De sclereïden

De Sclereïden

C. J. WARNECKE GRONINGEN

Aan den Hoogleeraar

A. A. W. Hubrecht

met gevoelens van hoogachting en dankbaarheid

C. J. Wijnaendts Franckey.

Francken. Dissertatie. De Scleroïden.

Inleiding. p. 1. Gebrekkig verbetering: microscop mann praxis Crow. b. v.
Grootmeester: H. v. Mohl. M. B. Ook Rob. Brown. –
Sachs leerboek zeker voortreffelijk. – Maar niet regelig. Hofmeister. –
de Bary. Regelrt. Anatomie. Dit boek is maar een kort. beknopte compilatie van de Sachs leerboek dat ook moral physiol. bevat.
Nieuwe dere met Schwendener's boek. is wat stek. Dit ~~maar~~ boek zeker voortreffelijk, maar andere zijn het ook.
Het volgende over Schwenderer is zeer goed.

B. Cell. overgeërft ook Costerm. Dif. over Collenchym remelig.

pag. 3. Ook geleerdig: onderzoek, Sclereïden
Later physiol. invloeden op Sclereïden regeen. Is dit fout of elders?
" Rauwenhoff. Citaat van my. ook het corrp. stuk is de Verh. Kon. Akad. Geef hem dit, zoo mogelijk, Cadeau. Ook Gleichenaceae.
" 5. Phrase verbetering: Maar door zijn Sonderling. enz — benamingen gegeven.
" 8. Alleen de Phanerogamen behandeld. Dan moet de titel der dissert. worden: De sclereïden der Phanerogamen. –
Gymnosperms. Was wel goed hierbij de litteratuur opgegeven, namelijk de speciale. Te vinden b. v. bij Eichler. Blütendiagramm. Baillon Hist. des plantes. enz. Voor de familie van dit Nr. belang zijn. –
Salicarieën. & Thyllocladus. kort behandeld, zonder kritiek. geen figuren. geen ontwikkeling. –
" 9. Vlegel: moet zijn: Bedeg zijn van elk onderscheiden. –
" 13. Wat is (op het midden der pag.) de rechthoekige bewegingswaarde Snyding?
Overigens is het meestal v. Sciadopitys merkwaardig.
" 17. Van Gnetaceae is het gebrek geen litteratuur aangegeven.
Ephedra. Hiervan is het meeste fysiol., maar niet de sclereïden bewegingen.
19. Bij de Cycadeae worden de Cycadeae genoemd, maar deze zijn niet behandeld. Waarom niet zelf de bladstel v. Cycas. Dion en onderzocht?
24. Het over Nymphaeaceae gezegde is zeer goed en interessant!
38. Olacineae. Dit zeer kort. Blijkt niet of hij zelf iets is van onderzoekt heeft, daar mel kort excerpt uit Edelhoff. –
hier & elders: epidermis is bruinrood. niet ?
Oleaceae goed behandeld. –
41. Myrsineae. Van de structuur der mechan. cellen in het blad v. Clavya macrophylla was het wel wenschelijk eene fig. te geven.
De tekst is niet volkomen duidelijk. –
43. De korte opmerking over conc. vaatbundel is het mag, weglaten. Dit behoort niet tot het onderwerp.
Waarom Hec. cellen v. Dictamnus albus niet onderzocht? –
Ericaceae volgens Nicodema kort & oppervlakkig behandeld hier was eigen onderzoek zeer gewenscht geweest.
44. Ere zoo heeft de appendix niet veel om het lijf
45. meer aangenaam? beschouwingen. Lieves: tot het morph. & physiol. onderzoek. –
niet meer deelneem. aan de algen. stofuitscheiding? Is dit juist? –

Stand van Prof. Rauwenhoff

p. 46. Wandverdikking van een zijde. Hier pericarpia v. Zade. Vaatbundelscheede
v. Salsaparilleworteltjes enz. gevoend. Dit behoort niet hier. Zoo dat
wezenlijk ook opgenomen wordt, da Zonde en geheel boek moeten verschijnen
met al de wijzigingen by Vaatbundelscheede, by Zade, en zooal by epidermis
en hypodermis. – Hier is dus eenige verwarring.

» 47. Verhouting der Jelaceuden v. buiten v. binnen. Dit had meder moeten worden
aangetoond en met fig. toegelicht. Niet alles apodictisch zeggen.
De phrase dat zoege verhouting plaat voor incrustatieproces en voor
deelaanv. v. plasma is my niet duidelijk. – Beide theorie?

» 48. De S ores verhouting is slechts oppervlakkig. – P. de proef v. v. Mohl vergeten
dat incrustatiestoffen met KOH of NaOH uittrekbaar zijn. –
De theorie v. Wiesner hier niet bewezen of beter. –

» 49. Overgangen tusschen lebreiden en bastcellen. Welke? Noem ze. –

» 51. Allerdes grootte v. sclereiden ook afhankelijk van goedeges opslouden v. dealing
te zand omringende, niet verhoutende cellen daarmee voortgaan.

52. Dat wandverdikking v. buiten v. binnen plaats heeft, is niet bewezen. –

53. Geen + feiten voor intussusceptie? – Lees dan Nägeli. – Waarom beide: appositie
en intussusceptie niet kenbaar naast elk. Kunnen plaats grijpen, dat ook niet.

54. Borke is kolledig: korst.

55. Godlewsky's theorie ores wateroverbrenging is geen argument voor of tegen
verhouting der marginaalwanden. Dit ka alles door micr. taaktie
uitgemaakt worden.

55. Sclereiden in bladstiel is goed en logisch beschreven.

56. de Bary geciteerd. Maar staat dit? – Noem plaats en pag. Maar zij hem
bestuudt. mag dit niet nagelaten. –
De bladen v. Gnetum en Ofea zijn nog al hard en leerachtig. –
– Dat de voorwaarden voor sclerose gunstig zijn. is een vreemd argument, en strijdt
met het vroeger gezegde, dat sclereiden steeds functie te vervullen hebben.

57. Vergeeting naar S2. – Waar staat dit? –
– Geen steencellen by Cryptogamen? – En de vaatbundelschede by Varens, het sporenkapsel
en het grondweefsel by Stereo equilina? –

58. Dat geheel hoofdstuk over vrucht- en zaadwand is inderdaad oppervlakkig.
Uitvoeriger behandeld of weggelaten. –

59. Cohn betreden. Maar heeft hij dat? – Citeer boek en pag.

61. Over de functie der sclereiden in blad is goed geschreven.

63. Berberis. Hier is niet degelijk de zijn v. sclereiden, afgeleid door kurtvorming.

66. Wat zijn gunstige embryologische omstandigheden?

pag. 6a. De omzetting v. cellulose in koolstoffen is verwacht. ook niet genoemd, het belangrijke onderzoek v. H. Mohl. (in Bot. Zeit. zie ook deing Pflanzenzelle).

b. Meyer's meening over opbouw v. d. celwand. (in Schimper Mem. Bot. 93. — Zijn nieuwste onderzoek per vergissing in Bot. Berichte Bd VIII. Heft 7.

~~p. 68. Uitspiekerwig van prim. ele. nooit gelezeide.~~

in Cruchtenverspreiding 2 deln. v. planne p. onduidelijk. Zeer, zeer oppervlakkig behandeld. Met een de reaction geneesm.

Thesis III. appositie & intussusceptie.

Strijt ook met zijn gesagde p. 70. Maar hij de intussusceptie tot verklaring v. d. groei der sclereide inroept. —

— Zie ook pag 72. Strasburger. Zellhäute p. 175 e 199.

— Geen positieve feiten voor intussusceptie. Zie de Nägeli.

Ook zijne verdediging in Bot. Zeit. —

— Zie voor overzicht Zimmermann Pfl. Zelle.

Strijd tusschen het pag. 4 gesagde: Onderzoek alleen morphol. als later de invloed v. physiol. omstand. in nagegaan verder indring in de beteekenis der Cellen voor het plantenleven.

Is op p. 79. tot het einde uitweiding over de functie, gebracht in Mechanisch instrum. — Maar is dus onbetekenis. — Zelfs phylogenet. beschouwing geen, wordt over physiol. proeven. —

Dus dit in oppervlakkig. Zijn beschouwingen op onvolk. gegevens gebouwd.

Van Sclereide maar een deel behandeld. —

1° alleen Phanerogamen. & bij voorbeeld Gymnosperma

2° de bouwing v. Schieren gesteld, maar niet besproken de Stigmata, Zaadplantjes, vooral bij Monoc. (b.v. in Stengel, Blad, Wortel v. Orchideeën, Palmen, Bladen v. Bananen (Musaceae) Musa (Musaceae) voorkomende. —

3° Niet besproken de belangrijke vorm in de Kiemkiemen b.v. v. Leguminosen, p. Wenig Planten v. die in de bast. —

4° ook Sclereiden bij sommige vruchtdingen, bepaaldelijk in Aciet. Galnoten (bescherming v. eiwitrijk deel voor woning der larve dienst).

Zij dien voor locale mechan. doeleinden. —

— was op bl. 63 gezegd wordt, is zeer onvolledig.

p. 73. Scleroid weinig anat.-syst. waarde. —

Integument bij syst. indeeling, als kenmerk, de schors vooral typ. v. veel betekenis, getuige Möller, Anat d. Baumrinde

Thesis VII synergidy. typ niet homoloog met archegonium.

1°. waarom niet de Gymnosperm als punt v. vergelijking?

2°. niet homoloog want eicel bijst daarbuiten

Vergelijk Goebel p. 438. (Embryosak = Macrospoor.
Tegmen = radix pollinis.
voor eiapparaat ontbreekt de analogie
also niet homoloog met archegon

DE SCLEREÏDEN.

PROEFSCHRIFT.

Typ. J. VAN BOEKHOVEN, Utrecht.

DE SCLEREÏDEN.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Plant- en Dierkunde

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

DR. J. H. GALLÉE,

Hoogleeraar in de Faculteit der Letteren en Wijsbegeerte,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT

TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE

TE VERDEDIGEN

op Zaterdag den 11den October 1890, des namiddags ten 3 ure,

DOOR

CORNELIS JOHANNES WIJNAENDTS FRANCKEN

geboren te Rotterdam.

UTRECHT
J. VAN BOEKHOVEN
1890.

AAN MIJNEN VADER

Aan het einde mijner academische loopbaan gekomen, wil ik niet afwijken van de aan deze Universiteit heerschende aloude gewoonte om een woord van erkentelijkheid te richten tot de hoogleeraren, wier onderwijs men genoot.

Daarom mijn dank aan U allen, Professoren der Philosophische- en der Medische Faculteit aan deze Hoogeschool, die mijne eerste schreden leiddet op een zoo moeielijk pad en mij inwijddet in de geestverheffende studie der natuurwetenschappen.

Meer in 't bizonder wend ik mij in de eerste plaats tot U, Hooggeleerde RAUWENHOFF, *om u openlijk te bedanken voor de bereidwilligheid, waarmede gij — op zoo aangename wijze — mijn Promotor hebt willen zijn; voor de belangstelling, bij de samenstelling van dit proefschrift betoond, en voor de hooggewaardeerde wenken en raadgevingen, mij bij de bewerking van het onderwerp welwillend verstrekt.*

Evenmin mag ik U, Hooggeleerde HUBRECHT, *vergeten te noemen, als een dergenen, van wie ik aan de Universiteit het meest geleerd heb; uw persoonlijke omgang met ons jongeren behoort tot mijne aangenaamste herinneringen.*

Ook van U, Hooggeleerde WEBER *en* DE VRIES, *zullen mij de voortreffelijke colleges, zoowel als de uren, op uwe laboratoria doorgebracht, steeds in de herinnering blijven voortleven.*

Reeds twee mijner leermeesters, de hoogleeraren DONDERS *en* BUYS BALLOT, *kunnen mijne woorden niet meer bereiken. Mij past het niet, de nagedachtenis van zulke coryphecën te huldigen; maar wel mag ik hopen, in mijn verdere leven iets van hun karakteradel en hun verheven levensbeschouwing te kunnen overnemen, en mij op die wijze het voorrecht waardig te betoonen, éénmaal aan hunne voeten te hebben neergezeten.*

Ten slotte wensch ik mijn hartelijken dank te betuigen aan MR. J. H. SCHOBER *te Utrecht en aan den heer* J. F. WILKE, *hortulanus te Rotterdam, die mij beiden met groote hulpvaardigheid het gevraagde materiaal voor mijn onderzoek deden toekomen.*

En gij, mijne vrienden, van wie reeds velen, met Oud-Hollandsche energie zich elders een werkkring zoekende, heinde en ver over den aardbol verspreid zijn, — u allen roep ik de woorden toe, waarmede Tyndall een zijner meesterwerken besluit: „Here then we part. And should we not meet again, the memory of these days will still unite us. Give me your hand. Good bye."

UTRECHT, October 1890.

INHOUD.

TWEEDE HOOFDSTUK.

ALGEMEENE MORPHOLOGIE EN PHYSIOLOGIE DER SCLEREÏDEN.

VOORNAAMSTE GERAADPLEEGDE LITTERATUUR.

H. Ambronn	Entwicklungsgeschichte und mechan. Eigenschaften des Collenchyms. Pringsh. Jahrb. XII. 1881.
A. de Bary	Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. 1877.
Wilh. Behrens . . .	Hilfsbuch für micr. Unters. im bot. Labor. 1883.
O. Berg	Anat. Atlas der pharm. Waarenkunde.
C. E. Bertrand . . .	Anat. des Gnétacées et des Conifères. Ann. d. sc. nat. S. V. T. XX 1874.
O. Buch	Ueber Sclerenchymcellen Inaug. Diss. Breslau 1870.
L. Dippel	Das Microscop.
Edwin Edelhoff . . .	Vergl. Anatomie des Blattes der Olacineen Engl. Bot. Jahrb. Bd. VIII 1887.
A. Feist	Ueber die Schutzeinrichtungen der Laubknospen dicotyler Laubbäume. Nov. Acta der Kais. Leop. Carol. Acad. Bd. LI. Heft 5.
E. Giltay	Het collenchym. Proefschrift Leiden 1882.
A. Gris	Sur la moelle des plantes ligneuses. Ann. d. sc. nat. S. V. T. XIV.
G. Haberlandt . . .	Entwicklungsgeschichte des mechan. Gewebesystems 1879.
id.	Physiol. Leistungen der Pflanzengewebe. Schenk's Handbuch (Encycl. der Naturwiss.) Bd. II.
R. Hegler	Histochemische Untersuchungen verholzter Membranen. Flora 1890. Heft I.

Rich. Hintz	Ueber den mechanischen Bau des Blattrandes. Nova Acta der Kais. Leop. Car. Ac. Bd. LIV N°. 2. 1889.
J. D. Hooker	On the Welwitschia, a new genus of Gnetaceae. Transact. Linn. Soc. vol. XXIV. 1863.
Bengt Jönsson	Bidrag till kännedomen om bladets anatomiska byggnad hos Proteaceerna. Diss. Lund 1880.
Link	Icones selectae anatomicae botanicae. Berlin 1839—42.
Ad. Mahlert	Beiträge zur Kenntniss der Anat. der Laubblätter der Coniferen. Bot. Centralbl. Bd XXIV. 1885.
Meyen	Phytotomie 1830.
Hugo von Mohl . . .	Vermischte Schriften botan. Inhalts. Tüb. 1845.
id.	Morphologische Betrachtung der Blätter von Sciadopitys Bot. Zeit. 1871.
Jos. Moeller	Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882.
id.	Microscopie der Nahrungs- und Genussmittel. Berlin 1886.
G. J. Mulder	Proeve eener algemeene physiol. scheikunde. Rott. 1843—50.
Rud. Müller	Die Rinde unserer Laubhölzer. Inaug. Diss. Breslau 1875.
Fr. Niedenzu	Ueber den anat. Bau der Laubblätter der Arbutoideae und Vaccinoideae. Engl. Bot. Jahrb. Bd. XI. 1889.
Petit	Le Pétiole des Dicotyledones. Ann. d. sc. nat. S. VII. T. VI.
E. Pfitzer	Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. Pringsh. Jahrb. VII. 1870.
H. Potonié	Ueber die Bedeutung der Steinkörper im Fruchtfleische der Pomaceen. Kosmos. Bd. IV. Heft 7.
A. Reinsch	Anatomische Verhältnisse der Hamamelidaceae. Engl. Jahrb. Bd. XI. 1889.
J. Sachs.	Lehrbuch der Botanik IV. Aufl. 1874.
Schacht.	Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse 1856.
Schleiden.	Beiträge zur Botanik I. 1844.

