. Porro cum Curtio Sprengelio et Kiesero ea spiralia, quæ metamorphosin subeunt, communiter, jam dum nascuntur, majora esse diametro, observamus.

3°. Mirbelius (1) respondet Hedwigio, tracheas in trunci medio prope medullam collocatas ætate juniore, ibidem tanquam tracheas ætate multo provec-tiore manere, vasaque scalaria, et punctata jam inde ab origine sese monstrare talia, qualia in ligno vetustiori appareant. 2°. Juxta Hedwigii sententiam tracheas non in centro fere, sed in ligni stratis exterioribus, quippe quæ sint recentiora, esse reperiendas; tumque opus esse ut vasa scalaria et punctata medullam im-mediate ambiant, quum sint ætate provec-tiora; hæc autem omnia mentiri ex-perientiam, et consequenter metamorphosin suppositam locum habere non posse. Ast objectionem hanc nullius esse momenti, percipiet facile, qui sibi in memoriam revocaverit, certum esse hodiedum, per medullam absorberi et sursum ferri succum crudum, ex eoque elaborato et tanquam cambio deposito oriri cellulas, vasa fibrosa et spiralia prope medullam fasciculum vasorum spi-ralium, quæ eam immediate circumdant, esse recenter natum; ita ut spiralia, quæ certo momento conspicua erant, non amplius sint eadem vasa quæ aliquo temporis spatio elapso spectantur; sed prioribus vasis spiralibus in scalaria et punctata transmutatis, nova denuo spiralia nata esse intelligit. Unde concludi-mus hac objectionem theoriam Mirbelianam non tantum infirmari, sed et con-trariam evidenter roborari.

4°. Bilderdyk (2) contra Sprengelii hypothesein observat, hanc aut supponere, existere vasa spiralia in libro, quod contradicat observationi, aut dicendum esse, lignum ex libro non efformari, quæ veritas impugnari nequeat. Hanc ve-ritatem utcunque sancta fuerit auctori, aperte tamen negamus, affirmantes, lig-num non ex libro, sed alburnum ex cambio oriri, lignumque formari, dum non solum novi annuli lignei quotannis alii aliis sese externe imponant, verum

(1) Vid. Mirbel. Défense de sa théorie, not. just., pag. 57.

(2) Vid. Mirbel. prélim. de la défen. de sa théor., p. 32.

et fasciculos vasorum et cellularum medullam versus inseri ac repelli compressa tela cellulosa. Deinde lignum ab interiori quoque crescere, haud ignoramus. Itaque objectio metamorphosin confirmat, nedum infirmit.

5°. Litem inter doctos de vasorum metamorphosi compositurus allegat Mirbelius opinionem Linkii, qui in caulibus adultioribus observavit vasa moniliformia, et Trevirani, qui contra transformationem moniliformium in punctata, scalaria in plantis junioribus defendit; atque ex his opinionibus, ut putat contradictoriis, quum ipse eadem vasa moniliformia et in junioribus et in vetustioribus se reperisse opinetur, infert transformationi locum non esse. Contra hæc annotandum habemus: ut logice procedatur in scientiis ratiocinandum prius esse quam feratur iudicium: namque videndum antea, an contradictio sit apparens tantum, utrum vera: atqui vidimus supra in quibusdam plantis non ætatis tenerrimæ quidem, sed junioribus tamen ob rapiditatem in longum ac latum crescendi, patere posse moniliformia, nata jam ex metamorphosi prius facta; e regula tamen ea multo serius observari. Vidimus simul, trunci insecti extremitatem superiorem spiralia exhibere prope medullam, inferius vero scalaria et punctata magis corticem versus remota, et non ut talia in ligno orta sed ex spirilibus medullam ambientibus et modificatis nata et versus corticem protrusa: prope radicem adhuc magis exteriora versus moniliformia deprehendimus, examine secuti sumus eorum originem et causam exposuimus, verbo, Trevirani hypothesim nullam esse addidimus, et consequenter Linkiana opinio neutiquam infirmata est.

6°. Tandem, ut destruat vasorum metamorphosin, conatus est Mirbelius statuere differentias quibus vasa spiralia ac scalaria ab origine differant. Paucis annotamus, ideo, ea quoque diversa nomina gerere: namque si non a se invicem differrent, forent tantum aut spiralia aut scalaria: deinde quæstionem, de qua hic agendum sit, illuc redire, utrum illæ differentiæ sint ab origine tales, an tempore manifestentur: utrum vero ex his verius sit, sat probant et observationes et experimenta supra exposita, et præsertim per Linkium instituta, qui plures ab ætate tenerrima ad provectam usque examinavit plantas, inter se eas comparavit, experimenta repetiit atque ex his omnibus collectis conclusiones

deduxit : ergo facta cum Mirbelii opinione non quadrant, proindeque ea non est admittenda : et hoc non mirum ; namque ne quid de hypotheseos complicatione dicamus, quomodo nodorum (bourrelets) fissurarum ac punctorum originem eo modo, quo eam Mirbelius tuetur, intelligamus ? Quomodo filum in spiram contortum tracheæ in quadam longitudinis parte repleti per fissuras magis minusve extensas, eademque in directione, in qua filum, sitas ; postea vero rursus filum incipere, tandem denuo disrumpi, et sic porro alternare, quod tamen in Mirbelii vasis mixtis ut locum haberet, necesse foret ? Cæterum hypotheseos basis ipsa falsa videtur : consistit enim, ni fallor, in sequentibus. 1°. Observavi, inquit, in medio nodorum (bourrelets) fissuras et orificia. 2°. Vasa seivifera plantis sunt necessaria ; verum nulla alia extant, quam spiralia, scalaria, punctata, etc. ergo illa succum advehant, necesse. Hanc suppositionem deinde roboravi observatione (1) ; jam vero quum ea celeritate, qua fit, succum vehere et in cellulas transferre nequeant, quin fissuræ et orificia in membranis sita admittantur ; et denique quum hoc officium certo certius ab origine sua exsequantur, certum est, eas fissuras, ea orificia non sub specie existere, nec provenire posse a vasorum dilaceratione, sed ea existere re vera, et existere incepisse cum vasis ipsis ; ac proinde nulli modificationi vasorum locum esse. 3°. Totus plantarum organismus nil nisi tela cellulosa est ; vasa spiralia ipsa, cellulæ modificatæ ; scalaria vero et punctata cellulas inter et spiralia sunt intermedia. Jam vero auctorem dicere voluisse puto : si vasorum transmutatio locum habet, hanc hypothesim admitti non posse, certum est ; sin autem non, luculenter patet, naturam gradatim et modo insensibili de cellulosis poris notatis, et vasa moniliformia formantibus transire ad tubos punctis obsitos, ad vasa scalaria et tandem ad spiralia : dicamus igitur, nullam transformationem exstare posse. Contra hæc nobis sunt observanda : 1°. Negamus cum omnibus fere physiologis recentioribus existere veras fissuras et orificia, Mirbelii observationes non veras habentes. Deinde negamus vasa dicta succum vehere, animadvertentes, argumenta quæ in hujus rei assertionem allegantur, esse manca

(1) Vid., inquit, Mon mémoire. Annal. du mus., t. 7, p. 274.

et aliter explicanda; nos vero in capite altero multo probabilius esse reddituros, ea aërem continere; et alia plantis inesse vasa, quæ succum advehant, sine dubio, jam supra probavimus. Tandem observamus, quamvis succum fundant prædicta vasa, attamen in ipsis fissuras existere et orificia concludi non posse, quum ex cellula in alteram, ex vasis fibrosis in cellulas succus transeat, quin ea perforata esse, admittere opus sit (vid. cap. 1. sect. 1.)

3°. Hanc opinionem haud verisimilem esse, alibi jam bis vidimus; totam autem infirmari, monstrant facta supra relata, e quibus vasa scalaria primo fuisse vasa spiralia perspicuum est. Ad quæstionem, utrum striæ obscuræ puncta, fissuræ, etc. sint orificia an elevationes, Linkius (1) respondet sequentia: « Generatim conveniunt omnes, esse elevationes in medio haud perforatas, Mirbelius solummodo et quidam alii contendunt, orificia vera esse circumdata eminentiis circularibus. Quod hi viderunt, vidi et ego in pluribus ligni speciebus; præsertim vero in lauro sassafra. Eminentia circulari obscura circumdatur locus pellucidus, nullum autem ibi orificium, sed membranam tenuem in eminentiæ sive noduli medio fuisse, sub microscopio mihi persuasi. Locus igitur iste translucidus orificium esse tantum videtur, quia ob circumlocum obscurum ambientem et clarior et pellucidior quam plerumque, nobis apparet. Consimilis error mihi hucusque orificiorum ac striarum in aliis vasis observatorum causa videtur. Striæ obliquæ, prominentes, sæpe coarctatæ, magna interstitia, quæ aperturæ creduntur, relinquunt. »

Conclusio. Opinio, vasa spiralia, scalaria, punctata, moniliformia, vasa esse singula sui generis, manentia, in eodem, in quo oriuntur statu; orificia ac fissuras veras inesse scalaribus et punctatis nequam admitti potest; ea vero quæ transformationem vasorum moniliformium in punctata, et ex his in scalaria et denique in spiralia improbat, et probat veram vasorum annulorum et sæpius adhuc vasorum spiraliæ primo orientium metamorphosin in scalaria, deinde in punctata et moniliformia, et simplicitate sua commendatur et cum factis omnibus quadrat, adeo ut ex hypothesis in certitudinem ipsam vix non abeat; meta-

(1) Vid. Link. Nachträge der anat. et phys. p. 23.

morphosis igitur vasorum locum habet, quomodo autem fiat, nunc exponamus : plantæ si celeriter crescunt, spiræ vasorum spiralium concresecunt inter se, partibus lateralibus coalescentibus, vasa distenduntur aut comprimuntur; oræ (les bords), laminæ spiralis interiora versus prominentes magis magisque complanantur et denique fere evanescent.

Vasa scalaria oriuntur, si fingas, spiras vasis spiralis coarctatas in se invicem distrahi, partibus lateralibus accrescentibus, sicque filum transversum interius oblique positum disrumpi et plura fila inter se fere parallela oriri.

Vasa retiformia nascuntur, si fingas, partibus lateralibus accrescentibus, quodlibet filum transversum in scalaribus dividi in duo vel plura fila obliqua et ita in verum rete implicari.

Vasa punctata oriuntur, si fingas, fila transversa in retiformibus accrescere, spatiaque inter ea relicta ab eo diminui, ut non nisi puncta quædam remaneant.

Vasa annularia nascuntur, si fingas, partibus lateralibus celeriter crescentibus, spiras vasis spiralis dilacerari, a se invicem recedere, filum obliquum evanescere, et gyros solummodo remanere a se invicem remotos.