SCHWENDENER	Das mechanische Princip im Bau der Monocotyledonen. Leipzig 1874.
H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH	Ueber einige Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen. Bot. Zeit. 1871.
ED. STRASBURGER. . .	Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882.
id.	Das botanische Practicum. Jena 1884.
VAN TIEGHEM.	Recherches zur la structure des Aroidées. Ann. des sc. nat. S. V. T. VI.
THOMAS	Zur vergl. Anatomie der Coniferen-Laubblätter. Pringsh. Jahrb. IV.
A. TSCHIRCH	Ueber einige Beziehungen des anat. Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. Linnaea Bd. XLIII. 1881.
id.	Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. Pringsh. Jahrb. Bd. XVI. 1885.
id.	Angewandte Pflanzenanatomie Bd. I. 1889.
J. VESQUE.	Anatomie comparée de l'écorce. Ann. des. sc. nat. S. VI T. II.
id.	l'Espèce végétale, considérée au point de vue de l'anatomie comparée. Ann S. VI. T. XIII.
WESTERMAYER	Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebesystems Pringsh. Jahrb. XIV. 1884.
WEINZIERL.	Beiträge zur Kenntniss der Festigkeit und Elasticität veget. Gewebe und Organe. Sitzungsber. Wien. Acad. Bd. 76 I. Abth. 1877. pag. 461.
ZIMMERMANN.	Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. (Schenk's Handbuch.) 1887.

INLEIDING.

Het gebruik van den microscoop bij het wetenschappelijk onderzoek heeft wellicht nergens spoediger vrucht gedragen dan in de plantenanatomie. Reeds de eerste helft dezer eeuw zag een gansche reeks ijverige onderzoekers op dit gebied optreden, als wier grootmeester HUGO VON MOHL mag genoemd worden.

In weinige tientallen jaren hoopte zich een ontzaggelijk materiaal van waarnemingen op, totdat SACHS met zijn omvattenden blik en genialen geest in zijn leerboek een meesterstuk van critisch bewerkte compilatie leverde.

Een nieuwe richting trad sedert op met het verschijnen van SCHWENDENER's werk over den anatomischen bouw der Monocotylen. Het boek zelf was niet groot, het bewerkte materiaal niet buitengewoon omvangrijk en het morphologisch onderzoek niet moeielijk. De groote verdienste, waardoor dit werk baanbrekend werd, lag in den scherpen blik, waarvan het getuigde, het nieuwe standpunt, waarvan het uitging, en de vergezichten, die het voor de toekomst opende. Het baande een weg, die

sedert door vele jongeren gevolgd is en die, al moge hij soms tot eenzijdigheid en overdrijving hebben aanleiding gegeven, veel duisters heeft opgehelderd en twee onderdeelen der botanie, welke tot op dat oogenblik ieder hun eigen weg bewandelden, in beider voordeel tot elkander bracht en tot een harmonisch geheel samenkoppelde.

Het veld, dat op die wijze voor onderzoek ontsloten werd, was zoo ruim, dat het voor jaren stof tot bewerking leverde. Het gedeelte, dat tot nu toe het best ontgonnen is, draagt tot opschrift „mechanisch systeem", maar het is zoo rijk, dat hier de bodem nog geenszins is uitgeput. Op dit gebied wensch ik in de volgende bladzijden een kleine bijdrage te leveren, hetgeen mij o. a. daarom aantrok, omdat blijkens het gering aantal publicaties de geheele bedoelde richting tot dusverre in ons vaderland nog weinig beoefend schijnt te zijn.

Tot het mechanisch systeem werden door SCHWENDENER de bastcellen, het libriform en het collenchym gebracht, die volgens hem de eenige specifiek mechanische weefsels waren. Van eventueel mechanisch *parenchym* echter zegt hij: [1]) „Die wissenschaftliche Erledigung dieser Sache hat vorläufig noch ihre Hacken, die sich nicht ohne weiteres beseitigen lassen. Meine eigene Beobachtungen über diesen Punkt sind viel zu lückenhaft". Evenzoo getuigt jaren later HABERLANDT [2]) omtrent het stereom: „in welches die Sklerenchymzellen vorläufig noch nicht mit einbezogen sind; erst wenn auch für sie der Nachweiss voll erbracht sein wird, dass ihr Bau sowohl wie ihre Anordnung von mechanischen Principien beherrscht und geregelt werden,

---

[1]) SCHWENDENER, Das mechanische Princip enz. pag. 158.

[2]) HABERLANDT, Die physiologischen Leistungen der Pflanzengewebe. SCHENK's Handbuch Bd. II. pag. 601.

können wir diese Zellen gleichfalls dem mechanischen System beizählen."

Slechts één onderzoeker heeft zich sedert meer speciaal met deze quaestie beziggehouden, maar hij bepaalt zich in zijn verhandeling [1]) bijna uitsluitend tot de sclerose in de schors der dicotylen. Ook daarom scheen ons het onderwerp geschikt ter nadere bewerking. De cellen, welke wij zullen bespreken, zijn hoogst zonderling van vorm en verspreiding, en schijnen te spotten met alle regelmaat en orde. Toch moeten wij aannemen, dat ook zij een roeping, een haar opgedragen taak, hoe gering ook, bij de arbeidsverdeeling te vervullen hebben. Hetzij wij de plant met COHN bij een cellenstaat vergelijken, hetzij met TSCHIRCH bij een gebouw met een aantal kamers, wij moeten in ieder geval aannemen, dat al hare deelen een organisch geheel vormen, waarvan geen deel kan gemist worden zonder dat het evenwicht verbroken wordt en het geheel er de nadeelige gevolgen van ondervindt.

Op grond van deze overwegingen heb ik mij ten doel gesteld na te gaan, welke plaats de bedoelde cellen in het mechanisch systeem innemen en in hoeverre zij aan mechanische eischen beantwoorden. Daartoe werden gedurende de afgeloopen wintermaanden de species, die in dit opzicht van belang konden zijn en die ik ter onderzoek bekomen kon [2]), aan een onderzoek onderworpen en heb ik van de sclereïden behalve vorm, afmeting en verhouting, zoowel haar verhouding tot de stereïden als haar

---

[1]) TSCHIRCH. Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. PRINGSH. Jahrb. Bd. XVI. 1885.

[2]) Ik onderzocht ongeveer 60 species, waarvan echter vele met negatieve resultaten.

ligging in de weefsels en hare verspreiding in de plant zoeken te bepalen, waarbij tevens eenige waarnemingen omtrent haar ontwikkeling en groei gedaan werden.

Ons onderzoek was zuiver morphologisch. Wanneer later de invloed van verschillende physiologische omstandigheden als drukking, etiolement, buiging enz. op de ontwikkeling der sclereïden experimenteel is nagegaan, zullen wij misschien verder kunnen indringen zoowel in de beteekenis dezer cellen voor het plantenleven als in de omstandigheden, die phylogenetisch tot haar optreden hebben aanleiding gegeven. Zoo vertoonen — om slechts enkele voorbeelden te noemen — de hang- en klimplanten merkwaardige, met haar habitus samenhangende afwijkingen in haar structuur; zoo vond RAUWENHOFF [1]), dat bij de geëtioleerde plant, en later VESQUE en VIET [2]), dat bij ontwikkeling in vochtige lucht het aantal mechanische vezels in den bast sterk afneemt, terwijl NOACK [3]) de waarneming deed, dat bij de soorten van Pinus en Picea de verhouting van het hypoderm des te intensiever is, naarmate zij hooger boven den zeespiegel of op hooger breedtegraad gevonden worden.

Nog een ander doel stond den schrijver van dit proefschrift voor oogen, namelijk een samenhangend overzicht te geven van onze kennis der sclereïden. Terwijl toch aan het hout en den bast reeds naar alle zijden eene

---

[1]) Ann. d. sc. nat. S. VI. T. V. p. 267 en Versl. en Med. der Kon. Akad. van Wet. te Amst.

[2]) Influence du milieu sur les végétaux. Ann. d. sc. nat. S. VI. T. XII. p. 171.

[3]) Der Einfluss des Klima's etc. PRINGSH. Jahrb. XVIII. pag. 529.

uitvoerige bewerking ten deel viel, zijn sclereïden wel is waar menigmaal beschreven, maar zij werden altijd slechts terloops behandeld en maakten nimmer het onderwerp uit van een vergelijkend onderzoek, door éénzelfden persoon in het werk gesteld [1]). Daardoor is de litteratuur zeer verspreid, en daarom werd er hier naar gestreefd, deze zooveel mogelijk te verzamelen en te verwerken, en zoodoende het onderwerp min of meer monographisch te behandelen.

Die behandeling laat zich gevoegelijk in twee hoofddeelen splitsen. In het eerste worden de sclereïden achtereenvolgens in systematische volgorde beschreven, terwijl in het tweede hare eigenschappen in het algemeen en hare physiologische beteekenis ter sprake komen. Hieraan dient evenwel een kort hoofdstuk over de nomenclatuur vooraf te gaan.

---

[1]) De reeds verouderde dissertatie van Buch „Ueber Sklerenchymzellen, Breslau 1870", kan hierop moeielijk aanspraak maken, daar deze eigenlijk alleen de trichoblasten van Monstera Lennae behandelt.

TERMINOLOGIE.

Alvorens tot de morphologische behandeling van ons onderwerp over te gaan, moeten wij een oogenblik stil staan bij de verschillende namen, die aan de verschillende sclereïden gegeven zijn, en zien, welke beteekenis aan die namen te hechten is. Vooral bij de celvormen, die wij in deze bladzijden behandelen, is zoo iets hoogst wenschelijk, want door hun zonderling uiterlijk en geisoleerd voorkomen, zonder een eigenlijk scherp omschreven weefsel op te bouwen, zijn daaraan, meer dan aan een anderen celvorm, velerlei benamingen gegeven.

De naam met de uitgebreidste beteekenis is zeker wel die van *sclerenchym* (van σκληρός hard en ἔγχυμα weefsel). Oorspronkelijk door METTENIUS gebruikt voor de verdikte cellen bij varens, werd hij later toegepast op alle celvormen met verdikte wanden en zoo werden door SACHS, DE BARY, RUSSOW [1]) en STRASBURGER [2]) de bastvezels sclerenchymvezels van den bast, de libriformcellen die van het hout genoemd.

SCHWENDENER [3]) daarentegen betoogde, dat de door

---

[1]) RUSSOW. Vgl. Untersuchungen über die Leitbündelcryptogamen. 1873.

[2]) STRASBURGER. Das botanische Practicum.

[3]) Das mech. Princip im anat. Bau der Monocotyledonen. Leipzig. 1874.

NÄGELI ingevoerde termen „phloem" en „xylem" slechts *topographische* begrippen waren, steunende op eene liggingsverhouding tot het cambium. Wat hun morphologische samenstelling betreft, vertoonen de daarmede aangeduide deelen geen eenheid van type: zoo zijn de vaatbundels geenszins steeds van bastvezels vergezeld en waar dit wel het geval is, is het slechts een gevolg van „physiologische opportuniteitsgronden (HABERLANDT)". Evenmin zijn omgekeerd de bastvezels uitsluitend aan het fibrovasalsysteem verbonden: zij volgen in hare groepeering en ligging mechanische, geen morphologische regels en er bestaat daarom geen voldoende, logisch gemotiveerde grond om ze, waar dan ook gelegen, niet als een morphologische eenheid op te vatten. Doet men dit niet, dan komt men tot inconsequenties als die van DIPPEL, welke bij Monocotylen de bastbekleedselen aan de binnenzijde der vaatbundels als hout, die aan de buitenzijde als bast aanduidde.

Op grond van deze beschouwingen werd dan ook door SCHWENDENER hetgeen men vroeger begreep onder „vaatbundel", gesplitst in twee nieuwe rubrieken, namelijk een stofleidend gedeelte of *mestom* en een mechanisch of *stereom*, tot welk laatstgenoemd weefselsysteem dan, behalve de bastvezels en het libriform, tevens het collenchym gerekend werd. [1])

Een tweede verschilpunt tusschen de oudere en nieuwere school ligt in het gebruik van den term *bast*. Het is te betreuren, dat de voorstanders der physiologisch-anato-

---

[1]) Reeds RUSSOW en DE BARY rekenden de bastbundels niet tot den vaatbundel; op die wijze wordt deze voor monocotylen gelijk aan SCHWENDENER's mestom, niet echter bij dicotylen, waar tevens een libriform voorkomt.

mische richting aan dit reeds bestaande woord een geheel nieuwe beteekenis zijn gaan hechten: een verandering, waardoor verwarring gesticht wordt en die SACHS [1]) aan SCHWENDENER en zijn volgelingen een misbruik van het woord „bast" deed verwijten. Wel beroepen dezen zich op zijn etymologische afleiding en zijn oorspronkelijke beteekenis als die van technisch in de industrie verwerkte mechanische vezels [2]); maar deze laatste dateert reeds van vóór het microscopisch plantenanatomisch onderzoek, en wat de eerste betreft, zoo wordt overal in de wetenschap, vooral in de biologische, het „verba valent usu" gehuldigd.

Hoe het zij, HABERLANDT cum suis hebben van het begrip „sclerenchym" het stereom en daarmede de bastvezels afgescheiden en zoodoende den naam „sclerenchymcellen" beperkt tot het begrip „*niet-prosenchymatische* [3]) *stereïden.*" [4]) Bij deze distinctie tusschen bast en sclerenchym sluit zich WIESNER in zijn leerboek [5]) aan.

Die parenchymatische sclerenchymcellen nu hebben langzamerhand een gansche reeks namen bekomen. Aan hare gelijkenis op bastvezels hebben zij die van *vezelcellen*, (bij Welwitschia, SACHS) *gecopuleerde bastvezels* (bij Monstera, WEISS), *secundaire bastcellen* (bij Coniferen, SCHACHT), *fibres pseudo-libériennes* (bij Gymnospermen, BERTRAND), *vertakte bastcellen* (bij Larix, DIPPEL) te danken. Aan haar functie zijn benamingen als *Schutzzellen*

---

[1]) SACHS. Pflanzenphysiologische Vorlesungen.

[2]) HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie Leipzig 1884 p. 141.

[3]) De verdeeling in parenchym en prosenchym is afkomstig van LINK, (Grundlehre der Anat. und Phys. der Pflanzen. Göttingen 1807.)

[4]) l. c. pag. 102.

[5]) WIESNER. Elementen der Anat. und Physiol. der Pflanzen. Wien. 1881.

(bij Restiaceae, PFITZER) en *Skeletcellen* (bij Hakea, JÖNSSON) ontleend, terwijl een andere reeks van namen, zooals *inwendige haren* (bij Monstera, Nymphaea), *Knochenzellen* (bij Hakea, TSCHIRCH), *Ophiurenzellen* (*Ophiuridlika* bij Proteaceae, JÖNSSON) en *Stabzellen* (MÖLLER) op haar uitwendigen vorm betrekking heeft.

Naast al deze meer sporadisch voorkomende, zijn er nog enkele andere namen, die meer algemeen burgerrecht verkregen hebben. Zeer oud is reeds die van *steencellen* (Steinzellen, cellules pierreuses), wijzende op haar hardheid. HOOKER [1]) noemde de door hem bij Welwitschia mirabilis gevondene „*spicular cells*", welke naam verduitscht tot „*Spicularzellen*" veel ingang gevonden heeft bij onze oostelijke naburen. SACHS [2]) sprak van *idioblasten* (van ἴδιος eigenaardig en βλάστη spruit) daar, waar hij enkele van haar omgeving afwijkende cellen te midden van ander weefsel aantrof. Daar deze definitie evenwel zeer onbepaald is en zich zóó het begrip zeer ver uitstrekt, verdeelde SACHS ze verder in een aantal onderafdeelingen met afzonderlijke namen als *trichoblasten*, *lithocysten* enz., iets wat door WEISS [3]) terecht als een onvruchtbare complicatie van de hand gewezen werd.

TSCHIRCH eindelijk vereenigde al de door de besproken namen aangeduide celvormen onder dien van *sclereïden*. Reeds vroeger was in meer beperkten zin de uitdrukking „sclerieten" of „cellules scléreuses" gebezigd, maar TSCHIRCH wijzigde deze tot sclereïden, naar analogie van de opbouwende elementen van het stereom, die SCHWENDENER „stereïden" betiteld had. De verschillende daaronder be-

---

[1]) Transact. Linn. Society vol. XXIV.

[2]) SACHS, Lehrbuch der Botanik IV. Aufl. 1874 pag. 85.

[3]) WEISS, Lehrbuch der Anatomie § 35 pag. 274.

grepen vormen gaf hij dan verder aan door een toegevoegd voorzetsel als *brachy- macro-*, *astro-*, *osteosclereïden*. Dezen naam „sclereïden" nu hebben wij, als zijnde de nieuwste, de meest rationeele en algemeene en tevens de minst praesumeerende, boven alle andere de voorkeur gegeven.

EERSTE HOOFDSTUK.

Speciale beschrijving van het systematisch onderzoek.

A. Gymnospermen.

I. Coniferen.

1. *Salisburia adiantifolia* Smith. (Ginkgo biloba L.)

Bij deze Japansche Coniferer vinden wij twee soorten van sclereïden. Voorcerst ziet men in éénjarige internodiën onmiddellijk onder de epidermis, tusschen deze en de dunwandige kurkrijen, eenige onregelmatig gerangschikte lagen van bochtige dikwandige cellen, in dwarse doorsnede ongelijk van vorm en afmeting en, blijkens haar blauwkleuring met Schultze's reagens, met onverhoute wanden. Zij zijn vezelachtig verlengd, meest spits toeloopend en onvertakt en haar lumen is soms gevuld met een roodbruinen, homogeenen inhoud. Böhm [1]) noemde ze bastcellen en vond dergelijke cellen ook in het merg. Reeds spoedig, in het tweede jaar, wordt deze laag tegelijk met de epidermis afgeworpen en hare plaats en functie overgenomen door de kurk.

---

[1]) Jos. Böhm. Sind die Bastfasern Zellen oder Zellfusionen? Sitz. Ber. der Kais. Ak. d. Wiss. Bd. I. en III.

In de tweede plaats vormen zich ongeveer ten tijde van de loslating der opperhuid uit en te midden van de primaire schorsparenchymcellen groepen steencellen. Zij liggen dicht bij de primaire bastvezels, die voor een groot gedeelte door radiaire samendrukking en tangentieele uitrekking ovaal geworden zijn op de dwarssnede. Enkele liggen ook daartusschen en zijn dan duidelijk er van te onderscheiden door haar meerdere grootte, talrijke poriën en verhouten wand.

2. *Phyllocladus trichomanoïdes* Don.

Reeds Möller [1]) beschrijft in de schors van deze Nieuw-Zeelandsche species verschillende stadiën van sclerose tot kolossale, vreemd gevormde steencellen met zeer gering lumen toe. Tevergeefs zocht ik naar dergelijke cellen in de platte, waaiervormige, varenbladachtige phyllocladiën.

3. *Podocarpus.*

Onderzocht werden: P. salicifolia Klotzsch.
P. elata R. Br.

Beide onderscheiden zich, doordat eerstgenoemde soort een transfusie-weefsel bezit en stomata slechts aan de onderzijde van het blad, laatstgenoemde daarentegen genoemd weefsel niet heeft en stomata aan beide zijden.

In den stengel vindt men onder de chlorophylhoudende epidermis één enkele laag sclerenchymcellen; slechts op enkele plaatsen vindt men twee van deze cellen onder elkander. Zij zijn verhout en blijken op longitudinale doorsnede langwerpig te zijn. De centripetaal toegespitste uiteinden van de gestippelde laterale wanden der epidermiscellen rusten meestal juist op het midden dier sclerenchymcellen; de cellen van beide rijen alterneeren

---

[1]) Jos. Moeller, Anatomie der Baumrinden, pag. 36.

dus en haar aantal komt vrijwel overeen. Alleen is (P. salicifolia) hier en daar de hypodermplaat afgebroken door een onverdikte cel, die eene communicatie tusschen de epidermis en het onderliggend weefsel open houdt. [1]) De opperhuid toch, die door haar oppervlakkige ligging aan sterke verdamping is blootgesteld, heeft voortdurend aanvoer van water noodig, wil zij niet uitdrogen en verschrompelen. In den bladsteel (P. elata) ligt het beschreven hypoderm slechts aan de tegen uitrekkende krachten ingerichte, sterk afgeplatte bovenzijde en strekt zich naar beide zijden uit tot aan den kam, die als een doorloopende verhevenheid langs de zijkanten loopt.

Merkwaardiger zijn de reusachtige steencellen, die ik in het merg aantrof, maar nergens vermeld vond (zie fig. 1). Terwijl zij bij P. salicifolia ongeveer de helft van het merg vullen en grootendeels een doorsnede van 80—120 μ hebben, zijn zij bij P. elata nog veel grooter en vullen zij bijna de geheele mergruimte. Zij zijn hier reeds met het bloote oog zichtbaar en haar doorsnede, die gemiddeld 160 μ. bedraagt, stijgt soms tot 225 μ. Ten getale van 10—15 in een dwarssnede gelegen, is niet alleen haar doorsnede onderling zeer uiteenloopend, maar ook de wanddikte en de lumenwijdte alsmede de afmetingen der cellen ieder voor zich in verschillende richting, hetgeen bij het omliggend kleincelliger mergparenchym niet het geval is. Uit alles blijkt, dat de steencellen eerst sterker groeien dan de overige mergcellen en daarna successievelijk haar verdikkingslagen van buiten naar binnen afzetten tot op het nagenoeg verdwijnen van het lumen.

---

[1]) Evenzoo zijn bijv. bij Casuarina's de bastribben door dunne strooken onverdikte cellen doorbroken, verg. SCHWENDENER Mech. Princip pag. 147 en WESTERMAYER, PRINGSH. Jahrb. XIV. p. 71.

Terwijl zij zelve daarbij verhouten, blijft het dunwandig merg onverhout.

De besproken sclereïden zijn evenals de hypodermcellen weinig gestrekt (lengte bij P. elata 0.3—0.4 m.m.) en niet spits eindigend, maar met platte vlakken aaneensluitend. De lagen, waaruit de wand is opgebouwd, zijn zeer dun en daardoor uiterst talrijk, de buitenste zijn breeder dan de binnenste en op sommige plaatsen vindt men het onderling verband door korte concentrische scheuren verbroken. De wand is doorsneden door vertakte, zeer nauwe porenkanalen, die zich aan het peripherisch uiteinde trechtervormig verbreeden en ook in hun verder verloop veelal plaatselijke verbreedingen vertoonen.

In het lancetvormige blad vinden wij bij de meeste soorten van Podocarpus een middelste laag verlengde, verhoute, verdikte, chlorophylvrije, door poriën verbonden cellen, die in beide bladhelften van de middelnerf tot aan den bladrand loopt. Dit weefsel, dat door THOMAS [1]) *Querparenchym*, door BERTRAND [2]) *tissu de transfusion* genoemd wordt, dient blijkbaar tot vervoer van water en voedingsstoffen, daar het blad zeer groot is en slechts één onvertakten vaatbundel bezit. Aan de middelnerf, die aan beide zijden van het blad naar buiten uitspringt, komen onder dien vaatbundel enkele geisoleerd liggende verhoute cellen in het mesophyl voor.

4. *Larix.*

Onderzocht werden: L. europaea D. C. (Pinus Larix L.)
L. japonica Carr. (L. leptolepis Gord.)
L. americana Mich. (L. microcarpa Forb.)
L. Kaempferi Fort. (Pseudolarix Kaempferi Gord.)

---

[1]) Zur vergl. Anat. der Coniferen-Laubblätter. Pringsh. Jahrb. IV.

[2]) Anat. comp. des Gnétacées et des Conifères. Ann. d. sc. nat. Ser. V. T. XX.

Zooals reeds lang bekend is, vindt men bij onzen Larix europaea groote vertakte sclereïden midden in de schors. Ook bij andere Larixsoorten vindt men ze, maar haar aantal is aan zeer groote wisseling onderhevig. In het algemeen is de quantiteit der sclerose bij de Coniferen tusschen zeer wijde grenzen schommelend, zoo o.a. ook bij Abies pectinata en Araucaria brasiliensis. Bij Larix japonica vond ik er slechts weinig, bij L. Kaempferi in het zeer losse en lacunaire schorsweefsel in het geheel geen.

Deze sclereïden liggen volkomen geïsoleerd, zelfs zag ik ze nimmer paarsgewijs bijeenliggen. Hare grootste afmeting valt samen met de lengterichting van het stengelorgaan en eveneens loopen de takken hoofdzakelijk in die richting. In den wand vindt men slechts zeer weinig porenkanalen. Het lumen vond ik bij alle soorten dikwijls gevuld met een fijn bruinkorreligen inhoud, doorloopende tot in de uiterste spitsen der lumenvertakkingen. Daar deze bij behandeling met ijzerchloride een zwarte kleur aannam, bleek hij looizuur te bevatten, maar tevens een groot aantal zeer kleine prismatische kristalletjes, die ongekleurd bleven en als fijne lichaampjes tegen den donkeren achtergrond uitkwamen (zie fig. 2). Dergelijke kristalletjes zijn bij Larix zeer verspreid en komen, hoewel grooter, o. a. ook in de vaatbundelelementen voor.

Het is opmerkenswaardig, hoe buitengewoon vroegtijdig zich deze steencellen reeds ontwikkelen en reeds volwassen zijn. Even onder den korten vegetatiekegel (L. americana) vindt men ze reeds in grooten getale, zoowel in het dunwandige centrale weefsel boven het uiteinde van den vaatbundel als in het uiterste gedeelte van de schors, waarin ook reeds vele harsgangen zijn aangelegd. Op beide plaatsen hebben zij reeds haar definitieve grootte bereikt en zijn zij reeds volkomen in verhouting overge-

gaan: met zwavelzure aniline kleuren zij zich intensief geel, met thymol-thalline [1]) licht geel, en met thalline [2]) donker oranjegeel. Uit laatstgenoemde reactie, die volgens HEGLER alleen bij aanwezigheid van vanilline plaats heeft, blijkt dat de oorspronkelijke coniferine zich op dat tijdstip reeds in die stof had omgezet.

Dat bij Larix de sclerose reeds zeer vroegtijdig optreedt blijkt ook uit andere feiten. Zoo vinden wij reeds aan de peripherie twee of drie lagen langwerpige, verdikte en verhoute cellen en, midden in de bij Larix zeer krachtig ontwikkelde kurk, een laag éénzijdig en naar het lumen toe golfvormig gekartelde, verdikte en verhoute cellen. Later vormen zich in verloop van tijd meerdere lagen zeshoekige, nauw aaneensluitende, bruinachtige steencellen uit de buitenste kurklagen.

5. *Abies pectinata D. C.*

Ook hier zijn de zonderling gevormde steencellen in de schors reeds lang bekend. SCHACHT [3]) beschrijft en beeldt ze af in zijn leerboek. Het zijn veelarmig vertakte, bochtig ingrijpende elementen van onderling zeer verschillenden vorm. Hun lumen is dikwijls gevuld met een geelbruine, glanzende substantie; poriën zijn schaarsch. In tegenstelling van de sclereïden van Larix ontwikkelen zij zich eerst laat. In de eerste jaren ontbreken zij nog geheel; in reeds krachtige takjes met groepen bastvezels, breed periderm en verscheidene lagen bruinachtig getinte verdikte parenchymcellen gelukte het mij niet ze op te sporen.

---

[1]) Bereid volgens het recept van HEGLER. Flora, 1890 I. Heft.

[2]) Ik gebruikte een geconc. oplossing van het zwavelzure zout in 50 % alc.

[3]) SCHACHT. Lehrb. der Anat. und Phys. der Gewächse 1856. I. p. 262 en fig. 12.

Eerst na jaren ontstaan zij uit polyedrische of prismatische parenchymcellen en daarna nemen zij volgens MÖLLER [1]) met den ouderdom van den boom in aantal toe. Blijkbaar hebben zij dus hier geen functioneele beteekenis, te meer daar zij bij andere species van Abies niet voorkomen en de vorming van sclerenchymcellen bij deze plant in 't algemeen zeer onregelmatig is; zoo vond bv. MAHLERT [2]) bij twaalf exemplaren uit het Leipziger herbarium een zeer verschillenden graad van ontwikkeling van het bladhypoderm.

6. *Cedrus.*

Onderzocht werden twee van de drie bestaande soorten, namelijk:
C. Libani. Barr. uit West-Azië.
C. atlantica Man. uit Noord-Afrika.

Bij het geslacht Cedrus liggen de steencellen afzonderlijk of in kleine groepen bijeen, en wel bij C. atlantica verspreid door de geheele schors tot onmiddellijk onder het peripherisch collenchymatisch parenchym, bij C. Libani tegen de groepen bastvezels, die door de sterke uitbreiding der mergstralen driehoekig zijn. Evenals bij Abies zijn zij weinig gestippeld, bochtig, dikwijls met bruinkorreligen inhoud, in den beginne ontbrekend en zeer verschillend van afmeting; sommige bereiken een lengte van meer dan 0.3 m.m. en verbinden twee opeenvolgende bastbundels (zie fig. 3). Ten onrechte beweert BERTRAND [3]) dat zij slechts in zieke of kwijnende planten zouden voorkomen; de C. Libani, waarvan mijn materiaal afstamde, was een zeer krachtig exemplaar. Terzelfder plaatse zegt

---

[1]) l. c. pag. 28.

[2]) ADOLF MAHLERT. Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Laubblätter der Coniferen. Inaug. Diss. Leipzig 1885. pag. 20.

[3]) BERTRAND. Anatomie comparée des Gnétacées et des Conifères. Ann. d. sc. nat. Ser. V. T. XX. pag. 75.

genoemde onderzocker, dat zij ook dikwijls in het merg voorkomen en dan den mergcylinder in een aantal stukken verdeelen: een verschijnsel, zooals wij het later bij Magnoliaceae zien zullen. Ook in dat orgaan schijnen zij echter niet constant op te treden, ten minste in mijne praeparaten trof ik ze daar niet aan; de geringe mergmassa bestond er uit een homogeen, verdikt, verhout, kleincellig weefsel.

7. *Sciadopitys verticillata.* Sieb. en Zucc.

De in een dichte spiraal gerangschikte bladeren van dezen in Japan inheemschen naaldboom gelijken uitwendig veel op die van sommige Pinussoorten. Zoowel de beide groeven — een zwakke aan de boven- en een diepe, met stomata en geel gekleurde tepelvormige haren gevulde aan de onderzijde — als de beide afzonderlijke, ver uiteenliggende vaatbundels wijzen er op, dat het blad te beschouwen is als ontstaan uit de vergroeiing van twee oorspronkelijke bladeren. [1]) Uit de merkwaardige ligging van het xylem aan de onder-, het phloem aan de bovenzijde, alsmede uit de ongeveer rechthoekige benedenwaartsche snijding van twee de vaatbundels halveerende vlakken kan verder worden afgeleid, dat tegelijk met die vergroeiing een binnenwaartsche draaiing der bladhelften heeft plaats gevonden.

Deze korte algemeene bladbeschrijving moest voorafgaan om de ligging der sclereïden juist te kunnen aangeven. Zij liggen namelijk in het parenchym tusschen epidermis en vaatbundels, en wel bijna uitsluitend in de laterale vleugels. Zij zijn niet zeer talrijk, maar daarentegen zeer groot

---

[1]) Vgl. hierover verder: H. von Mohl. Morphologische Betrachtung der Blätter des Sciadopitys. Bot. Zeit. 1871.