Vasa moniliformia sunt vasa intermedia scalaribus et punctatis, in statu quasi morboso existentia; oriuntur vero, dum illa celeri telæ cellulosæ adjacentis incremento aggregantur ac plicantur. Curtius Sprengelius qui vasa spiralia ex fibrarum fasciculis composita credit, eorum metamorphosin ita describit : supra spiralium vasorum fibras nascuntur fila perpendicularia vel obliqua, quæ latiora evadunt, et se mutuo et cum spiralibus multifarie conjungentia, rete efformant : si in situm horizontalem derivantur, et sibi invicem sunt parallela, scalaria oriuntur : si denique majori filorum incremento fissuræ obliquæ erunt breviores; oritur membranula punctis obsita, quæ fissurarum sunt reliquiæ, nunc vasa punctata dicuntur (1).

(1) Vid. Curt. Sprengel Anleitung zur Kräuterkunde, erster th.

SECTIO QUARTA.

DE VASIS PROPRIIS.

Partes hucusque memoratæ omnibus fere plantis perfectioribus insunt; verum reperiuntur quoque vasa, quibusdam tantum plantis communia: hæc jam a Malpighio detecta et descripta, postea diu negata pro tela cellulosa habita fuere. Facile quidem fuit ea ignorare, quia si dissecamus, succus exstillans omnes plantæ partes contaminat, ita ut haud conspiciantur. Ast quamvis ea Sprengelius et Moldenhaverus pro cellulis habeant; attamen cum pluribus aliis, Linkio, Trevirano, Bernharo, Kiesero, ac Mirbelio, qui de iis præcipue bene meritus est, quemadmodum et ex prælectionibus cl. D. P. Gaede percepimus, plantas plures sua vasa propria habere, modo sub cavitatum rotundarum magis minusve regularium, modo sub canalium cylindricorum forma spectabilia, esse statuimus. Eorum magnitudo variat: continent succos multos et diversissimos, resinosos, oleosos, lactiferos, coloratos. Patent in euphorbiæ speciebus, in asclepiadibus, in scorzonera hispanica, in radice chelidonii majoris, in portulaca oleracea, etc. Mirbelius ea vocat tubos simplices, inque duas dividit species.

1°. In vasa propria solitaria: occurrunt hæc separata et sunt modo lacunæ simplices, apertæ, telam cellulosam corticis et medullæ occupantes, modo tubi membranacei ac carnosi, tela gracili circumdati.

2°. In vasa propria in fasciculos connata: hæc pluribus tubis simplicibus inter se invicem intertextis formantur, et magis minusve regulariter in cortice verticaliter posita distribuuntur. Quædam plantæ his vasis gaudere non videntur: evanescent sæpe in truncis et ramis adultioribus, adsunt vero junioribus: ac centro peripheriam versus repulsa siccescunt: in aliis plantis novis libri statis obiecta obstruuntur. Succus quem vehunt in iis solum, non in cæteris plantæ partibus continetur; quod si vulnerantur, copiose exstillat; cum vasis fibrosis, quibus cinguntur, tam parum coherent ut facile ab iis separari queant. Membranæ quas habent, ex cellulis admodum tenuibus, in verticali serie dispositis consistunt,

a cæterisque plantarum membranis valde differunt. Ex iis omnibus sat patet, vasa, de quibus sermo est, esse vasa sui generis, et membrana propria vasorum caractere orbata: fatemur quidem, ea in qualibet planta, ubi occurrunt, modo peculiari esse modificata, ac difficile esse ea singula communi caractere designare: ast, quamdiu genera diversa non propius sunt determinata, ea interim vasa propria communi nomine appellare licebit: excavationum nomine, in quibus succi proprii coagulentur rectius designari illa posse, Mirbelius credit.

APPENDIX

AD SECTIONEM TERTIAM.

Kieserus, qui tantopere de anatomia plantarum meritis est, de vasis hæc habet: vasorum fabrica in eo consistit, ut modo adhuc incognito in perfectiorum plantarum cellulis, et in imperfectiorum organis tantum sexualibus subito tenues fibræ oriantur, dum se spiraliter circa spatium cavum ac cylindricum circumvolvunt, in multis plantis excurrentes in gyros se separent, in aliis se dividant, et mutuo concrecant, sive adhuc in quibusdam spatia relinquunt inter spiras, quæ membrana poris obsita replet. Hæc vasa dicuntur vasa spiralia: a radice ad florem usque verticaliter ascendunt, nec corticem nec medullam occupant, sed ad lignum arborum ac fruticum formandum præcipue contribuunt, ac vegetabilium organisationis basin ac punctum centrale, circa quod jacent cæteræ partes, exhibent. Fabricæ diversitate, a diverso culturæ qua tota planta et singulæ partes elaborantur gradu, dependente diversæ spiraliæ species producuntur; fabrica autem ac metamorphosis continentur in sequentibus:

Duæ dantur metamorphoses generales, quarum prior tres gradus complectitur.

1^o. Vasa spiralia simplicia et annularia, in plantis nec non plantarum partibus junioribus tenerrimisque inveniendâ. Vasa spiralia simplicia constant ex una vel pluribus fibris 9-12-15 in uno plano adjacentibus atque spiraliter contortis, ita ut canalem cylindricum componant. Nulla membrana conjunguntur spiræ, sed spatia inter eas relicta cellulis circumjacentibus occluduntur. Fibra spiralis ipsa translucida, plerumque rotunda, probabiliter solida, et interius

haud cava. Vasa spiralia annulata constant fibris sub annuli forma conclusis, quæ non immediate sed certis intervallis se invicem contingentes horizontaliter in linea verticali aliis imponuntur, ita ut pariter tubulus cylindricus appareat. Proxime stant vasis spiralibus simplicibus, quæ ex prioribus quandoque nasci videntur, quum ex annulo ultimo fibra progerminat, quæ in spiram contorta simplex vas spirale efformat. Probabiliter ambo in iisdem plantis plerumque occurrunt..

2°. Vasa retiformia, in partibus adultioribus monocotyledonum et in quibusdam dicotyledonibus conspicua, nascuntur, dum fibris spiralibus a se invicem recedentibus modo adhuc incognito novi ramuli oriuntur, qui spiras jungunt, adeo ut his ramulis et dilatatione et numero crescentibus, in vasculi parietibus fissuræ obliquæ ac longæ remaneant, ipsique parietes sub finem metamorphoseos tanquam retiformes, sive membranam simplicem parvis orificiis ovalibus notatam exhibere, videantur. Præter fibras spirales deest igitur membrana propria, sed spiræ vasis ex fistulis consistunt coadunatis in membranam retiformem et crassam sæpe sed translucidam tamen, et a cæteris partibus facile separabilem. Hanc metamorphosin bene illustrat tam tenerrimorum vasorum spiraliū in eadem plantæ parte quam in eorundem vasorum junioribus ac adultioribus partibus instituta indago.

3°. Vasa punctata in dicotyledonibus conspicua ex spiralibus simplicibus et annulatis immediate (identidem tamen ex illis prius in retiformia transmutatis) formantur, dum una aut plures fibræ in ramulos dividuntur, quorum spiræ a se invicem recedentes magis minusve magna inter se relinquunt intervalla, quæ replet plerumque incrassata membrana, parvis ellipticis poris modo ut punctis obscuris, modo ut orificiis, obsita. Hæc non junioribus vasis simplicibus sed porosis tantum serius nascentibus inest. Hinc in herbaceis initio deficiens postea formatur, crescentibus spiralibus, ac spiris a se invicem recedentibus: ubi duo vasa porosa sibi adjacent, ipsis est communis: pori nascuntur simul et semel, in initio parvi sunt, crescunt vero, ipsa planta crescente; punctatorum fibra spiralis translucida est sicuti in spiralibus simplicibus ita ut locus quem occupat, facile tanquam spatium vacuum inter membranam porosam aut nullatenus aut

paulisper solummodo translucidam habeatur. Numerus et magnitudo vasorum spiralium punctatorumque variat, prope radicem unus fasciculus spiralis exhibet 29, quorum sex spiralia et 23 punctata sunt, in radice ipsa spiralia evanescere et punctata tantum patent, quo certe metamorphosis confirmatur.

Metamorphosin alteram constituunt vasa moniliformia.

Hæc nascuntur ex simplicibus vasis spiralibus, retiformibus, et punctatis, nec aliud quidquam ea ipsa vasa, nodis tantum in aliam formam mutata, sunt. Hic transitus clarus est, ubi incipit nodus; ubi vero desinit vasa rursus præscam formam exhibent. Hanc metamorphosin subeuntia vasa spiralia dispescuntur in partes plures, quarum quælibet in extremitate utraque utriculos sibi invicem appositos efformat, ita ut vasa moniliformia sint tubuli in extremis occlusi. Quod fabricam attinet, eadem est quæ in spiralibus, retiformibus, ac punctatis. Quomodo terminentur vasa spiralia in organis sexualibus, hucusque incertum; in foliis vero et corolla pro folio perfecto habita, patet ex sequentibus: foliorum nervi se in ramulos dividunt, et dum vasa spiralia, tenuiora continuo evadentia, conjunctiones et separationes fasciculorum multifarias subeunt, spiralia singula quæ ad folii peripheriam, quidem ad marginem vero nondum spectant desinunt subito, dum fibra spiralis inclinata, plane acuminatur.

Hæc Kieseri explicatio nobis multum arridet, quin tamen Linkii opinionem de modo, quo oriuntur metamorphoses, improbemus.

CAPUT SECUNDUM.

DE FUNCTIONIBUS CELLULARUM AC VASORUM.

SECTIO PRIMA.

FUNCTIONES CELLULARUM, VASORUM FIBROSORUM AC PROPRIORUM.

Lætantur vegetabilia, crescunt et vivunt ex iis, quæ sibi vi organica, (de qua infra,) in alimentum atque augmentum ab externo eligunt; sed quum ex iis plura nullis aliis organis quam cellulis ornata esse, reperiatur, superest, ut dicamus elementa externa selecta, liquida et solida prius in liquida vi organica soluta absorberi per radículas, elaborari, ascendere in cellulas; ex altera in alteram sudare immediate, et in has transire simul per interstitia parva, ubi talia dantur; atque ita lente per totam plantam dispergi, hujusque nutrimentum et incrementum foveri. (De facultate, cellularum membranis ad hunc finem propria mox plura.) Ast quum sudatio hæc non nisi valde lente succedere queat, intellectu est facile, vegetabilibus imperfectioribus hac via tantummodo satimenti posse advehi, cellularumque officium esse potius, conservare, elaborare, præparare, atque secernere humores nutrientes ex vasis aliis jam in eas translatos. Recte etiam cellulæ systema vere glandulosum constituere dicuntur, dum sæpe ad fasciculos parvos compressæ glandulas, quæ oleum, resinam, aliasque substantias liquidas continent liquoresque secernunt, componunt.