(sommige b.v. 380 μ. lang) en sterk vertakt en verhout. De weinig gestippelde, duidelijk uit lagen opgebouwde wand is dicht bezet met van buiten aanhangende, uiterst kleine kristalletjes calciumoxalaat, die in Schultze's reagens vanwege het daarin bevatte zoutzuur verdwijnen. (Zie fig. 4.) Soortgelijke kristalletjes vindt men ook tusschen de beide duidelijk van elkander te onderscheiden gedeelten van den buitenwand der epidermiscellen. [1])

Behalve de beschreven sclereïden vinden wij in het blad evenals in dat van nagenoeg alle Coniferen een laag hypoderm, die slechts aan de ventrale groeve met hare stomata ontbreekt, en van wier cellen alleen de „Mittellamelle" verhout is, niet de veel omvangrijker secundaire verdikkingslagen. Een zelfde verhouding vertoonen de aan beide zijden van de vaatbundels gelegen bastcellen.

Ook in den stengel treft men een paar rijen subepidermoidale, langwerpige, sterk verhoute parenchymcellen aan, maar idioblastische sclereïden, als in het blad, kon ik hier niet vinden.

8. *Dammara.*

Onderzocht werden: D. Brownii Hort.
D. australis Lamb.
D. orientalis Lamb.
D. robusta Moore.

Het geslacht Dammara is voor de sclereïden zeer belangrijk. Wij willen achtereenvolgens de verschillende organen te dien opzichte bespreken.

In den stengel vindt men bij D. Brownii dicht onder

[1]) Zie hiervoor nader: H. Graf zu Solms Laubach. Ueber einige geformte Vorkommisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen. Bot. Zeit. 1871.

de sterk gegolfde epidermis met haar zeer dikke cuticula een aantal geisoleerd of in groepjes liggende sclerenchymcellen, die slechts bij uitzondering met de epidermis in aanraking zijn. Verder vertakken en verhouten zich reeds vroegtijdig een aantal cellen van de primaire schors. Hare vertakking heeft stervormig naar alle zijden plaats, haar duidelijk in lagen verdeelde wand is slechts weinig verdikt en met een gering aantal poriën, en hare doorsnede bedraagt gemiddeld ongeveer het dubbele van die der onverhoute bastvezels. Deze vertakte steencellen liggen geisoleerd verspreid in het schorsweefsel.

In den bladsteel (van D. orientalis) daarentegen liggen dergelijke sclereïden bijna uitsluitend aan de afgeplatte bovenzijde, — waar ook het collenchym sterker ontwikkeld is, — boven de op een rij gelegen vaatbundels.

Ook in het parallelnervige, monocotylachtige blad komen zij voor, maar in zeer verschillende mate. Ten onrechte geeft BERTRAND op, dat bij D. Brownii en D. orientalis het blad vrij van sclereïden is; ook daar vond ik ze. Bij D. robusta zijn zij uiterst weinig, bij D. australis betrekkelijk talrijk. Zij liggen hier vooreerst tusschen de bastvezels, maar veel grootere vindt men midden in het blad tusschen de vaatbundels op de hoogte der harskanalen, waarvan er één tusschen elk paar vaatbundels gevonden wordt. Zij liggen uitsluitend in het sponsparenchym; niet in de min of meer palissadevormige cellen aan de bovenzijde. (zie fig. 5 en 6.)

Allicht zou men verwachten, ze bij voorkeur aan den zwak naar onder gebogen bladrand aan te treffen. Deze toch is in alle opzichten versterkt: het hypoderm, dat overigens talrijke dunwandige afbrekingen vertoont, vormt hier een doorloopend geheel en komt bij D. orientalis zelfs alleen daar ter plaatse voor; zijn cellen, die elders

slechts in haar buitenste laag verhout zijn, zijn het hier totaal, en de cuticula is er sterker verdikt. Dit vermoeden wordt evenwel niet bewaarheid; aan den bladrand vindt men niet meer idioblastische sclereïden dan in het overige van het blad.

Behalve dat zij grooter zijn, gelijken de steencellen in het blad volkomen op die in de schors. Evenals deze zijn zij naar alle richtingen vertakt, slechts weinig verdikt en met een gering aantal smalle poriën. Tegen den buitenwand zijn bij D. australis talrijke uiterst kleine kristalletjes vast aangehecht; in zoutzuur lossen zij op, niet in sterk azijnzuur, en zij bestaan dus uit calciumoxalaat. Bij die oplossing blijven natuurlijk, voor zoover de kristalletjes in de membraan waren ingesloten, daarin isomorphe holten over, die den wand een ruw aanzien geven en indertijd YORKE bij Welwitschia verleidden, ze voor de kristallen zelve te houden en deze daarom onoplosbaar te verklaren. Men vindt ze ook, laagsgewijze en evenwijdig aan die cuticulaire lagen gerangschikt, in den buitenwand van de epidermis en evenzoo in het dunwandig bladmoes, waar, bij de veel grootere dimensies, de rhombische vorm te herkennen valt.

Wat den tijd van optreden betreft, zoo zijn reeds de knopblaadjes zeer rijk aan sclereïden. In de halvemaanvormige buitenste, — in een stadium, waarin vaatbundels en palissadeparenchym nog niet gedifferentieerd zijn — vormen zij een doorloopende laag, evenwijdig aan de concave binnen-(boven)vlakte en het dikst in het midden van het blad. Evenzoo komen zij reeds talrijk voor in de gekronkelde, stevig ineengrijpende binnenste knopblaadjes, maar zij zijn hier nog slechts weinig vertakt en weinig verhout.

9. *Araucaria brasiliensis.* A. Rich.

Deze species werd reeds jaren geleden door Schacht [1]) aan een speciaal onderzoek onderworpen. Een gedeelte van de schorsparenchymcellen gaat hier in sterke sclerose over en wordt tot vertakte vezels. Volgens de Bary en Behrens [2]) komen zij ook voor bij A. imbricata Pav., welke soort hare woonplaats dicht bij die van A. brasiliensis, nam. in Oost-Chili, heeft. Bij beide species vindt men weer oxalaatkristallen in den wand. In de lange, smalle, spitse, zittende, in een dichte spiraal geplaatste bladeren vond ik slechts hypoderm, maar geen idioblastische sclereïden.

10. *Sequoia gigantea.* Endl. (Wellingtonia gigantea Lindl.)

Behalve de concentrische lagen van verhoute bastvezels in den phloemring vindt men buiten tegen het phloem, zoowel van den stengel als van de in den vorm van een gewelfd kussen grootendeels met den stengel vergroeide bladeren, groepen van veel grootere onverhoute sclerenchymcellen.

11. *Taxodium distichum.* Rich.

Behalve de concentrische, radiair gerangschikte, langwerpig vierkante bastvezels, vindt men onder de epidermis op korten afstand van elkander groote, zeer lange,

---

[1]) Schacht. Ueber den Stamm und Wurzel der Araucaria brasiliensis Bot. Zeit. 1862.

[2]) J. Behrens. Ueber die anatomischen Beziehungen zwischen Blatt und Rinde der Coniferen Inaug. Diss. Kiel 1886.

sterk verdikte hypodermale vezels, wier wand prachtig in lagen verdeeld, zeer sterk verhout en met weinig stippels voorzien is, terwijl het lumen met luchtbellen en een licht bruinen inhoud gevuld is. Deze groepen sclerenchym dringen de epidermis, die zeer spoedig wordt afgeworpen, op zijde.

Het zetmeelhoudende merg is niet verhout en bevat nimmer sclerotische cellen.

II. Gnetaceae.

1. *Ephedra distachya.* L.

De bouw van deze zoozeer op Equiseten en Casuarina's gelijkende plant is uit mechanisch oogpunt hoogst belangrijk. In den stengel vinden wij aan de peripherie groepen zeer krachtige sclerotische vezels, evenals bij Taxodium, en daaronder een laag hoefijzervormig verdikte kurkcellen. Bastvezels ontbreken volkomen. In het geheel verhoute merg treft men een eigenaardig netwerk van kleinere, maar veel sterker verdikte, zeer poriënrijke cellen aan, die met veel zetmeel gevuld en wier tusschenruimten met grootcellig dunwandig merg aangevuld zijn. Iets soortgelijks vond ik bij Cryptomeria japonica Don. Het merg bestaat hier grootendeels uit ronde dikwandige, sterk verhoute, zetmeelhoudende cellen, waartusschen grootere, uiterst dunwandige, onverhoute, verschrompelde cellen.

In de groene, geleede dunne takken, waarmede de kleine schubvormige blaadjes onderling tot een scheede vergroeid zijn, bestaat het mechanisch systeem uit: 1°.

een reeks subepidermoidale dragers, bestaande uit onverhoute bastvezels; 2°. kleinere, meer centraal gelegen bastbundels; 3°. zeer kleine groepen bastvezels aan de buitenzijde der in een kring geplaatste vaatbundels, welke interfasciculair verbonden zijn door een strook dikwandige parenchymcellen.

Het is hoogst merkwaardig, hoezeer deze mechanische bouw overeenstemt met dien van de toch systematisch zoo veraf gelegen Casuarina's. Zoo vond ik bij C. muricata 1°. wigvormige subepidermoïdale ribben; 2°. kleine bastbundels tegenover de uiteinden dier ribben; 3°. daarmede alterneerende grootere bundels buiten tegen den centralen vaatbundelring.

2. *Gnetum Gnemon.* Linn.

In den stengel, die een hypoderm mist, vindt men in de schors voorcerst een buitengewoon groot aantal door het parenchym verspreide bastvezels. Deze bezitten een zeer klein lumen en kleuren zich met Schultze's reagens niet blauw of geel, maar blauwachtig rood (violet). Haar wand is uit 2 tot 4 breede, scherp van elkander gedifferentieerde lagen opgebouwd, die zich in verschillende nuances kleuren en dikwijls bochtig en van elkander afgelicht zijn. Hare onderlinge onafhankelijkheid, die, dunkt mij, wijst op groote pauzen in de wandverdikking, blijkt verder uit de poriën, die veelal slechts enkele lagen onafgebroken doorloopen en wier eventueele voortzetting dan als het ware verschoven schijnt. (zie fig. 7 en 8.)

Meer centraal ligt om de vaatbundels een ring van isodiametrische steencellen. Zij vormen slechts één aaneengesloten laag, die evenwel op talrijke plaatsen door één of meer even groote dunwandige, zetmeelhoudende

parenchymcellen doorbroken is. Haar wand is slechts matig verdikt, vertoont hier en daar een zwakke neiging tot vertakking en is voorzien van zeer wijde poriën, die als naar alle zijden (rad., tang. en long.) zoowel onderling als met het omliggend weefsel in gemeenschap zijn. (zie fig. 9.)

Eindelijk vinden wij in het centrale grondweefsel niet zeer vele, maar zeer groote (tot een lengte van 0.65 m.m.) sclereïden, grootendeels zeer bepaaldelijk in longitudinale richting gestrekt, zonder eenigen zichtbaren inhoud en met zeer weinig stippels, die aan de buitenvlakte met een komvormige verbreeding uitkomen.

Wanneer wij bedenken, dat het blad zeer groot en zwaar is en daarentegen de bladsteel uiterst dun en kort, dan is het niet te verwonderen, dat deze zeer buigzaam moet zijn en met het oog op vele mechanische eischen moet zijn ingericht. [1]) Wij zien dien steel dan ook afgeplat en de vaatbundels centraal gelegen zonder eigen bijbehoorende bastvezels, die in plaats daarvan door het geheele grondweefsel geisoleerd verspreid zijn, stomp eindigen en een zelfden bouw als die in den stengel bezitten. Daarnevens liggen ook overal in het grondweefsel zeer groote vertakte sclereiden, wier armen in alle mogelijke richtingen zijn uitgegroeid en die in 't algemeen overeenkomen met die in het merg van den stengel.

Ook in het blad vinden wij weer beide soort sclerenchymcellen terug. Aan beide zijden loopen kort onder de epidermis in alle richtingen, evenwijdig aan de oppervlakte een aantal zeer lange vezelcellen. Tevens komen

---

[1]) Zoo vond ik bijv. volgende maten: Bladlengte 16 c.m. breedte 5.25 c.m. bladsteel-lengte 1 c.m. doorsnede 3 m.m^2.; verhouding hoogte tot breedte 85 : 100.

in de middennerf, als directe voortzetting van den bladsteel, aan de onderzijde in de buurt der vaatbundels enkele wijdporige steencellen voor, gelijkende op die van de schors.

3. *Welwitschia mirabilis.* Hook. [1])

Evenals bij Gnetum komen in het grondweefsel van den stengel, alsmede volgens Bertrand in dat van den wortel, nevens los liggende bastvezels verhoute en vertakte sclereïden [2]) voor, die het orgaan buitengemeen hard maken. De takken zijn meest kort en tamelijk stomp eindigend, het lumen is nagenoeg geheel geobliterееrd en meestal slechts als een smalle buisvormige, met een korrelige substantie gevulde holte in het middelste gedeelte van de vezel voorhanden. In den wand treft men weer kristallen van calciumoxalaat aan. Ook in het blad veranderen de meeste cellen van het parenchym in sclereïden, vooral die, welke tegen de epidermis aan gelegen zijn.

Terugblik op de Gymnospermen.

De Gymnospermen kenmerken zich in 't algemeen door een zeer sterke, maar zeer onregelmatige sclerose en het is daarom moeielijk deze in eene samenvattende beschou-

[1]) Daar mij van deze zeldzame plant geen materiaal ter beschikking stond, bepaal ik mij tot de weergave der resultaten van Hooker, die de plant het eerst uitvoerig beschreef. Zie Hooker. On the Wetwitschia, a new genus of Gnetaceae. Transact. Linn. Soc. vol. XXIV. 1863.

[2]) Zie de figuur in Sachs. Lehrbuch IV. Aufl. fig. 52.

wing te behandelen. Het zwakste schijnt zij voor te komen bij Cupressineae [1]), het sterkste daarentegen bij Cycadeae, waar in den bladsteel (Cycas revoluta, Dioon edule) zelfs de epidermis er aan deelneemt en volgens VETTERS [2]) het proces van de peripherie naar het centrum zelfs zoodanig voortschrijdt, dat in zeer oude bladstelen het parenchym dikwijls in zijn geheel verhout is.

Algemeen verbreid is een dikwandig hypoderm, niet alleen in het blad, maar ook in den stengel, waar de hypodermale cellen alle graden van verlenging en verhouting vertoonen en de kurkcellen dikwijls in een eenzijdige of totale sclerose overgaan en daarbij door onderlinge verschuiving haar radiaire rangschikking verliezen. (Salisburia, Sciadopitys, Taxodium, Larix, Ephedra). In de schors vindt men evenzoo veelvuldig alleen liggende sclerenchymvezels, die BERTRAND, in tegenstelling van het hypoderm, als niet tegen de epidermis gelegen, „fibres pseudo-libériennes" noemt (Dammara, Sequoia, Cycadeae, Gnetaceae). Terwijl deze een regelmatigen vorm bezitten en bijna altijd onverhout zijn, is dit niet het geval met de meer typische sclereïden. Deze komen voor bij representanten van alle afdeelingen; slechts bij Cupressineae ontbreken zij geheel. Zij liggen meestal in de schors, zoowel de primaire als de secundaire, maar ook wel in den bladsteel (Dammara, Gnetum), het blad (Dammara, Sciadopitys) en het merg (Podocarpus, Cedrus, Gnetum). Zij zijn vertakt of met een bochtigen omtrek en soortijds in eene bepaalde richting verlengd (Larix, Gnetum). De poriën zijn bij de grootere niet talrijk, zeer nauw en

---

[1]) Ook Taxus, Cunninghamia sinensis R. Br. en Cryptomeria japonica Don. zijn zeer arm aan sterciden.

[2]) Die Blattstiele der Cycadeen. Leipzig 1884.

met een onregelmatigen loop; het lumen is evenals bij de vezelcellen van Cycadeae en Salisburia soms met een roodbruinen inhoud (Larix, Abies pectinata) en in den wand zijn dikwijls kristallen ingesloten (Podocarpus, Araucaria, Dammara, Sciadopitys).

Het is zeer waarschijnlijk, dat deze sclereïden voor de mechanische stevigheid der plant slechts van zeer ondergeschikt belang zijn. Reeds van de slechts in kleine groepen of tangentieele rijen (Araucaria, Taxodium, Juniperus) voorkomende extracambiale bast verklaarde SCHWENDENER [1]): „welche wahrscheinlich dem Cambiform den nöthigen Schutz gewähren sollen, mit der Biegungsfestigkeit aber jedenfalls Nichts zu thun haben." Zoo ook hier. De sclereïden treden bijna uitsluitend idioblastisch op, slechts bij uitzondering vormen zij een samenhangende laag (Gnetum) of liggen zij in groepen bijeen (Salisburia, Cedrus). Zij zijn zeer verschillend van grootte en de intensiteit van haar verschijning is zeer wisselvallig. Slechts zelden stemt hare ligging overeen met die, welke men uit een mechanisch oogpunt zou verwachten (bladsteel van Dammara) en zooals wij zagen, komen zij meest op plaatsen voor, die reeds door het stereom een dusdanige stevigheid verkrijgen, dat daarbij de eventueel door haar aan te brengen vermeerdering in het niet zinkt. Tevens is ook de tijd van haar optreden zeer ongelijk, nu eens vroeg (Larix, Dammara), dan weer laat (Abies pectinata) en heeft de wandverdikking, blijkens de verschillende reactie en het los verband der lagen, veelal op een ongelijkmatig voortschrijdende wijze plaats.

---

[1]) Mech. Princip. p. 159.

B. Angiospermen.

a. *Aroideae.*

De sclereïden, die bij Monocotylen hoogst zeldzaam voorkomen, zijn bij deze familie door van Tieghem [1]) reeds zoo grondig onderzocht en uitvoerig beschreven, dat ik mij met haar niet langdurig heb beziggehouden, maar toch volledigheidshalve zoo kort mogelijk hier een overzicht van ze wil geven. Ik wensch daarbij te beginnen met Monstera Lennae, welke species ik zelf op deze celvormen onderzocht.

In den bladsteel vindt men in de intercellulaire ruimten van het parenchym, die zich wegens de tonvormige gedaante der cellen op dwarse doorsnede in verschillenden vorm voordoen, de armen der H-vormige vezels (hier en daar twee in éénzelfde lacune), welke het best in een tangentieele doorsnede te voorschijn treden. De lengte dier armen (1.2—1.8 m.m.) is ongeveer acht maal die der parenchymcellen (130—170 μ.), hun afstand van elkander iets meer dan de maximaalbreedte (66 μ.) van deze. Het lumen der takken heeft zijn grootste wijdte aan den voet — in het midden bij den dwarsbalk — maar bereikt daar toch nog niet de dikte van den wand, terwijl het naar het naaldvormige uiteinde der takken toe, bij gelijkblijvende wanddikte, zeer snel in wijdte afneemt.

De onverhoute, concentrisch gestreepte wand vertoont prachtige polarisatie en zwelt in zwavelzuur en kokende

---

[1]) Van Tieghem. Recherches sur la structure des Aroidées Ann. d. scienc. nat. V Ser. Tome VI, pl. V en VII.

kali zeer sterk op, op sommige plaatsen met knopvormige aanzwellingen, gepaard met een omkrulling der takken.

Soortgelijke vezels, maar veel grooter (lengte 3 m.m.) liggen ook in het collenchymatisch verdikte velamen van den luchtwortel. Maar tevens vindt men hier nog andere sclereïden. Onder de epidermis namelijk liggen eenige rijen sterk gestippelde cellen, grootendeels 4 à 5 maal zoo lang als breed, wier radiaire en horizontale wanden samenvallen met die der onderliggende kurkcellen en die blijkbaar een sclerotisch periderm daarstellen, wier regelmatige ligging door de centrifugale groeidrukking op vele plaatsen verbroken is, evenals wij dat reeds vroeger bij Gymnospermen (Larix enz.) zagen. Vervolgens ligt, op korten afstand van de endodermis, om den radiairen centralen vaatbundelcylinder een dubbele rij groote steencellen met zandloopervormige poriën.

Maar keeren wij terug tot de meer typische H-vormige vezels. Wij kunnen zeggen, dat geen andere vorm van sclereïden meer overeenkomst met bastvezels vertoont. Zij zijn glad, kleurloos, met éénzelfde reactie, een helderen inhoud, volgens BUCH [1]) met in een linksgewonden spiraal geplaatste poriën en soms met octaëdrische kristallen (Spathiphyllum lancaefolium). Zelfs hierin komen zij overeen, dat zij zich volgens VAN TIEGHEM [2]) eerst zeer laat toespitsen, evenals HABERLANDT [3]) zulks opgeeft voor de bastcellen.

Het is dan ook niet te verwonderen, dat SCHLEIDEN [4]), nadat ze eerst voor anorganische raphiden („ovariis raphi-

---

[1]) a. w. p. 4.

[2]) a. w. p. 139.

[3]) HABERLANDT. Entwicklungsgeschichte des mech. Gewebesystems p. 50.

[4]) Grundzüge 1845. I. p. 253 en Beitr. zur Botanik. I. p. 42.

dophoris") gehouden waren, ze in het carpellum van Monstera Adansonii voor bastvezels verklaarde. Terwijl zij volgens hem groeiden op kosten van de geresorbeerd wordende omliggende zetmeel-parenchymcellen, beschouwde HANSTEIN [1]) ze als ontstaan door copulatie. Waarschijnlijk hebben hem daartoe de uiterst fijne lijnvormige dwarsschotten, die men somtijds in het lumen aantreft (Raphidophora angustifolia) aanleiding gegeven; bij Monstera gelukte het mij, evenmin als BUCH, dwarsschotten aan te treffen. VAN TIEGHEM echter toonde aan, dat de cellen die hij met den naam «poils» betitelde, ontstonden door uitgroeiing naar een of meer zijden van één enkele parenchymcel.

De beschreven sclereïden worden voornamelijk in de afdeeling der Monsterineae gevonden, maar komen toch ook nog bij enkele andere Aroideae, als Pothos Rumphii en Spathiphyllum lancaefolium voor. Zij liggen in alle organen, meest ook in den wortel. In het blad zijn zij zeer gecompliceerd vertakt, vooral bij Tornelia fragrans, terwijl zij bij Scindapsus pictus, hoewel bijzonder groot, in het blad eenvoudig gebouwd blijven.

Nog een enkel punt kome hier ten slotte ter sprake. Zooals bekend is, komen bij sommige Aroideae (Monstera Adansonii, Pothos repens) groote openingen in het blad voor. Volgens TRÉCUL ontstaan deze door uitbreiding van een der lacunen in het spongieuse mesophyl, en nu opperde VAN TIEGHEM [2]) het vermoeden, dat die uitbreiding het gevolg is van een abnormale ontwikkeling van een der sclereïden.

---

[1]) Die Milchsaftgefässe und die verwandten Organe der Rinde. Berlin. 1864. taf. VII, fig. 12—17.

[2]) a. w. p. 155.

Aangezien nu volgens HINTZ [1]) de doorboring dient om de kracht van den wind op het bladvlak te breken en de lucht gelegenheid tot passeeren te geven, zouden wij hier, indien VAN TIEGHEM's hypothese juist is, een merkwaardig voorbeeld van aanpassing hebben.

b. *Nymphaeaceae.*

Aan onze bespreking der Aroïdeae willen wij onmiddellijk die der Nymphaeaceae vastknoopen, ofschoon deze niet tot de Monocotylen behooren [2]), aangezien wij ook hierbij met waterplanten te doen hebben, wier sclereïden met haren vergeleken en als zoodanig betiteld zijn. [3]). Deze vergelijking is in zooverre gerechtvaardigd als wij ook hier met een uitgroeien van enkele cellen eener schijnbaar homogene laag aan eene, zij het ook inwendige, vrije oppervlakte te doen hebben. [4]) Daar evenwel de functie en morphologische beteekenis volkomen verschillend zijn tusschen de hier te behandelen cellen en de haren, en daar tevens het meristeemweefsel, waaruit zij ontstaan, een geheel ander is, zoo komt het mij zeer gewenscht

---

[1]) HINTZ. Ueber den mechanischen Bau des Blattrandes. Nova Acta der Ksl. Leop. Car. Acad. Bd. LIV. N°. 2. 1889.

[2]) Eigenlijk dienen hier eerst nog vermeld de H-vormige cellen, die SCHLEIDEN (zie Beitr. zur Botanik I. 1844, fig. 27) ontdekte in het merg en de schors van den Mangroveboom (Rhizophora Mangle) en die later werden onderzocht door SCHACHT.

[3]) Zoo b.v. SCHACHT. Bot. Zeit. 1851. pag. 517.

[4]) Indien het ons veroorloofd is eene vergelijking te ontleenen aan een geheel ander gebied, dan zouden wij de epidermis der plant met het epithelium, de bekleeding der kanalen met het endothelium (b.v. der bloedvaten) en in verband daarmede het grondweefsel met het mesoderm kunnen vergelijken; — een morphologische combinatie, die natuurlijk hoegenaamd geen homologie, maar wel eenigszins een analogie aanduidt.

voor, zoowel hier als bij de Aroideae de benaming „haren", als in laatste instantie uitsluitend berustende op een overeenkomst van groeifactoren, voor goed te laten varen [1]).

Wat dan nu onze familie aangaat, zoo gaf reeds MEYEN [2]) in 1830 een nauwkeurige beschrijving der sclereïden, die hier in blad- en bloemstelen voorkomen. Zij zijn samengesteld vertakt, want de primaire takken kunnen zelve weer in vertakking overgaan; daardoor wordt natuurlijk de vorm onderling zeer verschillend. Volgens MEYEN was haar membraan „hornartig" en „punktirt." Onder laatstgenoemde uitdrukking verstond hij de uiterst kleine en talrijke wratachtige verhevenheden, die overal aan de oppervlakte gevonden worden en later door VON MOHL werden aangetoond te bestaan uit kristalletjes van kalkoxalaat.

Zulke sclereïden vinden wij in deze familie bij vele soorten, zooals Nymphaea alba, odorata, caerulea; Nuphar luteum, advena, pumilum, — evenwel in zeer verschillende hoeveelheid. Bij Nuphar advena vond ik er slechts zeer enkele; in den bilateraal symmetrischen bladsteel van Nymphaea dentata, waar in het midden twee groote halfcirkelvormige kanalen en daaromheen binnen de vaatbundels een kring van kleinere kanalen voorkomen, trof ik ze in 't geheel niet aan.

Dat op dergelijke wijze als bij de Nymphaeaceae sommige cellen van den wand der luchtkanalen naar binnen in het lumen uitgroeien, is een vrij zeldzaam verschijnsel. Toch

---

[1]) Ook THOMAS is van hetzelfde oordeel. Immers hij zegt: „Doch sollte mann jene Bezeichnung (nam. „Haare im Innern des Blattes") besser ganz meiden; die betreffenden Zellen sind modificirte Parenchymzellen und haben mit einer wahren Oberhaut nichts zu thun." Pringsh. Jahrb IV. pag. 35.

[2]) MEIJEN Phytotomie § 220—222 en taf. IV en V.

staat het niet als een unicum daar. Zoo worden volgens Russow [1]) soortgelijke cellen gevonden in de luchtgangen van den wortel van Pilularia globulifera, terwijl de Bary [2]) ze vermeldt bij Limnanthemum nymphoïdes. Maar bij verreweg de meeste waterplanten zijn zij tot dusverre niet aangetroffen, zelfs niet daar, waar, zooals bij Menyanthes, wel in de vaatbundelscheede andere sclereïden voorkomen. Zij schijnen bij voorkeur zich daar te vertoonen, waar de luchtgangen geen diaphragmen bezitten; de beschreven sclereïden, die dikwijls de overzijde raken, fungeeren dan als een pseudo-diaphragma. Zelfs, indien zij al niet groot genoeg zijn om met haar uiteinde den overliggenden wand te bereiken, vullen zij toch op de plaats, waar zij liggen, een groot gedeelte van het lumen en zullen zij dus bij buiging van het buigzame stengelorgaan, b.v. door den waterstroom, het volledig toeklappen van het kanaal verhinderen, terwijl tevens door haar onregelmatigen omtrek de vrije gasbeweging in het kanaal ongestoord zal kunnen voortgaan. Iets soortgelijks vinden wij bij de boven de bastribben gelegen epidermiscellen van vele Cyperaceae, waarin Westermayer [3]) aan den binnenwand merkwaardige kegelvormige verdikkingen ontdekte, die volgens hem dienen om het totale samenklappen dier cellen in radiaire richting te beletten. Alleen ligt een verschil tusschen beide verschijnselen hierin, dat, — terwijl dáár de geleidingsbaan loopt door de cellen zelve, die haar in stand houden, m. a. w. dáár die cellen zich

---

1) Vergleich. Untersuchungen. pag. 22.

2) Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. § 53.

3) Westermayer. Bau und Function der pflanzl. Hautgewebe. Pringsh. Jahrb. XIV. 1884.

zelve beschermen tegen nadeelige invloeden, — hier een arbeidsverdeeling is opgetreden en de biologische werkzaamheden over verschillende cel-elementen verdeeld zijn.

c. *Restiaceae.*

Een geheel ander soort sclereïden vinden wij in het blad van sommige soorten dezer familie. Als voorbeeld nemen wij Elegia nuda [1]. De zeer groote en langwerpige ademholte der stomata wordt aldaar in haar onderste, diepst gelegen gedeelte omgeven door sterk verdikte „Schutzzellen", die te beschouwen zijn als gemodificeerde palissadecellen. Zij vertoonen wel cellulosereactie, maar naar de zijde der ademholte zijn zij met een cuticulaire laag overtrokken en haar lumen bevat dan ook geen chlorophyl, maar slechts een waterige vloeistof. Aangezien tevens de wand geen poriën heeft, zou de gaswisseling moeielijk kunnen plaats hebben, indien niet het bovenste gedeelte der ademholte omringd ware door een laag dunwandige waterweefselcellen.

Soortgelijke sclereïden vindt men ook bij Kingia australis en Xantorrhoea hastile [2]. Hare beteekenis is blijkbaar die om de ademholte open te houden en deze haren vorm te doen bewaren. De Restiaceae toch zijn slechts verbreid over Nieuw-Holland en de Kaap en zijn hier aan sterke verdamping blootgesteld. Op het streven om deze binnen bepaalde grenzen te regelen wijst ook de geringe afmeting, ja zelfs, zooals bij Restio diffusus, de schuine spleetvorm van den porus der stomata.

---

1) Vgl. Pfitzer. Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. Pringsh. Jahrb. VII.

2) Zie Tschirch. Ueber einige Beziehungen des anat. Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. Linnaea XLIII. 1881.

d. *Magnoliaceae.*

Onderzocht werden: Magnolia grandiflora. L.
„ umbrella. Desr.
Liriodendron tulipifera. L.

Deze familie vertoont reeds vroegtijdig een groote neiging tot sclerose, terwijl de daarbij gevormde sclereïden niet zoozeer in krachtige wandverdikking uitmunten, als wel een sterk streven naar vertakking aan den dag leggen en dikwijls een functioneerenden inhoud blijven bezitten. Wij willen dit bij eenige soorten eenigszins in bizonderheden nagaan.

In de schors der takken vinden wij onder de kurk, waarin na eenige jaren regelmatige, concentrische, gesclerotiseerde lagen beginnen op te treden, een breeden band van collenchymatisch weefsel, waarin nevens ronde klieren met aetherische olie, een gering aantal afzonderlijk gelegen verhoute cellen, met duidelijk begrensden, weinig verdikten, hier en daar zwak vertakten wand en somtijds met zetmeel in het lumen. (Zie fig. 12 en 13). In het daaronder gelegen parenchym komen bij Magnolia umbrella en Liriodendron tulipifera op onregelmatigen afstand van elkander reeds spoedig vele ongelijk groote nesten van steencellen voor. Het is mij onbegrijpelijk, hoe MÖLLER [1]) kan beweren dat bij Liriodendron de schorscellen nimmer sclerotiseeren. Ik vond er reeds vele zoodanig gemodificeerd in een driejarig takje. Zij zijn zeer groot en poriënrijk [2]), verder stevig onderling aaneensluitend en sterk

---

[1]) l. c. pag. 226 en 229.