Quæ quum ita sint, inquiremus jam, quæ organa plantis perfectioribus alimenta advehant; ast in capite præcedenti plura inesse vasa plantis vidimus; in cortice enim interno sive libro copiosos tubulos, seu fibras vasorum in modum perforatas observavimus; lignum pariter coagmentari cellulis elongatis et vasis, quorum alia spirali zona componi diximus, alia vero priorum metamorphoses esse retulimus; et postremo specialia vasa, quibus funduntur succi colorati et

substantiæ resinosaë, dari vidimus. Dubium tamen illico occurret, an ejusdem naturæ et in eundem finem hæc vasa fabricata sint : solvenda igitur nobis est quæstio sequens : Radicum, foliorumque influxus in totius vegetabilium œconomiaë nutritionem, succi nutritivi motum ab organis resorbentibus ad cæteras partes supponit : quibusnam vasis, qua directione et qua vi, physica, an vi vitali motus ille promovetur?

Tres quæstionis hujus partes nunc singulatim tractamus, et quidem primo : alimenta nutritiva vi vitali per radículas absorberi, plantis advehi vasis fibrosis, in his ascendere et elaborari pro ut sursum feruntur, probabile reddunt et observationes et experimenta sequentia :

1°. In plantis dantur cellulæ, cellulæ elongatæ, cellulæ aereæ, stomatia, vasa spiralia eorumque metamorphoses, interstitia magna sæpe corticem inter et lignum, vasa propria, interstitia angusta inter vasa fibrosa et denique vasa fibrosa; verum cellulæ tam parenchymatosæ quam elongatæ magis conservant et præparant, quam transferunt; hæ sunt membranæ ubique occlusæ, et nimis breves, quam ut ea cum celeritate, qua cum Halesius et alii physiologi succum in plantis moveri exacte observarunt, ascensum hunc in iis fieri, dici queat; et proinde pro organis, in quibus humores vere moventur, habendæ non sunt. Lacunæ aereæ desunt plantis junioribus et ætate adultiori plerumque tantum oriuntur ex cellulis dilaceratis: cellulæ aereæ potius in una aut altera parte inesse solent, quam totam plantam percurrunt; v. g. in foliis seminalibus cucurbitæ, in foliis nymphaeæ; et in planta juniore probabiliter cellulis aliis impletæ sunt, (1).

Et hinc humores in iis moveri non queunt. Vasa spiralia, eorumque metamorphoses aërem continent uti in sectione altera probabilissimum pluribus rationibus evincemus. Vasa propria continent succum proprium ab humoribus crudis et nutritivis plantarum et colore, et consistentia, et chemica relatione diversissimum, in omnibusque plantarum partibus succos crudos vehentibus non deprehenduntur; ergo pro organis succum moventibus haberi non possunt. Stomatia in epidermide tantum foliorum, nunquam in ligno, nunquam in cortice

(1) Vid Kieser. anat. 1. th. s. 255.

ubi succus movetur, sunt. Nec corticem inter et lignum ascendere succus potest, eo quod ramulus circumcirca cortice orbatus plane, non mox siccescit: deinde, quomodo ascenderet succus eo tempore, quo cortex ligno firmiter adhæret? Inter corticem et lignum cambium sese deponit, novas partes formarum: tandem per interstitia inter vasa fibrosa relicta non magis ascendere potest, quippe quæ nimis angustantur, eorumque diameter, vasorum diametro multo minor est (1): supersunt adhuc vasa fibrosa, in quibus succum in plantis ascendere, ex iisque in cellulas laterales sudare, dicere possimus, quod confirmant sequentia:

2°. Experimenta chimica circa succum ex libro expressum instituta probant, succum crudum specificè densiorem et dulciorem fieri, quo magis sursum feratur, et primo quidem inveniri carbonium et aquam, deinde præcipue mucum et saccharum, substantias aquæ proxime stantes, denique amyllum et feculam etc.; quum vero librum forment vasa fibrosa et cellulæ, cellulæ autem nullum aut saltem non multum succi advehant, sequitur, succum per radículas absorberi, ascendere in vasa fibrosa præcipue, et in iis paullulum elaborari; præsertim vero præparari, quum ex illis in cellulas transferatur; si enim alia vasa jam prius succum ex radiculis recepissent, inque vasa fibrosa post transtulissent, fuisset sine dubio elaboratior, nec mucus et saccharum, uti reperitur.

3°. Insecto per transversum platani trunco, clare patet, crudum et fermentationi obnoxium succum maxime ascendere per librum, ubi vasa fibrosa sita sunt; ex alburno autem et ligno hunc exire, in quantum cum vasis fibrosis intertexta sunt: inforatis betulis, aliisque arboribus succum crudum copiosissimum vulnerato libro scaturire observatur, ast cortice læso tantum, terebenthina, et resina ex pinis et alacidis exeunt.

4°. Si ad lignum solidius firmissimum reddendum arbores decorticentur, ita ut simul delibrentur, folia cadent, lignum carie infestabitur, et putrescet statim; sin autem liber aut ex parte aut ex toto manserit, lignum durius ac solidius erit. Hocque eo feliciter succedit, quo pluribus vasis fibrosis liber est conflatus. (2)

(1) Vid. Link Nachträgen zu den grundlehren der anatom. et physiol. s. 96.

(2) Vid. Curt. Sprengel. Anleitung zur Kräuterkunde 1. th.

5°. Gemmæ arborum, fruticum arbustulæ sylvestri insertæ crescent tantum, si earum libri flos cum arbustulæ vasis fibrosis intimo in contactu fuerit : surculus nobilior suum ex arbustula extrahit alimentum, vivitque tam bene quam si terræ solo immissus fuisset; proinde compositionem sibi propriam conservat, librum alburnumque haud influente arbustula format. Porro idem docet oculatio, si enim fissuræ in libro factæ inseruntur gemmæ, vivent, morientur vero, si in ligno facta fuerit.

6°. Ex Mirbelii experimentis (1) constat, succum ascendere in plantas foliis, gemmis et radiculis quidem, sed nunquam cortice integro plane spoliatas; porro vidit per librum humorem nutritivum absorberi; atqui liber amplectitur vasa fibrosa, ergo per hæc sine dubio succus ascendit. Hoc confirmat influxus, quem gemmæ, folia, ac radices, veræ libri expansiones, in succum attrahendum exercent. Cur denique vasa fibrosa omnibus fere plantis, et plerumque tam magna inessent quantitate, si eorum finis non foret maximi momenti, scilicet succum adducere plantis?

7°. Denique sententiam nostram confirmant et horum vasorum situs et fabrica : vasa enim hæc, quum nec recta nec parallela ducantur, sed ut plurimum in fasciculum coagmententur, horumque aliqua iterum inclinata et separata rete quasi efficiant, humor a terra subintrans sursum ascendit, et quasi suspenditur; quælibet namque portio, quæ invicem vasorum frustula unit, cum parum interius emineat, valvulæ vices supplet, et ita minima quælibet guttula veluti per funem ad ingens deducitur fastigium. Hunc autem ascensum præter vasa spiralia, aëre turgentia, quæ vasa fibrosa contactu comprimunt, non tantum horum interior asperitas, sed et successiva aëris temperies ejusque elasticus motus, qui exteriora corticis involucra urgens, contentorum lignorum motum superiora versus promovet, juvare potest. Postremo, quum crudi succi, quo altius acendunt, eo elaboratiores evadant, novique continuo quibus elaboratio præparatur, accedant, non dubium est, vasorum tenuitatem non tantum non nocere, sed a natura ad hoc præsertim officium ea destinata videri. Transeamus

(1) Vid. Mirbel. Défense de sa théorie. Notes just.

ad quæstionem, qua via aut directione humorum per vasa fibrosa adductorum motus fiat.

Ex ipso vasorum situ jam satis elucet, succorum ascensum non in directione verticali fieri; ast nunc dicamus, eum ne quidem per eundem tubulum rectum, aut per eadem vasa continuo ascendere, sed partim in cellularum ordines horizontales humores e vasis transire, ibique chyli instar exonerari, longioremque passos moram antiquiori succo intime commixtos et fermentatos in alimenti naturam exaltari; partim etiam elaboratiores reddi, altius deferri, ex vase uno in alterum oblique priori appositum, per nodos sudare, in ramulos, folia, floresque usque vehi, sicque singulis partibus pro nutrimento inservire, et partim converti in cambium, quod corticem inter et lignum depositum, certis vitæ periodis organisationem subit, partim partes perditas restaurat, incrementumque partium inferiorum, ne radicibus quidem exclusis, dum descendit, producit. Positiones has illustrant observationes et argumenta sequentia :

1°. Patet hoc ex laceratis costulis quibusdam foliorum cucurbitæ, limonum, etc. in quibus ulterior e directo detruncatarum fistularum locata substantia augetur et vivit, alimento sine dubio a lateralibus cellulis communicato : deinde patet idem ex reticulari vasculorum plexu in foliis bulbisque. Constat pariter ex practica cognita, qua cortice per transversum insecto succi transitus magis obliquus redditur, sicque viribus reproductivis renovatis, succoque ipso magis elaborato vegetabilia latiora, jucundioraque evadunt. Tandem exempla probant quam plurima v. g. balsamina impatiens, dum aqua ipsi deest, marcescit statim; aqua vero in eam affusa, quinque minorum spatio et caulis et folia singula vegetant, et lætantur. Quomodo autem hoc, si non aqua undique versum dispergatur? Denique quod succus ex vase, vasi alteri oblique, applicato per nodos transudet, patet ex experimento Linkii, qui in ramis pluribus viburni oculi, æsculi flavæ, etc. ab omni latere segmenta ad medullam usque feriit, ita ut nullum vasculum ad apicem pervenire haud interruptum posset. Quod si fieret in ramo anni præcedentis aut vetustiori, vitam continuabat et saltem non nisi hieme appropinquante moriebatur; sin autem fieret in ejusdem annis surculo, mox marcescebat et moriebatur : unde sequitur gemmam anni sequentis pro planta peculiari haberi posse.

2°. Cambium inter corticem et lignum exonerari, hodie vix indiget probatione; ibidem enim liber et alburnum formatur ex cambio, sive ex succo, qui per vasa fibrosa ductus, in foliis processu atmospherico præparatus per corticem descendit, inter corticem et lignum sese depositurus. Verno quoque tempore quo cambium abundat, cortex a ligno facile separatur. Si jam sciamus, succum ascendere per vasa fibrosa, quæ versus verti per cellulas, in iisque elaborari et morari diutius, quæstio modo movetur, an illius humoris elaboratio in cellulis celebrata illum edat succum, quem in pino, in abiete, terebinthinæ specie miramur, in quibusdam, ut in ficu, cichorio, etc. lactis instar; in aliis pro resina camphoraque habemus? Negative respondendum, quum ad hujusmodi succorum species continendas peculiaris vasa a natura destinata videntur, quæ nervorum instar non solum corticem, sed et lignum reliquasque vegetantium partes irrigant et concocto turgent, qui longe elaboratior est cellularum, ac vasorum fibrosorum succo. Hic plantas reddit vigorosiores; ex cellulis secernitur, in vasa propria ultimam subiturus elaborationem transit sine dubio, in iisque tanquam promptuariis fere stagnat; sæpe tamen lente colis tenuioribus purgatus singulis plantæ partibus, quibuscum vi incognita assimilatur, distribuitur: pari modo elaboratur succus, non per vasa dicta sed per cellulas, per medullam ascendens. Digeritur continuo et sudat ex cellula in alteram, donec ubique dispergatur.

Non alimenta omnia, quibus plantæ ad vivendum egent, ex solo, in quo sunt fixæ, hauriunt, sed et magnam earum partem ex aëre atmospherico absorbent, præsertim vero frutices, arbores et plantæ succulentæ. Ad hunc humores absorbendi usum natura poros sive stomatia in epidermide sita destinavit præcipue: rores, nebulæ, pluviae foliis abundanter suguntur, liquorum pars ad folia usque a radice advecta quandoque stagnat; præsupponunt autem hæc omnia supra dicta succi descensum a summitate radicem versus, quam suppositionem et observationes et experimenta circa parva non minus quam circa magna in natura instituta confirmant: planta germinans foliis avulsis siccescit, arboris subversæ ramuli sub terra conditi agunt radices, radices vero aëri expositæ ramulos emittunt. Idem alia plura probant; nec desunt tamen observationes, unde

hunc succi descensum valde lente fieri, elucet; quæstio autem, quibusnam in vasis fiat, duabus originem dedit hypothesibus, et quidem Treviranus (1) et alii succum per vasa fibrosa descendere contendit, innixus rationibus sequentibus: 1°. Ubi succus descendit solummodo, ibi fere non nisi vasa fibrosa reperiuntur v. g. in muscis, in najadibus, dicotyledonumque foliis, etc. Si resectis annulis parvis corticis frustula separentur, frustula gemmis orbata marcescere; quæ iis ornata erant, vitam continuare, observatur. Acidi hydro-chlorici aqua soluti guttula in folio ab apice ad basin et deinde ad petiolum, relicta ubique macula flava, per folii nervos transit. 2°. Plantarum germina prima suum nutrimentum recipiunt ex cotyledonibus et agunt primum radices, quibus nascentibus succus inferiora versus defertur, quum vero eo tempore non nisi vasa fibrosa inspici queant, descensus per hæc fiat, necesse est. Observari mihi contra hanc hypothesin recte posse videntur sequentia: ex omnibus quæ adfert auctor, nihil sequitur aliud, quam humorum refluxum aut descensum locum habere; an autem ideo fit per vasa fibrosa, an non præter hæc adsunt cellulæ, quibus fieri possit? Deinde hypothesis hæc supponit, succum ascendere per vasa spiralia, quod neutiquam probabile est, sed eum per vasa fibrosa ascendere probavimus: jam vero, quum parum vero simile videatur, unum idemque vasculum binas functiones directe sibi oppositas peragere, concludimus, et hoc sub respectu consideratam, hypothesin dictam esse rejiciendam. Denique non video, cur vasa hæc adeo copiose vegetabilibus elargita fuisset natura, si eorum functiones non forent gravioris momenti; licet enim humorum descensus certe magnum adferat commodum, attamen ascensus profecto multo majoris est necessitatis. Succus, qui a radice ad partes superiores ascenderat, partim nutritivum et auctori inservit, partim exspirat, et, qui superest, certe non in magna quantitate, elaboratus jam, in cellulis vicinis deponitur: quantum vero humoris a foliis absorbetur, partibus superioribus præcipue in alimentum, et incrementum novarum partium adhibetur. Hoc eo roboratur, quod vegetabilia, quæ succum suum nutritivum nullatenus per radices, verum unice per folia capiunt, plerum-

(1) Vid. Trevir. Bialog. vol. 4.

que non vitam agant lætam sed tristem miseramque trahant : hinc licet quidem verum sit, succum in plantis non ascendere solum, sed et descendere, hoc tamen de cambio corticem inter et lignum, uti jam memoravimus, descendenti, novas partes formaturo, præcipue est intelligendum. Partes extremæ et superiores hoc beneficio non videntur spoliandæ, et tanquam probabilius conjecturamus, ex cellulis horizontalibus derivari elaboratam jam alimoniam, licet hic refluxus non perennis et abundans sit, eamque, prout ipsis opus est, effluere interdum ad contiguas parumque superiores inferioresque partes, sicque subsequi et augmentum et nutritionem : quomodo enim aliter intelligendum est in arborum ramis, ramulisque, foliis tempore hiemali orbatis, longo post tempore adhuc succum reperiri; si per vasa fibrosa descenderet, caderet potius quam lente descenderet et tandem ne guttula quidem in partibus superioribus reperiretur; quod tamen nunquam accidit; stagnare vero omnino ac continuo et congelare tempore hiemali credendum non est : itaque probabilius videtur, eum ex cellulis in alias undique versum lente dispergi. Quoad punctum alterum annotamus, quamlibet gemmam considerari posse tanquam plantam tenerrimam sibi ipsi ac soli viventem; quamvis enim cum planta matre cohæreat, ex hac partim nutriatur, attamen præcipue sibi ipsi nutrimentum præparat; succus enim resinosus et tegumenta lanata germen circumdantia et a frigore defendentia impediunt, ne succus externus absorbeatur aliter ac ex fimbria (wulst), per quam aguntur radiculae, quod insitionis, oculationis et alia exempla quam plurima sat probant : si rem ita consideramus, quisnam descensus hic sit, non video, et ponamus esse, an fit per vasa fibrosa? an non adsunt cellulae, quum totum non sit nisi cellularum acervus? Cotyledonibus, dum adsunt, gemmas non minus carere posse, quam matris mammis animalia lactentia fatemur; ast ex cotyledonibus plantæ tenerrimæ succum non advehunt vasa fibrosa, sed ductus intercellularis, chyliiferus (1) cellulis dilatatis productus, quæ dum aucto albumine in cotyledones excrescente, centrum versus magis propelluntur, lacunam inter se relinquunt. Concludimus igitur, succi descensum quidem in plantis existere, sed per

(1) Vid. Willdenhovijs, p. 324.

vasa fibrosa fieri eum, neutiquam esse verosimile. Hypothesis altera quam defendit Curtius Sprengelius, succum inter corticem et lignum descendere supponit. Hoc quidem quoad cambium verum est, sed præter cambium loco mox dicto descendens, succum per corticem externum descendere, si ex fimbria (Wulst) segmento annulari facto, orta non sat constat, probant tamen observationes sequentes : 1°. vulnere annulari in cortice facto non tantum fimbria oritur, sed et magnam resinosi et gummosi succi (ubi arbori inerant resina et gummi) copiam constanter et sine intermissione quidem exstillantem ex parte segmenti superiori observavit Linkius. Porro folia decidunt, dum succi refluxus segmentis annularibus, in cortice factis, impeditur. Arbores decorticatæ germinant lætius et vigorosius, increscunt celerius (per mensem et amplius sæpe) augentur fructus et maturescunt citius : hæc vero documentum haud dubium præbent, succum in cortice descendere, huncque, quum in casibus positus descendere non potuerit, effectus speciales, de quibus modo sermo, produxisse. Attamen refluxus talis certe non perseverans, adeoque propria corticis functio, Linkio magistro, non est. Hic præter refluxum hunc, qui in cortice fit, admittit alium celeriorum per vasa ipsa, in casibus autem raro contingentibus, ubi succi abundantes aut nocivi abducendi esse videntur, solummodo futurum. Innititur observationi, quæ acidi hydro-chlorici aqua dissoluti guttulam per foliorum nervos, (et probabiliter per vasa, inquit), relictæ macula flavæ, descendente viderat. Verum acida illa substantia viam sibi eligere potuit, quam succus naturalis non fuisset secutus, de quo tamen casu hic sermo est. Observatur quidem, in chara flexili descendere rapide et ascendere lente succum; ast causa hujus phænomeni est potius mechanica quam naturalis.

Kieserus (1) qui tantopere de anatomia et physiologia meritis est, de succi ascensu et descensu habet : « Multi cellulas elongatas libri (sic vasa fibrosa appellat) et ligni pro longis et in utraque extremitate conclusis canalibus hosque pro organis succos sursum deferentibus habere voluerunt : verum, quum sine omni controversia in extremis sint oclusi membranaque poris obsita non gau-

(1) Vid. Kieser. Anat. der pflanzen 1. th. s. 223.

deant, vasa succum celeriter superiora versus promoventia esse nequeunt. Vasa spiralia eorumque metamorphoses aërem continent: cellulæ ad eum usum servire non possunt; supersunt adhuc ductus intercellulares, quibus humores in plantis quaque versum distribuuntur. Derivantur hi in omnes directiones, quas cellularum formæ determinant; reperiuntur in quibuslibet partibus humorem continentibus, occurrunt in plantis succulentis mole majores v. g. in balsamina, et copiosiores patent in partibus succum fundentibus v. g. in libri fasciculis. Succus in monocotyledonibus et dicotyledonibus herbaceis in singulis caudicis partibus ascendens, in arboribus per lignum tantum sursum elevatur. Inferiora versus autem probabiliter per corticem (librum) descendit; quum enim in libro fasciculis copiosa deprehendantur vasa propria, hæcque autem dilatata nisi ductus intercellulares sint, descendens per corticem succus præsertim in libri fasciculis reperiri videtur. Quod nos attinet, non observationes instituimus, nec difficultatis causâ instituire potuimus, Kieseri tamen opinionem veritatem accedere, non videtur; diluere enim, quæ contra opinionem, existere vasa fibrosa objiciuntur, jam capite primo studuimus: si vero cellulas suas elongatas credat sat longas, nomine tantum a vasis fibrosis differunt. Ductus intercellulares jam introduxit Treviranus; verum ejus sententiam supra improbatam vidimus, eorumque configurationes quas exhibuit Kieserus, sine dubio sunt multo clariores, quam revera in natura existunt: si exstant, numero certe et mole minores sunt quam contendit Kieserus: Namque quum cellulæ sint hexagonæ aut pentagonæ, parietum membranaceorum contactus immediatus, nec ductibus intercellularibus locus videtur. Porro liquida, quæ ad parietum oras cellulas dum sibi affines evadunt seque premunt, propellere credit auctor, in novarum partium incrementum et augmentum elevari, et sic aut nullas cavitates remanere aut vasa nova ex illo succo formari, probabilius nos conjecturamus. Hinc Curtii Spengeli, qui post Kieserum scripsit, ductus intercellulares qua communicationes liberas ad cæteras partes non admittimus, eosque vel a ductibus intercellularibus Linkii haud differre, vel nihil aliud esse, quam interstitia, de quibus capite primo, sectione prima fecimus mentionem, affirmamus. Ergo sententiam nostram de ascensu et descensu humorum tanquam probabiliorem hucusque tenemus.