[2]) Aan de Mittellamelle der poriën is eene centrale verdikking, gelijkende op den torus der hofstippels, te onderscheiden en de porus verwijdt zich naar die zijde.

vertakt, terwijl die takken soms zoo lang zijn, dat de doorsnede van een daarvan afzonderlijk in het praeparaat komt te liggen. (Zie fig. 10). In plaats van dergelijke groepen vindt men bij Magnolia grandiflora een doorloopenden ring van steencellen, die overigens gelijk gebouwd zijn en onmiddellijk tegen de buitenste bastvezels aansluiten. Waar de buitenste cellen van dien ring aan het schorsparenchym grenzen, dringen zij weer met talrijke takken in de intercellulaire ruimten daarvan door. (Zie fig. 11). Ook hier vindt men nog dikwijls een plasmatischen inhoud.

Merkwaardiger nog is het merg. Terwijl hierin bij Magnolia grandiflora, waar ook (hoewel zeer zelden) de mergstralen in gedeeltelijke sclerose kunnen overgaan, in de as sterk verdikte cellen voorkomen, liggen deze bij M. umbrella in groepen aan den rand, zeer vast verbonden met het libriform. Bij Liriodendron vindt men in plaats daarvan aan de peripherie van het merg een uiterst zetmeelrijke laag en liggen de verdikte cellen onregelmatig in het merg verspreid, maar toch ook op vele plaatsen in onmiddellijk contact met het libriform.

Bezien wij nu deze cellen nader en nemen wij daartoe die van laatstgenoemde plant. Zij zijn hoogst onregelmatig, maar fraai zaagvormig verdikt, een beeld opleverende als hadden wij te doen met schedelnaden. De verdikkingen van twee aaneengrenzende cellen liggen steeds aan beide zijden van de primaire membraan op dezelfde plaats juist tegenover elkander, maar beide wandteekeningen zijn niet elkanders spiegelbeelden en op vele plaatsen hebben zich ook slechts aan de ééne zijde secundaire lagen afgezet. De wand is zoo dik, dat op vele plaatsen in een dwarssnede de ééne zijde van een horizontalen tusschenwand, herkenbaar aan de dwars getroffen poriën, in het snijvlak ligt, zoodat slechts aan de andere zijde eene teekening wordt waarge-

nomen. De talrijke onverdikte plaatsen fungeeren als poriën, wier onregelmatig beeld bij verschillende instelling van den microscoop wisselt. Ook het onverdikte merg is van veel poriën voorzien en gaat geleidelijk in het verdikte over. In zijne cellen zijn de poriën eenvoudig cylindervormig en wijder dan in de verdikte cellen, omdat bij de laatsten de verdikkingslagen veelal over het poriekanaal heenliggen of het vernauwen, ofschoon de oorspronkelijke plaats in wijdte niet afneemt.

Behalve deze mergcellen komen nog een aantal andere sclereïden in het merg voor, welke, daar haar wand sterker en regelmatiger verdikt is dan die der vorige en met nauwer en eenvoudiger gebouwde poriën voorzien, meer op gewone steencellen gelijken. Zij vormen zetmeelhoudende platen, twee à drie celrijen hoog en reeds met het bloote oog zichtbaar. Deze platen vormen evenwel nergens een volkomen gesloten geheel, maar zijn steeds, hetzij aan de peripherie bij den vaatbundelring, hetzij meer centraal, door smalle banen dunwandig parenchym doorsneden, hetwelk alzoo eene communicatie openlaat tusschen het aan beide zijden gelegen dunwandig mergparenchym. Terwijl dit laatste isodiametrisch is, zijn daarentegen de steencellen in longitudinale richting afgeplat en korter dan in de radiaire (transversale), hetgeen vooral duidelijk is bij de genoemde dunwandige banen, die ze doorsnijden. Dit verschijnsel is waarschijnlijk een gevolg van het bij den lengtegroei wegens de verdikking spoediger ophouden van den turgor.

Stappen wij nu van den stengel af, om nog een oogenblik eenige andere organen te beschouwen. In den bladsteel van Magnolia grandiflora liggen in het parenchym onder den breeden hypodermalen collenchymband, vertakte steencellen aan de buitenzijde van de vaatbundels, wier stereom

voor het grootste gedeelte collenchymatisch is, en wel — behalve enkele geïsoleerde — stevig met haar takken onderling aaneengesloten tot groepen, die tamelijk regelmatig aan de peripherie verdeeld zijn, bijeen. Deze cellen zijn weer evenals die der schors betrekkelijk dunwandig met wijde stippels en duidelijke primaire middenmembraan.

Merkwaardiger is de knop der Magnoliaceae, die om zijn eigenaardigheden reeds vroeger de aandacht van vele onderzoekers getrokken heeft [1]). Hij is ter beschutting omgeven door een tuitvormig hulsel, gevormd uit de stipulae van het bijbehoorend groenachtig hoofdblad (de cupula van HARTIG), dat met een golfvormige buitenvlakte langs de middelnerf toegeklapt ligt. Deze tegmenten, die hier eenzelfde functie vervullen als de integumenten bij den zaadknop, zijn evenals de stengeltop aan de buitenzijde dicht bezet met zilverachtig glanzende haren, aan de binnenzijde daarentegen volkomen glad, zoodat zij onwillekeurig doen denken aan een omgeslagen warme pelsjas. Hun beschuttende werking wordt nog verhoogd door de stevige wijze, waarop de gekarteld-gezaagde randen als twee tandraderen in elkander grijpen. (Zie fig. 15). Dit verband is zoo hecht, dat de tegmenten schijnbaar volkomen met elkander vergroeid zijn en bij Magnolia in het voorjaar niet, zooals bij Liriodendron, uiteensplijten, maar aan hun basis loslaten en naar boven meegesleept worden. Ook de centrale knopblaadjes, die zeer verschillende ligging in den knop innemen en zich voordoen als splitsingsproducten van den vegetatiekegel, zijn, hoewel in minder sterke mate, op soortgelijke wijze met hun blad-

---

1) HARTIG. Bot. Zeit. 1855, p. 223. EICHLER. Diss. Inaug. 1861, pag. 41. HENRY. Knospenbilder. Nova Acta Bd. XXII. 5. FEIST. Ueber die Schutzeinrichtungen der Laubknospen. Nova Acta Bd. LI. 5. pag. 23.

randen aaneensluitend en scheuren eerder zelve uiteen dan op die plaatsen van elkander.

In die knoppen nu vindt men in den stengeltop reeds zeer enkele steencellen in de schors. Nog vroeger evenwel treden zij op in het centrale grondweefsel, dat later het merg zal opleveren; vooral bij Magnolia zijn zij hier reeds zeer spoedig gereed en zij worden aangelegd in den vorm van een aantal met chloorzinkjod zich blauw kleurende, centripetale wandverdikkingen.

Terwijl in de eigenlijke knopblaadjes evenmin als in het volwassen blad sclereïden voorkomen, zijn de tegmenten, waarvan de cuticula aan de buitenzijde zeer dik en met een waslaag overtrokken is, daaraan zeer rijk. Zij treden hier het eerst op aan den bladrand en zijn vooral dáár zeer talrijk, hetgeen met het oog op den boven besproken overigen bouw, zeer begrijpelijk is. (Zie fig. 15). In het verdere gedeelte liggen zij bij voorkeur aan de binnenzijde. (Zie fig. 14). Zij ontwikkelen zich uit de tweede parenchymlaag onder de epidermis, maar haar takken kunnen de epidermis raken. In den beginne is een kern nog duidelijk aanwezig, de vertakking past zich aan aan de omgeving, en het verhoutingsproces, dat eerst daarna en wel over den geheelen wand gelijktijdig optreedt, is nog slechts even begonnen, blijkens een uiterst zwakke geelkleuring met zwavelzure aniline en zwakke roodkleuring met phloroglucine.

e. *Ternstroemiaceae.*

Onderzocht werden: Camellia japonica. L.
„ sasangua. Thnb.
„ Thea viridis. L.
„ „ Bohea. L.

De sclereïden van Camellia en Thea gelijken zoo volkomen op elkander, dat wij beide hier gezamenlijk kunnen

behandelen. Reeds de namen Japansche theeroos voor de Camellia en Camellia Thea Link. voor de theeplant wijzen op de groote morphologische overeenkomst.

Bij deze Ternstroemiaceae zijn reeds lang sclereïden in het blad bekend. Zij komen evenwel ook veelvuldig voor in den bladsteel en daarom willen wij met dat orgaan beginnen. Wel ontbreken zij ook niet geheel in de schors van den stengel [1]) maar zij zijn hier toch veel minder talrijk en bieden hier niets eigenaardigs, dat bizonder de bespreking waard is.

In het midden van den aan de bovenzijde volkomen afgeplatten bladsteel ligt een met de opening naar boven gekeerde halvemaanvormige vaatbundelmassa, waarvan het leptom aan de onderzijde, in plaats van door een gewone bastlaag, omgeven wordt door een stevigen collenchymsikkel. Dat centrale collenchym is weer van buiten naar het parenchym toe begrensd door een ééncellige zetmeelscheede, van welke als geleidingsbanen stralen naar de peripherie loopen, die bij aanwending van jodium en zwavelzuur duidelijk te voorschijn treden. Dat parenchym laat zich gereedelijk onderscheiden in een centraal grootcellig en een peripherisch kleincellig weefsel. Gelijken tred hiermede houden de talrijke kristalsterren, die bij behandeling met zwavelzuur zich in prachtige groepen naaldvormige raphiden van calciumsulphaat omzetten. Aan de bovenzijde van den vaatbundelsikkel vertoont het parenchym een zeer lacunair, spongieus karakter, behalve daar waar het grenst aan het xylem, en bestaat uit een geelachtig gekleurd, dikwandig parenchym, dat als het ware de aanvulling der collenchymlaag uitmaakt.

---

[1]) Hierin heeft eene krachtige sclerose van het periderm plaats, terwijl daarentegen het phloem alle sclerenchym mist.

De sclereïden nu vindt men hierin op twee verschillende plaatsen. Verreweg de meeste liggen in het kleincellige parenchym aan de peripherie en wel in één enkele min of meer samenhangende laag evenwijdig aan de oppervlakte, waardoor zij in een longitudinale snede steeds dwars getroffen worden. Behalve deze echter liggen er eenige andere meer centraal in de opening van den fibrovasalboog. Laatstgenoemde strekken zich niet als de eerste tangentieel uit, maar radiair en rusten meest met een of meer takken direct tegen het hadrom.

Het valt niet te ontkennen, dat deze ligging in den bladsteel zeer goed overeenstemt met een zoodanige, als welke wij uit een mechanisch oogpunt zouden verwachten; aan den omtrek ter versterking van het buigsysteem, in het centrum tot weerstand tegen trekkrachten. Zij komen geenszins bij voorkeur voor in het meest losse weefsel — het grootcellig en sponsachtig parenchym — d. i. daar, waar wel de omstandigheden voor haar ontwikkeling het gunstigst waren, maar waar het minst behoefte aan stevigheid is.

De histologie dezer sclereïden, wier lengte 0.28—0.34 m.m. en wanddikte 15—23 μ. bedraagt, is volkomen gelijk aan die der in het stomp toegespitst ovale blad voorkomende. Terwijl, gelijk wij reeds meermalen zagen, de sclereïden over het algemeen een duidelijk-laagsgewijzen bouw vertoonen, zijn er bij de Ternstroemiaceae onmogelijk, ook bij aanwending van reagentia, lagen in te bespeuren en doet de wand zich als een homogeene massa voor; gemacereerd vertoonen zij een straalsgewijze teekening. Volkomen ten onrechte zegt Möller [1]) dat zij niet verhout

---

[1]) Dr. Jos. Möller. Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel. Berlin 1886, pag. 31.

zouden zijn. Even onjuist is zijn beweren dat zij geen poriën bezitten. Wel is waar zijn de poriën uiterst nauw en bereiken zij, hoewel steeds in het lumen uitmondend, voor een groot gedeelte niet de buitenvlakte, maar zij zijn toch in groot aantal aanwezig en veelal vertakt als een vork of een Neptunus-drietand.

De sclereïden zijn een zeer goed criterium tot het herkennen van theevervalschingen [1]) Om ze door maceereren uit de theeblaadjes te isoleeren, trok ik deze door koking zoo lang uit, tot het water niet meer door extractief-stoffen bruin gekleurd werd. Het best behandelt men ze dan met kaliloog, waarbij het vocht zich geel kleurt en de blaadjes, die helder wit worden, zich gemakkelijk in drie lagen splitsen nam. 1°. de epidermis der onderzijde, 2°. het sponsparenchym met de vaatbundels, 3°. het palissadeparenchym en de epidermis der bovenzijde. Men kan echter ook koken met chloorzure kali en salpeterzuur, waardoor de middellamelle door oxydatie opgelost wordt.

Wij moeten nu overgaan tot de ligging der sclereïden in het blad. Vooraf willen wij nog opmerken, dat zij niet in de bloembladeren voorkomen, wel echter in de dikke, bruinachtige, van buiten behaarde tegmenten der bloemknoppen. Wij vinden hier dus dezelfde verhouding als in de knoppen van Magnolia. In de gewone bladeren liggen zij aan de bovenzijde, — waar de sterk verhoute bastsikkels der vaatbundels veel krachtiger zijn dan aan de onderzijde, — loodrecht op de oppervlakte, tusschen het palissadeparenchym, dat bij Camellia japonica uit twee cellagen bestaat en bij verschillende soorten van Thea uit een verschillend aantal rijen is opgebouwd. Met de ééne zijde leggen zij zich door takken, die zich tusschen de

---

[1]) Zie Dr. O. Dammer. Ill. Lexicon der Verfälschungen. Leipzig 1889.

epidermis en de palissadecellen inschuiven, stevig tegen de epidermiscellen der bovenzijde, wier buitenwand naar het lumen toe eigenaardig golfvormig verdikt is. Met het andere uiteinde hangen zij, daar zij langer zijn dan de palissadecellen, vrij naar beneden, meest tot op het midden van het blad, ver in het sponsparenchym, waarin zij zich rijkelijk vertakken. Volgens TSCHIRCH loopen zij dikwijls van de eene epidermis tot de andere; ik trof dit evenwel niet veelvuldig aan en zag ze slechts somtijds de ondervlakte raken. Een zeer enkele maal zag ik daar ook bij uitzondering een uitlooper door de epidermis heen tot aan de vrije oppervlakte doordringen. (Zie fig. 18).

Bizonder talrijk zijn de sclereïden aan den bladrand, waar ook sterke groepen bastvezels worden gevonden. (Zie fig. 19). Ook aan de middennerf, waar het palissadeparenchym ontbreekt en zooals gewoonlijk de epidermiscellen in de richting der vaatbundels langgestrekt zijn, komen aan beide zijden zeer groote sclereïden tusschen vaatbundel en oppervlakte voor.

Het zou hier nu de plaats zijn na te gaan, in hoeverre de ligging der sclereïden in het blad een mechanisch doelmatige mag heeten. Maar aangezien wij in den loop van dit geschrift nog met andere planten zullen kennis maken, wier bladeren in dit opzicht met de hier besprokene overeenkomen, zullen wij, om niet in herhalingen te vervallen, de behandeling dezer quaestie tot later uitstellen.

Gaan wij dan nu ten slotte nog de ontwikkeling der bladsclereïden na, dan treft ons in de eerste plaats haar bizonder vroeg optreden. Men vindt ze reeds in zeer jonge, sterk hyponastische, elkander omgrijpende en tegengestelde knopblaadjes [1]), wier buiten- (resp. onder) zijde

[1]) Deze doorsneden worden evenals de later te behandelen van Olea, ge-

over de geheele oppervlakte tot aan den top toe bedekt is met eencellige, later afvallende haren, die met een verbreede basis wigvormig tusschen de overige epidermiscellen inliggen en met hun vrije uiteinde rechthoekig naar den top zijn omgebogen. Hierin nu komen de sclereïden nevens enorme kristalklieren reeds veelvuldig voor in het zeer lacunaire weefsel in een stadium, waarin de epidermis en de middennerf nog weinig gedifferentieerd zijn en de centrale vaatbundel nog in eersten aanleg verkeert. Lang vóór het xylem zijn zij reeds verhout, naar alle zijden sterk vertakt en zoo groot, dat zij ongeveer de helft der bladdikte innemen en nog niet aan den bladrand voorkomen, daar deze nog te smal is en te weinig plaats biedt.