Perveniamus nunc ad quæstionem tertiam, qua vi succorum ascensus fiat. Veteres succi ascensum in plantis vi mechanica fieri dixerunt, legibus phœnomenorum capillarum nimirum et actione hygometrica. Sic Mariotte (1) : idem expresse docet Halesius (2). Addidit tamen in vasis evacuatione aëris fieri vacuum, in hocque, quum natura vacuum horreat, intrare succum, et ita sursum ferri. Ast annotanda contra ea sunt : 1^o. Si ascensus, de quo sermo, dependeret ab abstractione capillari, in plantis mortuis æque bene ac in viventibus fieri deberet; verum in mortuis succum nec ascendere nec descendere, sed desinere circuitum omnem observatur quotidie; imo major foret ascensus in mortuis, quum tum siccitate vasorum diametri minores evadant, nec alia differentia excogitari queat. Deinde attractio capillaris in tubis *vacuis* vim suam exserit, non vero in tubis *omnino repletis*; si desit vacuum non ascendunt liquores; plantarum autem vasa succi plena sunt. Ergo, etc. Denique humorum ascensus in plantis caloris, lucis et electricitatis tanquam stimularum influxu multum augetur, quibus tamen agentibus attractio capillaris in tubis non mutatur, uti perhibet Curtius Sprengelius; itaque ab ractione capillari ascensus de quo loquimur, non dependet, nec magis ab evaporatione; in vite enim vinifera cambium jam exstillat tempore verno, quo de evaporatione nondum cogitari potest: hæc si esset, fieret certe per partes teneras, sed desunt hæc, non adsunt folia et trunci epidermis tunc temporis sicca et crassa est. Contingit hoc phœnomenon jam mense februario. Si tandem ab evaporatione penderet succi ascensus, maximus profecto foret eo tempore quo temperatura hanc producens evaporationem maxima est et vicissim; jam vero ex ipsius Halesii experimentis contrarium obtinet; ex iis enim constat, ascensum maximum esse tempore verno, minorem multo tempore æstivo et nullam fere tempore autumnali. Ad hoc adjungimus radicum temperaturam in cellulis arbustivis positarum, multum superare temperaturam partium superiorum, et nihilominus regularem succi ascensum observari. Ex hisce delineatis igitur inducimus, vegetabilia, quemadmodum animalia leges

(1) Vid. Mariotte, Essais de phys., pag. 60.

(2) Vid. Hales., Statiq. des végét., pag. 92.

sequi chemicis ac physicis superiores. Succorum circulationem in plantis mechanicis viribus paullulum facilitari fortassis posse, sed neququam promoveri, dependere eam a vi superiori, vitali, quam describere facilius, quam definire est, optime tamen huc usque tanquam vim sive impulsus internum, corpora organica mutationi sempiternæ subjicientem definimus. Hanc vim vitalem in vegetabilium œconomiam primus introduxit Van Marum. Hic, in animalibus, inquit, vasa sunt tam lata, volumine tam magno prædita, et tamen inest vis vitalis; cur ea non sit in plantis? Hanc revera existere dein pluribus experimentis, quæ hoc loco allegare non opus est, probavit; rem ita quoque se habere, facile sibi persuadet, qui cogitat, plantas inter alimenta quæ solum ipsis offert eligere, quæ conveniunt, rejectis cæteris, solida prius in liquida decomponere, tum absorbere ea ope radicularum, ubi microscopiis etiam compositis foramina nulla conspiciuntur, quod certe vim vitalem admittendam, supponit; hanc autem dum jam exterius admittimus, cur eam in planta interiori desinere dicamus? Vi igitur vitali succorum circuitus fit in vegetabilibus: sed quomodo hoc? Vasorum parietibus aut membranis inhaeret *contractilitas*, contrahunt se vasa fibrosa et cellulæ, succum ita in alias partes exonerant, et novum absorbent: vasa autem spiralia circumjacentia et aëre turgentia contractilitatem hanc summopere augent. Hac facultate vasa prædita esse constat ex sequentibus: 1°. acu tange lactucam sativam, succus effluet, quod fit sine dubio contractione vasorum. 2°. Ex chelidonio majori et asclepiâ levissimo stimulo tactis succus coloratus vi expellitur; aëre autem externo resistente ex foraminibus omnino parvis certe non expelleretur, si hoc vasorum contractione non fieret. Unde stridores aërei, quos Humboldtius et Colombius in plantis succo plenis reperierunt, si non ex eo quod incisione facta vasa sese contrahant, sicque succus vesiculas aëreas ante se expellat ex partibus, ubi aër existit? Pari modo sese contrahit tela cellulosa exterior; verum quæ in ambitu posita est, tantum contractilitate gaudet; in libro et ibidem loci, ubi tela est strictior et magis compressa, nulla amplius est contractio; quomodo tum succi de cellula in alteram transeunt? Sudant sine dubio per membranas. Boerhaavius recte in plantis admisit facultatem, quam in animalium œconomia sub nomine *toni* designamus; tonus vero hic vel laxus est vel rigidus; si rigidus est

succi membranas extendunt et in cellulis retinentur : nulla succedit transudatio ; sin autem laxæ fiant membranæ , sudat succus , in plantis tonus laxus cum rigido ternat ; in homine vero aut post mortem aut in statu morboſo prior tantum incipit , humores egrediuntur , aër intrat et putredo subsequitur.

Ut autem vis vitalis et contractilitas suos exserant effectus , stimulis externis excitentur , necesse est ; absque stimulo enim nulla vita. Stimuli dantur diversi , substantiæ omnes , quæ cum planta solo affixa sunt in contactu , sales , oxida , terræ , acida , et substantiæ aëriiformes , deinde lux , cujus influxus in plantas non mechanicæ , non chemice solum , sed tanquam contractilitatem excitans agit , activitatem internam auget , sicque ascensum succorum et secretionem fovet , ad cæterasque partes evolvendas contribuit. Stimulus alius est calor qui , plantarum vitam auget , et proinde humorum motui et plantarum incremento favet. Denique electricitatis et galvanismi vis non parvi momenti videtur. Hoc monstrant felicissime plantarum tempore verno et æstivo , quo aëris electricitas major est , reſectio , earum lætitia et incrementum tempeſtiva pluvia producta , nec non pila voltaica , cujus effectu germinare sine lucis influxu plantulæ incipiunt. Succi ascensum promovet et juvat sine dubio electricitas. Fluidum electricum e terra egrediens aut pro circumſtantiis in eam intrans , secum necessario vehit et materias nutritivas et conductrices obvias in vasa sevisera , dividit eas , attenuat , et ad motum magis proprias reddit. Ascendens igitur secum elevat , dum vero admiscetur succus electrificatus alii jam præparato magisque electrificato , simul attrahunt se utrique aut repellunt , et ita sine dubio secretio multum facilitatur : en hac de re verba clarissimi Bertholon (1) : Le mouvement des liquides étant accéléré dans les tuyaux capillaires de l'homme par les moyens de l'électricité , le sera aussi relativement aux fluides nourriciers qui sont contenus dans les végétaux. » Quod attinet oxygenii influxum atque utilitatem , sat constat. Ex collectis jan in unum , quæ de tribus quæſtionibus præcedentibus protulimus , quid de circulatione humorum in plantis sit habendum , patet : succorum circuitus in vegetabilium œconomia a circuitu in animalibus diversus est , nec ut

(1) Vid. Bertholon , influence de l'électricité sur les végétaux , vol. 1 , p. 441.

idem sit, necesse : differunt inter se notis pluribus ; centrale punctum, ex quo succi omnes exeunt, et ad quod omnes redeunt, in plantis non existit uti in animalibus. Certum est, vegetabilia alimenta sibi eligere vi organica, non solida ut solida absorbere ; sed solvere prius in liquida. Succos nutritivos per radículas sudare, exinde eos autem per vasa fibrosa celerius ascendere probabilissimum est. Certum est, eos ex vasis verti undequaque versum, per totam longitudinem exonerari in cellulas succo vacuas, ibique diutius morari et præparari ; cellulis inferioribus ita repletis, succos magis ascendere per vasa fibrosa, ex iis rursus sudare in cellulas laterales vacuas, hincque elaborari ut in inferioribus, et ita porro : succos jam præparatos ex cellulis transire in vasa propria, ultimam elaborationem subituros. Certum est, cellularum officium esse potius humorem præparare et secernere quam advehere, hacque tamen functione in plantis iis, quibus vasa fibrosa desunt, fungi unice, et paullulum tantum in cæteris. Certum est, succum nutritivum in partibus superioribus, in foliis, ramis, etc. præparatum et in cambium mutatum descendere corticem inter et lignum, ibique novas formare partes. Probabilius est succum alium, qui descendit, per corticem externum descendere ; alimenti penuria ingruente, plantas ex se ipsis vivere, succos in cellulis præparatos distribui cellulis et vasis, quæ iis carent atque ex his denuo aliis adduci partibus. Certum denique est, succorum motum et ascensum non viribus mechanicis promoveri, sed vi vitali, cujus causa est incognita ; contractilitate vasorum parietum, sudatione et toni facultate in cellulis illis quibus contractilitas deest ; vim autem vitalem ipsam et contractilitatem stimulis externis excitari. Tandem probabilissimum est, plantarum organa respiratoria et aërem continentia esse vasa spiralia, eorumque metamorphoses, quod nunc in sectione altera est examinandum.

SECTIO SECUNDA.

FUNCTIONES VASORUM SPIRALIUM EORUMQUE METAMORPHOSIUM.

1°. In animalium œconomia nunquam duo organa et natura sua et fabrica diversa unam eandemque functionem peragere reperiuntur ; jam vero, qua ani-

malia, eadem lege vegetabilia tenere voluit natura : hinc recte is concludit, qui diversis plantarum vasis diversam quoque adscribit functionem ; quum autem vasorum spiraliū fabricam a vasorum fibrosorum diversam esse, supra illustravimus, hæcque succum advehere plantis probavimus, sanæ logicæ est concludere vasorum spiraliū officium non esse succum continere sed aërem, quum vacua ea manere, non cogitandum sit. Argumentum hoc physiologicum roborant alia plura hic sequentia :

2°. Plantæ sicuti animalia organis egent respiratoriis, et quemadmodum hæc ipsis orbata moriuntur, ita et illæ sine aëre vivere nequeunt. Animalia superiora respirant pulmonibus, pisces branchiis, insecta tracheis foraminum ope, quæ stigmata appellare placuit : eadem vero est in plantis ratio : aëre orbatae siccescunt et moriuntur subito, nec mirum hoc ; analogia enim tam inter externam quam inter internam animalium et plantarum organisationem generatim consideratam (differunt autem alio sub respectu) quam maxima est. Plantæ sicuti animalia exterius epidermide et cute obteguntur, obsitis et pilis et glandulis : interius vero materia lignea cum animalium ossibus comparanda, membranæ, tela cellulosa, vesiculosa, parenchymatosa, medulla, vasa seivifera, humores insunt plantis uti animalibus : radices, stomachi vicibus fungentes, stamina et pistilla, vera organa sexualia, semina ovis simillima, pollen foecundans, glandulæ secretoriæ et excretoriæ similitudinem supponunt perfectam. Quid plantarum functiones inter et animalium interest ? Producentur, evolvuntur, per intususeptionem nutriuntur, increscunt, maturescunt, moriuntur plantæ sicuti animalia, vim vitalem habent plantæ quemadmodum animalia, inspirant et expirant uti respirant animalia ; emittunt quotidie, perdunt succos et alios sugunt et sibi assimilant plantæ uti animalia. Quænam differentia chemica inter plantas et animalia ? Quid polypum interest et plantam, quam analogiam admirandam invenire est, si diversæ polypi species cum plantis diversis conferantur ? Quis botanicus polypum ultimum, plantam, quis zoologus animal esse, contendere audeat ? Verum dicet quis : cerebrum, pulmones, cor, arteriæ et venæ non sunt plantæ ; uti sunt animali : quid ! tota classis zoophytorum et maxima pars entozoorum non cervicem, non nervos, non jecur habent, an ideo animalia

esse desinant, quia nobis non tantopere consimilia sunt? Quid! cogitarine potest æterni manum, mundi creatoris paucis archetypis adstrictam, ejusque omnipotentiam ac sapientiam circumscriptam fuisse iisdem limitibus, quos nos imbecilli ipsi sæpe assignamus? Deest plantis facultas locomotrix; sed et deest animalibus multis, deest conchyliis parasitis, manentibus ibidem loci, quo eorum semina cadunt: deest et madreporis. Analogia igitur plantas inter et animalia quam maxima est; unde sequitur, plantis inesse organa respiratoria, sicuti animalibus; et quidem eo fungi officio vasa spiralia, eorumque metamorphoses, quum nulla alia organa ad hunc finem apta videantur, cæterisque jam suas functiones assignaverimus. Hoc confirmant experimenta sequentia: 1°. Sumatur cujusdam arboris ramulus ligneus ejusque extremitate utraque decisa, tota superficies mixtura, constante ex pice et cera effusa cineribusque inspersa, illiciat, pars dimidia recipienti anthliæ pneumaticæ immittatur, et vacuo in interiori facto, aërem, quem inspirat pars superior, ex inferiori exire in recipientem (et per plures quidem dies), elucebit. Idem clarius adhuc patebit, si extremitas inferior, ex qua egrediuntur bullæ aëreæ, vasi aqua repleto immergatur: quod si, orificio sectionis superioris ocluso, aër primitive in planta contentus extractus fuerit, exspiratio ulterior cessat. 2°. Halesius casu simili observavit, aërem qui non nisi per corticem mediæ partis, aëri expositæ, intrare posset, per extremitatem inferiorem non egredi solummodo ex cortice aut partibus vicinis, sed et ex ramulo toto et ligno interno, imo vel ex uno maximorum vase ligneo: « Comme j'en jugeai, ait hic physicus, par la grandeur des bases des hémisphères d'air attachés à la coupe du bâton. » Conclusio igitur peremptoria esse videtur, vasa spiralia esse vasa aërifera, quæ aërem exspirant et inspirant. 3°. Vasa spiralia copiosa luxuriant in foliis, hæc autem sicuti et alias vesiculas adjacentes aëre turgere observavit Grævius (1): quod si folia plura vasi aqua pleno immiseris, aërem undique ex eorum superficie abundanter egredi testaberis. Idem in petalis patet. Tanta vero aëris copia non in vesiculis aëreis solummodo, sed et in vasis spiraliibus sine dubio continebatur, adeoque hæc aërifera sunt dicenda. Monoco-

(1) Vid. Bertholon, *Influence de l'air et de l'électricité sur les végétaux*, vol. 1. pag. 213.

tyledonum quoque plura folia v. g. nymphaeae, zae mays, arundinis, vix aliud quid continent quam aërem, quod injectiones cum mercurio institutæ feliciter monstrant. (1)

4°. Præter analogiam plantas inter et animalia supra expositam speciatim in animalibus multis, v. g. in insectis, etc. animadvertuntur vasa, tracheae dicta, maximam habentia similitudinem cum vasis spiralibus plantarum: discrimen solum est, quod in his non anastomosin subire videantur, quo vero ipsa vasis fabrica non mutatur: jam vero insectorum tracheas aërem continere, quum iis tanquam organa respiratoria inserviant, certum est. Hinc recte ex analogico ratiocinio concludimus, plantarum tracheas esse quoque aëriferas; namque ab eadem structura eademque natura ad easdem functiones recte deducimus. Contra conclusionem hanc annotat Treviranus, dari etiam insecta, v. g. erucas et alia, etc. in quibus tracheae non aërem sed succum contineant, et proinde conclusionem nostram nullam esse, innuit. Ast hoc negamus aperte; tracheae illae, de quibus loquitur, non sunt verae tracheae sed tubuli flexuosi (geschlängelte röhren.); fila enim spiralia verum et principem earum characterem constituentia ipsis desunt. Quod et anatomici clare configuraverunt. Alii contendunt analogiam inter plantas et animalia nullam existere; sed cur hoc? Contrarium supra probabilius reddidimus. Fatemur, observata inter duo organa similitudine, non quidem mox pronuntiandum esse ex certo de structura quam possidet alterum, nondum cognita, sed explorata semel hac identitate, quam analogia conjecturavimus, concludere ad functionum identitatem, quid hac procedendi ratione magis est philosophicum?

Instabit aliquis dicens: duo organa exterius quidem sibi perfecte similia videri nec tamen ad eundem usum inservire, chrysochlorum capensem, v. g. oculi bulbo haud carere, quin tamen ejus ope videat uti caetera animalia. Verum observamus, ubi casus objectus contingit, ibi sapientem naturam ac benignam matrem diversitatis multiplicandae gratia unius organi usum per aliud adimplendum curare, enlargiri v. g. saepe sensum tactus sive auditus subtilissimum

(1) Vid. Kieser. Anat. der pflanzen, erst. th. p. 176.

fortissimumque, ubi desint oculi; nec ideo dici posse organa hæc deficientia aut irregularia quandoque, in genere non suas, ad quas destinata sint, functiones exserere. Itaque si annotationes has peculiare, et rarissimas quidem omiseris, conclusio a fabrica et natura iisdem ad functionum identitatem integra manet; namque si duæ plantæ dentur forma convenientes, hæ quoque conveniunt facultatibus et principiis proximis: quum vero facultates et principia proxima pendeant a fabrica organorum discernentium; inde debet sequi, has convenire structura interna adeoque ipsis functionibus, suppositis stimulis iisdem; quamvis, si accuratius rem definire velis, jam ipsam fabricam differre incipere intelliges pro diverso irritamentorum genere; quid enim fabrica ablato stimulo?

4°. Aërem inspirant et expirant plantæ quam maxime, quod ex Halesii experimentis, hoc loco brevitatis ergo non allegandis, evidenter elucet: aërem plantis advehere electricitatem, cujus influxus in earum vitam tam necessarius fortasse est quam aër ipse, extra dubium posuit Bertholon libri sui locis pluribus. Electricitatis salutari effectum germinant plantæ, evolvuntur folia, crescunt rami, multiplicantur flores, nascuntur uberius fructus, semina fecundantur celerius: etc. Aërem adducere plantis una cum electricitate et vapores aqueos et exhalationes gazformes et multa alia alimenta aëriiformia, pariter confirmavit Bertholon: itaque si tanta aëris copia inest plantis, hicque ipsis adeo est necessarius, si electricitatis influxus tot tantosque exercet effectus salutare in vegetabilium nutritionem æque ac functiones; ipsam autem electricitatem per aërem undique illa circumdantem advehi præcipue, dicendum sine dubio est, quomodo abneget quis plantis vasa aëriifera? Atqui quum cellulas aëreas ad hoc non sufficere, nec alia superesse organa, exceptis vasis spiralibus, eorumque metamorphosis, (quæ enim de iis loquimur, et de his intelligenda sunt) facile intelligatur; admittendum est, vasa spiralia esse vasa aërem continentia quemadmodum in corpore humano ad arterias apponuntur musculi, quorum pulsu sanguis sursum fertur in arteriis, ita et in plantis sevi motum accelerant vasa spiralia eorumque metamorphoses, quæ dum aëre turgent, comprimunt cellulas et vasa sevisera; hæc autem succum quem vehunt in cellulas laterales exonerant, novumque admittunt, et ita porro, quod confirmant spiraliū contrahendi se et dilatandi

facultas, eorum fasciculorum contactus cum vasis fibrosis, situs verticalis et parallelus inter se, origo coincidens cum tempore, quo germinant plantæ, processusque incipit atmosphericus.

5°. Si vasa spiralia eorumque metamorphoses essent vasa nutrientia, in arboribus magnis et crassis multo majora, crassiora, copiosioraque forent quam in parvis; natura enim nunquam a semet discrepans, in producendisque structuris adeo ferax, et hoc loco certe providisset: atqui contrarium pini, tiliæque speciebus et aliis per pluribus probatur: quum jam hæ arbores partim celeriter crescant, adeoque vasis sevisiferis carere nequeant, vasa vero spiralia, quæ habent, ad hunc finem sufficere non valeant, dicendum est, vasorum spiraliū eorumque metamorphosium non esse vegetabilibus advehere succum, sed aërem continere.