In den beginne zijn de sclereïden evenals de omliggende cellen rond, maar weldra beginnen zij in de intercellulaire ruimten in haar omgeving door te dringen en zich te vertakken. Aanvankelijk is haar lumen nog zeer ruim en met een duidelijke kern voorzien, zijn de poriën nog zeer wijd en neemt de wand met chloorzinkjod een geelachtig blauwe tint aan. Eerst nadat zij zich reeds vertakt hebben, beginnen ongeveer gelijktijdig haar eigenlijke verdikking en verhouting en nemen daarna beide processen gelijkmatig toe, en daar deze zich dikwijls nog niet over den geheelen wand uitstrekken, kan daarbij tegelijkertijd de vertakking nog verder voortgaan.

f. *Proteaceae.*

Onderzocht werden: Hakea Lamberti. Sweet.
Dryandra armata. R. Br.
Banksia marcescens. R. Br.
Banksia dryandroides. Baxt.
Grevillea Preissii. Meisn.
Grevillea alpestris. Hort.

---

deeltelijk na inbedding in paraffine door snijding met een schommelmicrotoom verkregen.

Bizonder merkwaardig is de mechanische bouw dezer afdeeling en mocielijk is het een tweede familie der Dicotylen te noemen, wier maaksel in dat opzicht zoozeer de aandacht verdient als deze. Vooral daarom is die familie zoo belangrijk, omdat zij, hoewel een scherp omschreven systematisch geheel vormende, toch allerlei verschillende typen en gradueele overgangen in zich sluit. Daarom moeten wij onze morphologische bespreking van het blad in tweeën splitsen; bij den stengel is dit evenwel niet noodig. Dit laatste orgaan vertoont een sterke sclerose, zelfs bij Grevillea, welk genus blijkens zijn geheele samenstel, (b.v. het totaal ontbreken van een bladhypoderm), in 't algemeen de zwakste constitutie heeft. Overal vinden wij zeer veel libriform [1]). Bij Leucospermum conocarpum en Leucadendron argenteum vindt men radiair gestrekte sclereïden in de mergstralen en bij Banksia integrifolia zelfs het bastparenchym grootendeels in staafcellen omgezet [2]). Bij Grevillea vond ik in de schors zeer veel verhoute parenchymcellen, die de bastgroepen onderling verbonden; bij Hakea (b.v. H. suaveolens) dringen deze sclereïden tusschen het onregelmatige stereom wigvormig naar het centrum in de mergstralen door en liggen ze verder ook in kleine groepen buiten den vaatbundelring. Hier zijn zij wel is waar over haar geheelen wand verhout, maar deze is slechts zelden naar alle zijden heen regelmatig verdikt, meestal slechts in ééne, gewoonlijk de radiaire richting, waar hij dan duidelijke lagen en poriën te zien geeft. (Zie fig. 21).

Het blad der Proteaceën is centrisch of bifaciaal gebouwd. Verder kan men er drie gevallen aan onderscheiden, na-

---

[1]) Bij Grevillea Preissii kleurde zich dit met Schultze's reagens rood.

[2]) Zie Möller. Anatomie der Baumrinden pag. 123.

melijk òf in 't geheel geen specifiek mechanische cellen (b.v. Grevillea) òf een samenhangend hypoderm (b.v. Banksia) òf afzonderlijke mechanische cellen (b.v. Hakea.) Een hypoderm vindt men slechts bij uitzondering bij een centrisch blad (Franklandia fucifolia), terwijl omgekeerd idioblastische sclereïden niet bij de bifaciale bladeren voorkomen.

De bladeren van Hakea Lamberti bezitten lijnvormige slippen, veel gelijkende op dennennaalden. Aan den top zijn zij rond, maar naar de basis toe nemen zij een boonvormige doorsnede aan met de groeve aan de bovenzijde en worden dus hier — ook door den grooten medianen vaatbundel — bilateraal. Onder de epidermis met zeer breeden buitenwand liggen twee lagen palissadecellen, waartusschen men bij scherpe instelling fijne, ovale intercellulaire kanalen ziet, die blijkbaar, aangezien de cuticula zeer dik is en het sponsparenchym nergens aan de oppervlakte ligt, als een ventilatie-inrichting („Durchlüftungssystem") dienst doen. Tusschen die palissadecellen nu zijn de doodsbeendervormige sclereïden, die ze in lengte ongeveer 20—25 % overtreffen [1]), regelmatig radiair geplaatst, waarom HABERLANDT ze treffend met „Radspeichen" vergelijkt [2]). Men kan er drie deelen aan onderscheiden: 1°. den kop, slechts weinig verbreed en zich direct aansluitend tegen de binnenzijde van de epidermis. Alleen op deze plaats vond ik soms enkele poriën, maar daarnevens ook inspringende golfvormige wandplooien, zoodat

---

[1]) Niet bij alle Hakeasoorten komen zij voor, b.v. niet bij H. sulcata.

[2]) Een goede afbeelding van die ligging gaf reeds LINK in zijn Icones anatomico-botanicae Heft 2, taf. IV, fig. 1 en 2 bij H. pugioniformis, waarvan hij opmerkt „Der Bau dieser Blätter ist sehr sonderbar und mit sonderbare Gänge."

het mij toeschijnt, dat wij hier te doen hebben met een soortgelijk geval als AMBRONN [1]) voor epidermiscellen beschreven heeft. 2°. den steel, in doorsnede rond en soms met enkele korte laterale takken, die van twee nabij elkander gelegen sterëiden met elkander in een soort gewrichtsverband kunnen treden. 3°. den voet, die onder het palissadeparenchym zeer sterk verbreed is en wiens grillige vertakkingen stevig met die der naburige verbonden zijn. (Zie fig. 22).

De porenlooze wand dezer cellen is naar alle zijden gelijkmatig verdikt; zijn dikte neemt met den groei der cellen niet alleen in absolute, maar ook in relatieve waarde aanmerkelijk toe. Zoo vonden wij b.v. bij vergelijking van aan den top en in het midden van het blad voorkomende cellen de volgende maten, in mikrons uitgedrukt:

	Aan den top.	In het midden.
Totale bladdoorsnede	0.8 m.m.	1.2 m.m.
Dikte epidermis	30 μ	34 μ
Hoogte palissadepar.	120	165
Lengte der sclereïden	150	200
Breedte „ „	24.5	30
Wanddikte „ „	4.7	7.6

De wand blijft onverhout en kleurt zich noch met phloroglucine, noch met thymol-thalline. Met chlorzinkjod daarentegen neemt hij een donkergele tint aan. Hier zoowel als elders blijkt de verkleuring met laatstgenoemd reagens als kenmerk van verhouting volkomen onbetrouwbaar. Wel is waar kleuren zich verhoute wanden daarmede nimmer blauw, maar geenszins mag men de omgekeerde conclusie trekken. Het is mij evenwel duister, waarom

---

1) AMBRONN. Ueber Poren in den Aussenwänden von Epidermiszellen. PRINGSH. Jahrb. XIV. 1884.

in dergelijke gevallen als hier bij Hakea, de wand niet òf kleurloos blijft òf zich blauw kleurt.

Behalve het besproken Hakeatype komt bij enkele Proteaceae met centrischen bladbouw nog een andere vorm van sclerëiden voor. Bij sommige Isopogonsoorten namelijk, vooral bij I. petrophiloides, zijn zij naar alle zijden van zeer lange en dunne uitloopers voorzien, waarvan er enkele door de palissadecellen tot de epidermis doordringen, terwijl het eigenlijke lichaam daaronder in het spons-parenchym blijft liggen [1]). Die zonderlinge gedaante wordt zeer juist weergegeven door den naam ophiurencellen („ophiuridlika"), dien Jönsson ze gaf om hare gelijkenis met die Echinodermen.

Gaan wij nu over tot den tweeden bladvorm, dien van Banksia en Dryandra. Aan de bovenzijde, die ook met een stevige cuticula overtrokken is, vinden wij hier een laag sterk verdikte prosenchymatische cellen, die bij Banksia dryandroïdes alleen verhout zijn aan den rand, op de plaats van ombuiging der driehoekige bladslippen, bij B. marcescens daarentegen overal, terwijl zij daar, nevens ringen stippelvaten, den bladrand volkomen opvullen. Dit sclerenchym gaat uit van de dragers, die bij Banksia marcescens zich van de vaatbundels tot de bovenvlakte uitstrekken, bij Dryandra daarentegen den geheelen vaatbundel omsluiten en ook aan de oppervlakte onderling verbonden zijn. Het ligt niet direct tegen de epidermis, maar is daarvan gescheiden door één enkele laag chlorophyllooze hypodermcellen, die evenals de kleinere epidermiscellen sterk gestippeld zijn; zij blijven bij Banksia

---

[1]) Zie Bengt Jönsson. Bidrag till Kännedomen om bladets anatomiska byggnad hos Proteaceerna. Inaug. Diss. Lund. 1880. pag. 19 en taf. II. fig. 15 en 16.

dunwandig, bij Dryandra sclerotiseeren zij met verhoute middenlamelle.

De functie der sclereïden bij Proteaceae is niet zoozeer die van de stevigheid der bladeren op zichzelve te verhoogen, als wel die van de verdampingsintensiteit te verminderen en de verschrompeling der bladeren bij sterk waterverlies tegen te gaan. Zij treden juist hier zoo talrijk op, omdat deze familie in de zandige en dorre steppen en woestijnen van Australië en Zuid-Afrika thuis behoort en daar aan groote droogte, fellen zonneschijn, hevigen wind en sterke temperatuursveranderingen is blootgesteld. In overeenstemming hiermede treft men dan ook bij het geslacht Hakea, waarvan de vele soorten bijna uitsluitend in het westen van Nieuw-Holland voorkomen [1]), de meeste beschuttingsinrichtingen aan. Dat werkelijk de Proteaceae er naar streven zich tegen die schadelijke invloeden van het klimaat zooveel mogelijk door haar anatomischen bouw te verdedigen, blijkt uit hare geheele inrichting. De scherpe, hoekige en kantige bladeren zijn hard en stevig; de bladsteel is kort en laat dus weinig beweging toe. De stomata zijn omgekeerd trechtervormig en liggen bij Banksia en Dryandra in smalle, eng omsloten groeven, opgevuld met een dicht haardons, iets soortgelijks als bij Casuarina's. De bladvlakte eindelijk wordt sterk gereduceerd en neemt gaarne een vertikalen stand aan om de insolatie te verminderen, terwijl dan om dien voor de assimilatie ongunstigen stand te compenseeren, de bladeren isolateraal gebouwd zijn.

g. *Capparidaceae.*

Bij eenige soorten van het geslacht Capparis beschrijft

---

[1]) Grisebach Die Vegetation der Erde II. pag. 227.

VESQUE [1]) sclereïden in het blad. Deze zijn echter onderling te dien opzichte zeer van elkander onderscheiden. Terwijl toch bij C. Zeylanica L. (= C. brevispina D. C.) één enkele laag sclerenchymcellen aan de onderzijde van het blad gevonden wordt, vinden wij ze bij C. lucida onregelmatig in het bladmoes verspreid. Weer een andere gedaante hebben zij bij C. verrucosa en C. odoratissima. Bij beide zijn zij lang en smal, maar terwijl zij bij eerstgenoemde zich in alle ruimterichtingen uitstrekken, loopen zij bij laatstgenoemde door de geheele breedte van het blad van de basis der epidermiscellen aan de bovenzijde tot aan den voet van een der groote vertakte haren aan de onderzijde.

h. *Hamamelidaceae.*

Terwijl de stengel, die veelal sclerose van parenchymcellen tusschen den stereomring vertoont, bij de verschillende species dezer familie in zijn bouw weinig onderscheidingskenmerken oplevert, is dit niet met het blad het geval. In den allerjongsten tijd onderwierp REINSCH [2]) dit orgaan aan een grondig onderzoek, waaruit blijkt dat daarin bij deze kleine familie niet minder dan vier verschillende typen van sclereïden voorkomen, namelijk:

α. de sclereïden zijn kort, liggen in het parenchym, zijn meest dichotomisch vertakt, raken nooit de epidermis en komen slechts in gering aantal voor: Rhodoleia.

β. zij liggen met één of beide uiteinden tegen de epidermis: Eustigma.

---

[1]) VESQUE. l'Espèce végétale, considérée au point de vue de l'anatomie comparée. Ann. d. sc. nat. S. VI. T. XIII.

[2]) A. REINSCH. Anatomische Verhältnisse der Hamamelidaceae. Engl. Jahrb. Bd. XI. Heft IV. Dec. 1889.

γ. zij hebben geen zichtbaar lumen, gelijken op bastvezels, groeien naar alle richtingen, zijn onvertakt en uiterst talrijk: Dicoryphe.

δ. zij hebben een duidelijk lumen, zijn niet of dichotomisch vertakt en loopen min of meer schuin van de eene naar de andere epidermis of buigen in de vaatbundels om: Distylium.

i. *Olacaceae.*

Volgens de onderzoekingen van EDELHOFF [1]) komen slechts bij enkele genera van deze familie sclereïden in het blad voor. Het belangrijkst in dat opzicht is zeker wel het geslacht Heisteria. Hier vindt men sclerenchymcellen, die meestal vertakt zijn en wier van uit een bepaald punt straalvormig gerangschikte takken dan grootendeels tusschen epidermis en palissadeparenchym, maar dikwijls ook aan de onderzijde tusschen epidermis en sponsparenchym verloopen, of ook wel somtijds loodrecht op de bladvlakte van de eene naar de andere epidermis oversteken, terwijl enkele geheel in het sponsparenchym of het merg van de middelnerf liggen.

Behalve bij Heisteria komen ook bij de geslachten Desmostachys en Discophora zeer talrijke sclerenchymvezels voor, die hier in het sponsparenchym evenwijdig aan de bladvlakte loopen, het blad een grooten weerstand tegen breken geven en de breuk vezelachtig maken.

Opmerking verdienen ook de celgroepen met verkiezelde wanden, die vooral in het sponsparenchym van het geslacht Opilia gevonden worden.

---

[1]) EDWIN EDELHOFF. Vergl. Anatomie des Blattes der Olacineen. Engl. Jahrb. Bd. VIII.

k. *Oleaceae.*

Onderzocht werden: Olea europaea L., O. eur. cultivata.
Olea fragrans. Thnb.

De stengel van Olea europaea is zeer stevig gebouwd. Onder de epidermis liggen eenige rijen bochtige sclerotische peridermcellen, direct onder de kurk een stevige strook collenchym en tusschen de groepen van staafvormige bastcellen groote verhoute parenchymcellen.

Belangrijker evenwel voor de sclereïden is de langwerpig-eivormige bladschijf, die zeer rijk is aan eigenaardige mechanische cellen. Deze komen op drie plaatsen voor: 1°. aan de bovenzijde onmiddellijk onder de epidermis, waar zij voornamelijk, maar geenszins uitsluitend in de lengterichting van het blad loopen; 2°. tusschen de beide rijen lage en weinig gedifferentieerde palissadecellen, die zij loodrecht op de bladvlakte doorsnijden, en 3°. in het sponsparenchym, waarin zij in wirwar dooreenloopen, maar zelden tegen elkander liggen, en hetwelk zij naar alle windstreken, dikwijls met verandering van richting, doorkruisen, maar toch steeds min of meer evenwijdig aan de bladvlakte, nooit loodrecht op de epidermis der onderzijde, die zij dan ook zelden bereiken. In dit gedeelte zijn zij somtijds vertakt en zóó talrijk, dat zij zich in een vlaktesnede als een leger van hyphendraden voordoen en, zoo wij al het weeke mesophyl wegdenken, als een groot netwerk van anastomoseerende stukken zouden overblijven.

Deze sclereïden nu zijn zeer lang, dun, rond en onverhout en gelijken daardoor veel op bastcellen. VESQUE stelde daarom zelfs een daarop berustende indeeling voor, namelijk om de bladeren, die in het bezit waren van „fibres mécaniques aberrantes" den naam *oleoïden* te geven

en die met „cellules scléreuses" *proteoïden* te noemen [1]). Deze verdeeling is evenwel gedwongen en heeft dan ook geen ingang gevonden. Wij hebben reeds meermalen gezien, dat sclereïden alle overgangen van gelijkenis op bastvezels vertoonen en de hier voorgestelde nomenclatuur lijdt al dadelijk schipbreuk, omdat VESQUE zelf later op een andere plaats [2]), bij Olea americana, „des grandes cellules scléreuses ramifiées" vermeldt.