6°. In pinis junioribus circa medullam vasa spiralia reperiuntur, quæ postea evanescent; eorumque loco tubi simplices et elongati remanent, ab utraque extremitate plerumque oclusi, foraminibusque per latera notati, quæ hos inter ac cellulas horizontales commercium instituunt: quum vero in tela cellulosa multum aëris secernatur et vesiculæ aëreæ adsint, proindeque aër in tubulos facile intrare queat, recte eos aërem continere concludimus. Verum tubuli, de quibus loquimur, profecto sunt vasa spiralia perfecte mutata; namque nec amplius circa medullam vera spiralia nec in ligno veræ eorum metamorphoses patent, sed modo hi tubuli (aut cellulæ porosæ) solummodo, modo præter hos quædam fibræ spirales tenuissimæ medullam ambientes reperiuntur. (1) In visco albo nulla vasa spiralia apparent, sed prope medullam adsunt fasciculi spirales, non vasa spiralia, uti credi possit, verum cellulas poris notatas solummodo amplectentes. Cellulæ igitur illæ vasorum spiraliū locum præsertim occupant eaque evidenter compensant. Ex eo igitur, quod aër his tubulis aut cellulis continetur, admodum est rationi consentaneum deducere, vasa spiralia eorumque metamorphoses esse vasa aërifera, non sevisifera. Cellulæ porosæ vel tubuli loca spiraliū vasorum occupant in pluribus aliis arboribus; eas vero non succum, uti cæteræ

(1) Vid. Kieser. erst. th. s. 142.

cellulæ ligneæ continent, fundere, confirmatur ulterius minori, quam foret densitate specifica ligni harum arborum, si aquam aut succum complecterentur. Quum abietis partes solidæ ac humidæ aqua densiores sint, abies autem ipsa alia organa aërifera, quorum volumen hanc majorem densitatem compenset, totamque massam ligneam aqua leviolem reddat, non habeat, cellulas spirales majorem eam levitatem efficere, adeoque aëriferas esse, adeoque et vasa spiralia aërifera esse patet. (1)

7°. Vasa spiralia in quibusdam plantis v. g. in equisetis, cellulas aëreas immediate ambiunt, in pluribus monocotyledonibus v. g. in zea mays, cammalina erecta, etc. ex vasis annularibus gignuntur lacunæ aëreæ irregulares: spiralia quoque desinunt in cellulas parenchymatosas corollæ, aëre repletas; proindeque cum aëre communicant vasa punctata; sæpe in interiori complectuntur vesiculas aëreas: documenta autem hæc omnia sunt haud dubia, vasa spiralia ipsa et eorum metamorphoses aërem continere. Resina quidem in vasis guajaci officinalis, reperitur, quin tamen dignoscatur, utrum hæc sint vasa spiralia an propria. De hac veritate ulterius testatur eorum absentia in radicibus apicibus, aquam tantum absorbentibus, præsentia vero in foliis, corollis et ubi maxima aëris quantitas est, necnon in organis superioribus. Si igitur omnia de vasis spiralibus eorumque metamorphosis in hac sectione dictis in unum colligamus, si non certum, saltem probabilissimum erit, ea organa finem in vegetabilium œconomia habere altiorem, aërem videlicet et gaza elastica continere: hoc ad certitudinem propius adhuc accedit, quum diluerimus objecta quæ nunc sunt examinanda.

1°. Reichelius Lipsiæ olim professor, ut videret, num vasa spiralia succum an aërem continerent, atramentum in ea injecit, hocque microscopii ope in vasa ascendere, ex iisque in cellulas transire observavit, unde vasa spiralia esse vasa seivifera induxit.

2°. Si surculi abscissi immittantur liquoribus coloratis, hos in vasa spiralia ascendere testatur observatio, ex quo, vasa spiralia succum continere posse,

(1) Vid. Kieser. erst. th. s. 138.

sequi videtur. Verum observamus eas conclusiones ambas esse mancas : atramentum enim, quæ substantia est venenosa, et surculorum abscissio plantas in situm non naturalem et statum quasi morbosum collocant, earum irritabilitatem mutant et faciunt proinde, ut, vi vitali aut deleta aut modo suo naturali haud agente, liquida sese insinuent in vasa, quin ad hunc scopum destinata sint : namque vita organica systema unicum constituit, ubi totum se mutuo ligat atque coordinat, ubi functionum perfectio a symmetria generali in singulis organis observata pendet, ita ut omne id, quod hanc turbat symmetriam, turbet quoque magis minusve functiones. Quid ergo simplicius est cogitare, quam quemlibet, volentem naturam sequi fideliter certasque inde deducere conclusiones, observare debere leges, quas ea sequatur viva; et post casum vel levissimum, qui contigerit, non amplius cum certitudine concludi posse. Denique nunquam fluida tincturis imbuta in vasa ascendere observatur, si pars nulla læsa fuerit, nunquam si tota planta cum radicibus sanis et integris iis immergatur, nunquam, si folia aliæque partes illis appropinquantur, ita ut extremitates insectæ ipsam tincturam haud tangant : quanquam Mirbelius et Moldenhawerus contrarium se observasse contendant, negant hoc tamen recte physiologi cæteri omnes, et aqua sine dubio ex iis tincturis tantum, non ipsæ partes coloratæ in vasa intrarunt, hæ enim haud solutiones sunt puræ : globuli autem colorati in vasa fibrosa non ascendunt, inquit Linkius, quia nimis crassi sunt.

3°. Rudolphi ex plantis sub aqua dissectis humores egredientes observavit, eosque vasa spiralia fundere conclusit. Annotandum vero est, nunquam certo sciri posse utrum ex spiralibus, an ex aliis vasis fibrosis, utrum ex cellulis, an ex interstitiis adjacentibus proveniant humores, imo an posita sub aqua planta aliquid egrediatur, distincte agnoscere non potest.

4°. Idem auctor dixit : constat ex Reichelii experimentis, vasa spiralia atramento plane impleri, si vero aërifera forent, hoc esse non posset; aër enim interior in vasis, prout ascendit atramentum, resisteret et tandem ne ulterius ascenderet impediret; ergo non pro aërifera sed pro seviseris habenda sunt. Negamus hanc conclusionem; namque, quæ exstant rationes, cur non prius jam aër egrediatur quin observetur? Cur bullæ aëreæ non expellantur jam compressione et contractione

dum planta experimento subjicitur? Cur non dicatur, hanc jam ipso manus calorico sat lædi quo aër egrediatur: ut certe concludas, repeto, vivam sequere naturam: et mirum fortasse foret, si in plantam, cujus vis vitalis et abscissione et atramento aut extincta jam aut diminuta saltem valde est, non ascenderet fluidum modo dictum; hoc loco vero quæstio agitur, quid vasa spiralia et eorum metamorphoses contineant, quum plantas in suo situ naturali consideramus.

5°. Objicit Treviranus (1) suppositionem, plantis vasa aërifera esse necessaria, falsam esse; vasa spiralia enim, quæ pro iis habenda forent, deesse multis plantis, et proinde pro aërifera haberi non posse. Sed retorquemus, multo majori cum jure concludentes, ea vasa sevisera esse non posse, ideo quia multis plantis desint; alimentum enim est res majoris momenti, quam aër, quem jam succus partim advehit, partim cellulæ aëreæ per plantam dispergunt: quam utilia, imo quam necessaria plantis sint vasa aërifera, supra vidimus; ex eo autem, quod desint pluribus et præsertim imperfectis, quod notandum est, nondum sequitur ea cæteris quibus insunt, non esse necessaria, sed sequitur tantum, ea iis in locis non esse necessaria, aliis organis eorum vices explentibus. Si ita ratiocinaretur auctor in physiologia animalium, in quot quantosque delaberetur errores?

6°. Mirbelius (2) inquit: « Nemo dubitat, vasa scalaria et punctata esse vasa sevisera, et quum hæc in ligneis conis distributa fulciantur contra medullam extremitatem superiorem versus, ibique plerumque desinant in vasa spiralia, certo certius est, succum qui percurret per vasculi partem, quæ vasis scalaris et punctati formam habet, continuare ascensum per partem vasis spiralisformem ».

2°. In plantis junioribus sæpe non alia sunt vasa quam spiralia, proindeque, hæc vehant succum, necesse est.

3°. Spiraliū vasorum amplitudo et forma succi ascensum mirandum in modum reddunt faciliorem; ejusdem anni mollia ligni strata continent vasa scalaria et punctata; ea vero, quæ sunt ligni durioris, non nisi punctata, quasi aperturæ, per quas succus transire debeat, derescant eo magis, quo lentius incrementum

(1) Vid. Trevir. Biolog. vol. 4.

(2) Vid. Mirbel. Notes justif. de la déf. de sa théor. pag. 54.

succedit. Verum, annotandum est ad 1^o: argumentum objectum innititur suppositioni falsæ, vasa scalaria et punctata vehere succum; hoc autem prius fuisset probandum, nec tamen est, nec esse potest, adeoque objectio nulla est. Ad 2^o: hoc ita visum est Mirbelio nulla vasa fibrosa noscenti; qui vero hæc noscunt, haud ignorant, ea quoque esse in plantis junioribus, proindeque, supposito quidem, cellulas non alimentum sufficiens advehere, nondum concludi potest ea fungi functione vasa spiralia: hæc aërem vehunt plantis simul necessarium; et si succum ducunt, cur serius et non prius apparent in plantis? Ad 3^o: succi ascensus per vasa spiralia et eorum metamorphoses facilior reddi primo intuitu videtur, sed post institutum examen multum prioris perditur probabilitatis; vasa enim hæc in verticali situ sunt collocata, et ita ascendens succus libere gravitate ferretur versus terram; deinde media alia assignavimus altiora, quibus motus promovetur, imo si attentio vertatur ad id, quod ascendens succus simul sit elaborandus ac præparandus; consimili digestioni diametrum magnum nocere intelligitur, prodesse vero multum, si hæc vasa sint aërifera, quæ dum aëre turgent, sese magis dilatant, vasa fibrosa quibuscum sunt in contactu, comprimunt; hæc vero exonerant humores in cellulas laterales et alios ab infimis recipiunt; sicque humorum motum promoveri, extra dubium est. Denique si sint tantum vasa punctata in ligno duriori, an ideo est, quia succi ibidem ascendentis et effluentis in cellulas laterales est minor quantitas? Hoc si quid probet, probet solummodo cur res ita se habere queat, non cur ita sit. Cur vasa punctata sint in ligno duriori, et cur talia sint qualia sunt, hoc profecto ab aliis causis pendet.

7^o. Vasa spiralia dantur ibidem loci, ubi humores superiora versus promoventur. In dicotyledonibus medullam inter et lignum processus similis locum habet ei, qui inter corticem et lignum; processus autem uterque iidem plane esse nequeunt, quia inter corticem et lignum non exstant vasa spiralia sicuti prope medullam: verum ex his alia functionum diversitas sequi nequit, nisi quod succus inter corticem et lignum descendat, inter medullam vero et lignum ascendat. (1) Quod attinet processum prope medullam, de eo quidem dubitari

(1) Vid. Trevir. Biolog. vol. 4. pag. 62.

non potest; conclusio vero quam inde deduxit Treviranus, falsissima est; succum enim per vasa fibrosa non descendere sed ascendere multo probabilius reddimus: porro, ut novæ partes prope medullam formentur, non requiritur ut succus nutritivus per vasa spiralia medullam cingentia advehatur; et consequenter conclusio claudicat; imo requiritur, ut, quum novi fasciculi vasorum spiraliū continuo nascantur, succus, ex quo elaborato illi formantur, per alia organa jam advectus sit; quomodo enim alias nascerentur? Totius processus explicationem habeas sequentibus: usum medullæ esse probabilius est, crudeos e solo recipere succos, eos elaborare ac præparare: hic succus ita elaboratus in cambium convertitur, quod inter medullam et lignum depõnitur, vasa spiralia, fibrosa cellulasque efformaturum; hæc autem nata et dispersa medullæ vicibus funguntur, spiraliū aërem necessarium advehentibus. Confirmatur hoc 1º. medulla consumpta, id est orbata succo viridi, totum ligni incrementum internum cessat, licet adsint vasa spiralia: si hæc igitur succum adducant, cur lignum increcere cessat? 2º. Si tempore verno circa ejusdem anni arbores juniores et medulla gaudentes succo plena, caute strata omnia lignea auferuntur, elapso aliquo temporis spatio circa medullam denudatam vasa spiralia, fibrosa atque cellulæ nascuntur, ipsaque arbor vitam continuat. (1) Hinc, si Treviranus alibi ex eo quod arbor, cujus lignum ex parte ablatum erat, vivebat, et moriebatur, quum totum ademptum fuerit, deduxerit, vasa spiralia humorem fundere, conclusio non recta videtur; in exemplo enim modo allegato ne vasa spiralia quidem aderant, et consequenter humorem non adducebant, atqui nihilominus vivebat arbor. Error ergo in casibus similibus probabiliter provenit, quod experimentum non sufficiente cum cura, sive circa arbores adultiores, medulla jam aut plane aut ex parte saltem sicca, erat institutum. Et quid miri, si arbor tam graviter vulnerata moretur non quidem ex alimenti defectu, sed ex vulnere illato? Tandem si obijciatur succum ex ligno magis quam ex libro effluere observari, negamus hoc aperte et argumenta nostra in sectione priori allata probant contrarium: deinde ex eo non stricte sequitur, humorem quem fundat lignum, effluere ex vasis

(1) Vid. Curt. Sprengel. Anleitung zur Kräuterkunde, erst. th. p. 83.

spiralibus, quum ex cellulis, ex vasis fibrosis ibidem existentibus atque ex interstitiis provenire queat. Kieserus in arboribus omnem succum per lignum, nec tamen per ejus vasa spiralia ascendere supponit. Succum per lignum sursum ferri non negamus, sed librum præcipuum nutritionis fontem ac vitæ focum esse, vasaque spiralia aërem continere, affirmamus. Dependet quoque succi, qui effluit, quantitas partim a momento, quo arbores insecantur: quod si fit eo tempore quo totus (succus) ad novas partes formandas adhibetur, aut quo, temperie duriori in leniorem mutata, transpiratio multum augetur, his in casibus vel non, vel non nisi parce effluit succus, quin tamen inferri possit, nullum in partibus læsis contineri.

8°. Ex Moldenhaweri (1) experimento de vasis plantarum constat, surculum, cujus extremitas inferior, ablata prius omni tela cellulosa ad vasorum spiraliū fasciculos usque, aquæ immersa fuerit, per tempus vegetum mansisse: unde infert Treviranus cum auctore ipso, aquam in alimentum surculo necessariam per ejus vasa spiralia ascendisse. Verum annotamus hanc conclusionem esse mancā: ut enim stricte vera foret, ostendendum esset, surculum aliter non vegetari potuisse, nisi succo per vasa spiralia advecto, quod probari nequit: namque primo difficile est ita operari ut præter vasorum spiraliū fasciculum nihil remanere, certum sit. Porro in ligno vasa fibrosa disperguntur; præsertim vero in alborno, docente Curtio Sprengelio. Præterea adsunt cellulæ elongatæ, adest medulla, quibus alimonia ascendat. Denique si per tempus vigerit ramus, hoc non mirum; nec inde sequitur alimentum e solo per vasa spiralia advectum fuisse, quum succus in ramo jam contentus et in cellulis jam exoneratus ad hunc finem sufficere aut ex aëre per folia absorberi potuerit. Ergo objectio sententiam nostram nequaquam debilitat.

9°. Moldenhawerus ait: In quibusdam plantis vasa spiralia valde copiosa sunt; si vero aërem continerent, ad quid tantum aëris iis inserviret? Hinc ea vasa sevifera, non aërifera esse, dicendum est.

Sed quæramus potius si sint vasa sevifera, ad quid tanta alimentorum copia,

(1) Vid. Moldenhawer Anat. der pflanzen, p. 30.

quum aliæ plantæ et mole maximæ quidem (arbores) haud tanto vasorum spiraliū apparatu præditæ vivant? En hac super re illustris Duhamelii verba in *Physica arborum* : « Si d'un côté le défaut d'eau occasionne l'inanition des plantes, d'autre part la trop grande abondance de ce fluide produit d'autres désordres, les feuilles quoique vertes se détachent des arbres, les fruits sans goût se pourrissent avant de parvenir à leur maturité, ou bien les mouvemens de la sève se trouvant trop lents, les obstructions, l'épaississement de la lymphe en sont les suites, les liqueurs se corrompent, les plantes se pourrissent. » Nos cæco systematis amore præoccupati simplicitatem quærimus, perperam naturam judicantes; natura vero, quæ nullum sequitur systema, sed arbitraria est, in structuris producendis ferax, formarum multitudine et varietate summa luxuriat, aptaque diversorum effectuum harmonia ad eundem finem tendentium perfectam se monstrat. Innumeræ Linkii observationes et experimenta chemica demonstrarunt, vegetabilium basium species offerre plurimas varietates; differre enim cellulas ejusdem speciei non tantum in aquaticis et terrestribus, sed vel diversas esse in ipsis terrestribus; alias in succulentis, in aridis alias, alias in teneris et rigidis, alias in tarde et celeriter crescentibus, nec aliam esse rationem in vasculosi systematis speciebus; hinc, pro ut concurrant, jungantur numero aut magnitudine ludant, diversas constitui plantarum formas, ex harumque numero diverso, magnitudine varia, concursu ac commercio multiplici proficisci omnem formarum diversitatem: jam vero ex diversa plantarum magnitudine, ex diversa partium collocatione, ex diversa earum numero, diversum, quod experiuntur stimulorum genus, adeoque diversi functionum modi intelligendi sunt. Functionum igitur organa, quæ sufficerent huic generi plantarum, non sufficiunt alteri, quæ abundarent in hac planta, sunt necessaria in illa. Porro an ignoramus, quamlibet plantam suam habere regionem, suum habere solum, suum alimentum proprium? An ignoramus quamlibet præparare succos suos proprios, quamlibet sua producere producta chemica? Ad hoc autem major aëris aut oxygenii quantitas tam pro stimulo quam pro mistione et succorum oxidationem, ut coctio et digestio, sicuti et diversa connubia chemica eo melius succedant, requiritur in his, minor in aliis: ut crescant plantæ, aliæ vix indigent oxygenio et

luci expositæ pereunt, ut mucres; aliæ ex aëre fere unice vivunt. Quilibet enim stimulus fabricæ accommodatus sit oportet. Tandem casus, quibus vasa spiralia copiosa luxuriant, haud sunt frequentes et vasorum numerum inter, et vegetabilium quibus insunt, magnitudinem ac crassitudinem nulla ratio, aliqua vero inter numerum hunc et staminum habetur, si Kieserum audiamus.

Ex omnibus objectis igitur certum inducam, nullum esse argumentum, ex quo certo aut verisimiliter tantum constet vasa spiralia eorumque metamorphoses humorem fundere, sive esse vasa sevifera; exstare vero plura, e quibus ea vasa esse aërifera aut organa plantarum respiratoria pateat, supra vidimus: et quum respirationis usus in tota viventium œconomia tantus sit, opinor, quemadmodum animalibus superioribus pulmones, piscibus branchiæ, testaceis et crustaceis organa respiratoria sunt, nec desunt insectis et vermibus vilioribus, ita et plantis, quæ infimum animalium attingunt ordinem, tantam trachearum copiam et productionem exstare, par esse, ut his plantarum quæ minime vegetantur partes præter corticem aëre irrigentur: quum enim vegetabilium succi fermentationem et fluiditatem subire debeant, (alias nulla succederet nutritio et auctio), ideo trachearum ope turbativum et summe activum separatur, quo fluiditas promovetur et fermentatio excitatur; diversæ namque salinæ et solidæ particulae, quæ præcipue in plantarum vasis abundant, facile concretionem subirent, nisi intestino agitatae motu dissociarentur, ut animalium liquoribus et sanguini accidit, cui pulmonum ope turbativus affunditur succus, unde fluiditas et fermentationis occasio. In nobis et animalibus perfectis non parum aëris ingurgitur, quo et ventriculus et continuata intestina tument, hunc autem cibariis coctionem subeuntibus intime misceri probabile est, non solum cibariorum solutionis gratia, sed etiam, ut debita communicetur fluiditas; eundem autem effectum aërem in plantis producere, haud dubium videtur. Itaque ex omnibus de vasorum spiraliū eorumque metamorphosium usu delineatis et in unum collectis, eliciam, perquam vero simillimum esse, præsertim consideratis insectorum tracheis, hisce vasis ad quamcumque corporis vegetabilium partem aërem deferri, quum valde sit probabile, ultra vitæ communicationem, beneficio aëris plantas sursum erigi in germinatione, tales conservari in augmento et vitæ processu succorum pariter ascensum et fermentationem facilitari et alia consimilia.

Coronidis loco summi Kieseri verbis finem huic examini liceat imponere :
 « Die Function des Spiralfäß-systems im natürlichen Zustande ist eine atmosphärische , sein Lebens-prozes ist ein Athmungs-prozes , es enthält daher nur Luft. » (1) Objiciet fortasse aliquis , ex parvo particularium factorum numero me deduxisse conclusiones generales : hanc objectionem non parvi esse momenti , confiteor , sed quæro , quænam alia via in scientiis sit ineunda ? An non sola et unica vera via est ex experientia , quam possidemus , conclusionem inferre generalem , eamque postea emendare experientiis , quas acquirere poterimus ? Theoria in scientiis non nisi phœnomenorum interiora investigandi ac explicandi modus est , necessaria tamen , ut ideæ certo disponantur ordine , sine quo res singulæ nimis difficiles forent. Optimus procedendi modus est omnia quærere media phœnomenis explicandis propria , eorum probabilitatem mutuo comparare , sibi que , explicationem vel multum probabilem , veram esse , nunquam persuadere. Theoriam habemus , quando singula facta cognita explicat ;

Ex vera quæ erat , falsa fieri potest : numerus experientiarum augetur , singula facta cum theoria non amplius conciliantur , et alia novis factis simul applicanda theoria est quærenda. Hoc sensu , quæ scripsi , intellecta esse velim ; quas prætuli opiniones , non selegi quia veræ sunt , veræque manebunt , sed ideo anteposui , quod melius explicant phœnomena quam quæcumque aliæ ; quod facta omnia cognita inter se reconciliant. Retineamus igitur eas , quamdiu qualitas , qua gaudent , ipsis propria manebit : tum demum , quum nova deteguntur cum iis non amplius concilianda , aliam quæramus explicationem : hucusque eas tanquam hypotheses aliis quibuscunque multo probabiliores habeamus , illustrissimi Newtoni regulæ innixi : « Causæ rerum naturalium non plures sunt admittendæ quam quæ et veræ sint et phœnomenis explicandis sufficiant et effectus naturales ejusdem generis eidem causæ sunt assignandi , quantum fieri potest. »

(1) Vid. Kieser. Anat., erst. th. p. 18.