Bij Olea fragrans is de gelijkenis dan ook grootendeels verdwenen. Wel noemt TSCHIRCH ze ook hier bastcellen, maar het verschil met die van Olea europaea is toch in alle opzichten in het oog vallend. Hier zijn zij veel breeder en met een wijd lumen; de wand vertoont een aantal stippels en is verhout, hoewel zwakker dan de bastvezels en het xylem [3]). Ook haar ligging is hier een andere. Wel breiden zij zich, evenals bij O. europaea, onder de epidermis der bovenvlakte uit, zoodat zij met elkander daar ter plaatse in contact treden, en doorloopen ze verder loodrecht het breede palissadeparenchym en de daaronder gelegen, scherp gedifferentieerde, ééncellige zetmeellaag. Maar ook in het sponsachtig weefsel staan zij loodrecht op de bladvlakte, om met haar takken de epidermis der onderzijde te bereiken of althans zeer te naderen. (Zie fig. 24).

Ten slotte biedt haar ontwikkeling punten van verschil. Bij Olea europaea treden zij eerst laat op en zijn nog

---

[1]) Ann. d. sc. nat. S. VI. T. XIII. pag 39 en 40.

[2]) Ann. d. sc. nat. S. VII. T. I.

[3]) In sommige meende ik nog een kern waar te nemen, die in verband met den vorm der cel zeer lang gestrekt was, evenals bv. ook in de bastcellen van Urtica voorkomt. (Zie ZIMMERMANN. Physiologie und Morphologie der Pflanzenzelle. SCHENK's Handb.).

niet te onderkennen in een stadium, waarin reeds de houtvaten zijn aangelegd. Bij O. fragrans daarentegen vond ik ze reeds, hoewel minder talrijk dan in het volwassen blad, tusschen het reeds eenigermate gedifferentieerd palissadeparenchym van zeer jonge blaadjes, waarin de vaatbundel nog in eersten aanleg verkeerde. De wand, voorzien van talrijke wijde spleetvormige stippels, gaf reeds houtreactie, maar was, evenals bij Camellia, nog niet naar alle zijden even dik en het lumen was bij vele nog met een fijnkorreligen plasmainhoud gevuld. (Zie fig. 25).

Uit alle waargenomen feiten meen ik te mogen besluiten, dat de sclereïden van Olea fragrans evenmin als die van Camellia, op welke ze veel gelijken, iets met het vaatbundelstereom te maken hebben.

Alvorens van Olea fragrans af te stappen, zij het mij vergund nog even te wijzen op den merkwaardigen bouw van de middelnerf. Terwijl deze in het kleine blad van O. europaea weinig uitspringt en slechts weinig bastvezels heeft, is zij hier in het groote, zware, kortgesteelde blad krachtig naar onder gewelfd, reeds vroegtijdig aangelegd en aan boven- en onderzijde met een stevige collenchymlaag voorzien. Maar wat nu eigenaardig is, is dit, dat de vaatbundelmassa er een stengeltype heeft, maar als het ware platgedrukt. Daardoor is het phloem, zoowel het leptom als het stereom in twee ongelijke helften gebroken, nam. een kleine bovenste platte en een groote halfellipsvormige onderste, welke beide lateraal gescheiden zijn door een strook naar buiten gedrongen libriform.

1. *Loganiaceae.*

In deze familie werden het eerst vertakte sclereïden gevonden door Göppert in den bladsteel van Fagraea

auriculata en volgens DE BARY [1]) komen ze ook in het blad en den bladsteel van Fagraea obovata voor. Zelf onderzocht ik F. grandis, maar bij deze species liggen zij, evenals bij het verwante geslacht Potalia, alleen in stengel en bladsteel, niet ook in het blad. Men vindt ze hier in groot aantal zoowel in het merg als in de schors. Haar takken dringen door in de intercellulaire ruimten van het parenchym. Zij gelijken het meest op die van Magnolia. Onderling in zeer verschillenden graad verdikt, zijn zij ieder voor zich met regelmatige verdikkingslagen, evenwijdig aan de golfvormige oppervlakte, opgebouwd, terwijl de verhoute wand door talrijke vertakte en naar het lumen verbreede stippels doorsneden is en in het lumen zetmeel voorkomt. (Zie fig. 26).

De sclereïden kunnen een zeer groote afmeting verkrijgen tot 0,35 m.m. en zijn dooreengenomen in de schors iets grooter dan in het centrale parenchym.

Bij Budleya curviflora zocht ik in den stengel tevergeefs naar sclereïden.

m. *Myrsinaceae.*

Tot mijn vreugde was ik in de gelegenheid het groote blad van Clavija macrophylla te onderzoeken, dat wegens zijn monocotylachtigen habitus beloofde eigenaardige verhoudingen van het mechanisch system op te leveren.

In den zeer krachtigen (gemiddelde diameter 12 à 13 m.m.), korten bladsteel is de vaatbundelring, evenals de steel in zijn geheel, sterk van boven afgeplat. In het merg binnen in dien ring liggen enkele verhoute cellen. Ook buiten de stevige groepen bastvezels vinden wij in de schors

---

[1]) DE BARY. Vergl. Anat. § 30.

kleine hoopjes steencellen dicht onder de oppervlakte. Aan den bovenrand, waar het grootste aantal geïsoleerde bastvezels voorkomt, ontbreken zij, maar lateraal en vooral aan de onderzijde zijn zij talrijk.

In het bijna volkomen isolateraal gebouwde blad vormen de vaatbundels een dicht netwerk. Hun mestom is er aan alle zijden ingesloten door stereom, van waaruit, evenals wij het vroeger bij Dryandra armata zagen, aan de boven- en ondervlakte sterëiden uitgaan, die in één of twee lagen vlak onder de epidermis loopen en overal behalve op de plaats der stomata worden aangetroffen. Zij zijn verhout, rijk gestippeld en met duidelijke dunne tusschenschotten in het lumen. Aan de middennerf evenwel, die als directe voortzetting van den bladsteel sterk naar onderen uitspringt (haar hoogte bedroeg 6 m.m.), is deze subepidermoïdale vezellaag vervangen door een laag hypoderm, zooals het bij Coniferen voorkomt, dat evenals bij Podocarpus hier en daar door een dunwandige plaats van doorlating (Durchlassstelle) doorbroken is. Het bestaat zoowel aan boven- als aan onderzijde uit twee rijen cellen, waarvan de buitenste kleiner en dunwandiger zijn dan de binnenste, en die alle veel zwakker verhout zijn dan de bastvezels. In verband met de sterke buiging, waaraan die middennerf is blootgesteld en waarop het onder het hypoderm gelegen collenchym wijst, behoeven de genoemde verschillen geen bevreemding te wekken.

n. *Asclepiadaceae.*

Bij Hoya carnosa liggen de sclereïden in het parenchym van den bladsteel onregelmatig verspreid; in het blad komen zij hier niet voor en in de schors van den stengel vormen zij een aaneengesloten, meerdere celrijen dikke

laag, die de grensscheiding vormt tusschen het peripherische, dichte, chlorophylrijke en het centrale, sponsachtige, chlorophylarme parenchym, in welk laatste groepen bastvezels, maar geen afzonderlijke steencellen meer voorkomen.

Wel vindt men ze weer groepsgewijze in het merg. Zij zijn hier isodiametrisch en veel (ongeveer tweemaal) grooter in doorsnede dan de eerstgenoemde. Terwijl zij evenals deze met andere reagentia gewone houtreactie vertoonen, is het merkwaardig, dat zij met zoutzuur zeer licht, met sterk zwavelzuur intensief groen gekleurd worden. Slechts een enkele maal vond ik een soortgelijke reactie opgegeven: TSCHIRCH vermeldt nam. voor Syringa een blauwgroenkleuring der steencellen met zoutzuur.

Dergelijke mergsclereïden vond ik niet bij Asclepias syriaca. Volgens GRIS [1]) komen zij wel vóór bij de tot de Apocyneae behoorende Carissa arduina, waar enkele takken 15—20 maal zoo lang als de omliggende cellen kunnen worden. Dezelfde schrijver vermeldt ook als steencellenhoudend het merg van Medinilla speciosa (Melastomaceae). Bij M. venosa trof ik ze echter niet aan; het merg was hier gemengd, d. i. opgebouwd uit concentrische, afwisselend dik- en dunwandige lagen. Tevens vond ik hier een concentrischen vaatbundel centraal geplaatst in het merg, iets vreemds, dat ook bij sommige Umbelliferen voorkomt.

o. *Ericaceae.*

Volgens NIEDENZU [2]) komen bij Diplycosia heterophylla en D. pilosa in het blad, welks vaatbundels arm zijn aan

---

[1]) A. GRIS. Sur la moelle des plantes ligneuses. Ann. d. sc. nat. Ser. V. T. XIV.

[2]) F. NIEDENZU. Ueber den anat. Bau der Laubblätter der Arbutoïdeae und Vaccinoïdeae. Engl. Bot. Jahrb. Bd. XI.

mechanische elementen, vrije, S-vormig gekromde sclereïden voor, die zich over een geruimen afstand met het ééne uiteinde tegen de boven-, met het andere tegen de onderepidermis aanvlijen en zich daartoe tweemaal rechthoekig ombuigen. Wij vinden hier dus een soortgelijke ligging als vroeger bij Distylium. Het lumen dezer sclereïden is bijna geheel verdwenen. Haar mechanische invloed zou o. a. blijken uit den gestrekten vorm der palissadecellen, die bij verwante soorten gerimpelde radiaalwanden vertoonen.

Bij de geslachten Gaultheria[1]) en Pernettya komen evenzoo spicularcellen voor, doch hier liggen zij niet geheel vrij, maar staan zij met ten minste één uiteinde in verband met het vaatbundelsclerenchym, terwijl NIEDENZU in het midden laat, of dit verband van den beginne af aanwezig is dan wel als secundair dient opgevat te worden.

Ook hier werken de genoemde sclereïden niet mede tot versterking van den bladrand. Bij vele Ericaceae vindt men daar in het geheel geen bizondere versterking en zijn er alleen de palissadecellen radiaal geplaatst, evenals de steenen in het metselwerk van een gewelf. Bij vele andere daarentegen, zooals Macleania cordata en Vaccinium Vitis idaea, wordt de rand door een bast- of hypodermlaag tegen inscheuring beschermd.

p. *Appendix.*

Tot slot van ons systematisch overzicht willen wij in deze rubriek nog enkele gevallen van sclereïden bijeenbrengen, die ons uit eigen ervaring of uit de litteratuur

---

[1]) In het blad van Gaultheria procumbens vond ik geen sclereïden.

bekend geworden zijn en die wij der vermelding waard achten. Wij zien hierbij natuurlijk af van die, welke in de schors en in het zaad gevonden worden.

Bij Punica granatum [1]) komen in het stereomlooze phloem van den wortel, tusschen de mergstralen in, zeer groote, ronde, met dunne lagen en fijne poriën voorziene, vrijwel isodiametrische steencellen voor. Zij herinneren aan de door MÖLLER voor Phyllocladus afgebeelde. TSCHIRCH [2]) teekent regelmatig-ronde, verhoute cellen als idioblastische sclereïden in het blad van Melaleuca minor. Tevergeefs zocht ik ze bij Melaleuca densa en M. hyperifolia. Evenzoo beeldt DIPPEL [3]) onder den naam „verästelte bastfaserähnliche Zellen" eenige groote, onregelmatige, verdikte cellen in het blad van Begonia Lebrina af. Volgens DE BARY [4]) komen vertakte vezels voor in het blad van Statice monopetala (Plumbaginaceae) en volgens J. MOELLER [5]) idioblasten in het blad van Garrya Fremontii uit Californie.

Eindelijk zijn door verscheidene onderzoekers, voornamelijk door HOOKER [6]) en EICHLER [7]), de eigenaardige sclerenchymcellen der Balanophoreae beschreven, terwijl BUCH [8]) in zijn proefschrift een uitvoerig overzicht hunner resultaten geeft.

---

[1]) Zie een figuur in BERG. Anat. Atlas der Pharm. Waarenkunde. Taf. 40. fig. 93.

[2]) Angewandte Pflanzenanatomie 1890. fig. 367.

[3]) Das Microscop II. fig. 249.

[4]) Vergl. Anat § 30.

[5]) Microscopie der Nahrungs- und Genussmittel. pag. 31 noot 2.

[6]) Transact. of the Linn. Soc. vol. XXII.

[7]) Balanophoreae brasilienses. München 1869.

[8]) Ueber Sklerenchymzellen. Breslau 1870. pag. 23—28.

TWEEDE HOOFDSTUK.

Algemeene Morphologie en Physiologie der Sclereïden.

§ 1. *Histologie.*

Na de voorafgaande, uit den aard der zaak eenigszins drooge beschrijving der afzonderlijke vormen, kunnen wij nu overgaan tot meer algemeene beschouwingen. Wij willen daarbij beginnen met een oogenblik stil te staan bij den bouw der sclereïden.

In de jeugd dezer cellen bevat het lumen nog een kern en plasmatischen inhoud. Later evenwel, wanneer de volwassen sclereïde haar turgor verloren heeft, niet meer voor eigen groei vatbaar is en niet meer deelneemt aan de algemeene stofwisseling, verliest die oorspronkelijk levende inhoud zijn beteekenis. Wij vinden dan, indien al bij de sterke wandverdikking een gedeelte van het lumen is overgebleven, dit toch slechts bij hooge uitzondering, zooals bij Varens, nog met een dunne plasmahuid bekleed, evenals bij sommige bastvezels (Pelargonium

gibbosum). Meer komt dit voor, waar slechts naar enkele zijden een verdikking is ingetreden, terwijl een gedeelte van den wand in zijn oorspronkelijken toestand is gebleven en zijn osmotische eigenschappen behouden heeft. Waar evenwel de geheele wand in verhouting is overgegaan, bestaat de celinhoud, evenals bij de bastvezels, slechts uit lucht of uit bruinachtig gekleurde restes of degeneratieprodukten van plasmatische eiwitstoffen; soms ook, evenals bij de collenchymcel, uit eene waterige massa, waarin nu en dan, zooals bij Monstera, groote kristallen voorkomen.

Volgens MOELLER [1]) zouden — ten minste in de schors — voornamelijk in die sclerotische cellen enkele kristallen optreden en wel wegens concentratie van den celinhoud en het langzamer verloop der osmotische processen. Deze invloed zou zich zelfs zoo sterk doen gelden, dat in weefsels, die op jeugdigen leeftijd slechts raphiden en kristalklieren bevatten, deze laatste met het ouder worden van het weefsel tegelijk met diens sclerotiseering in groote enkele kristallen zouden veranderen. Wij hebben dit echter nimmer waargenomen en het komt ons voor, dat deze beschouwing veel te doctrinair en met vele bekende feiten in strijd is. Zeer dikwijls vinden wij groote afzonderlijke octaedrische of klinorhombische kristallen in dunwandige, niet sclerenchymatisch verdikte cellen, terwijl zij volgens GRIS [2]) zelfs bij voorkeur in speciale cellen („cellules cristalligènes"), wier hoofdkenmerk een buitengemeene dunwandigheid is, optreden. Wel geldt dit laatste voor het merg, maar wat den invloed van de dikte op de osmose aangaat, zoo is deze natuurlijk hier niet anders dan in de schors. Daarenboven, ook al spraken de feiten zelve

---

[1]) Anatomie der Baumrinden. pag. 433—35.

[2]) l. c.

er niet onmiddellijk tegen, zoo is het toch duidelijk — reeds HABERLANDT wees er op — dat osmose, ofschoon een noodzakelijk vereischte voor de kristalvorming, toch wat de oorzaak daarvan aangaat, slechts als bijzaak mag beschouwd worden, terwijl de hoofdoorzaak in deze zal moeten gezocht worden in de specifieke constitutie van het plasma.

De wand der sclereïden is sterk lichtbrekend en kleurloos of zwak geelachtig van tint. Ofschoon somtijds geen duidelijke lagen zichtbaar zijn (Camellia, Hakea), is hij toch meest opgebouwd uit prachtige concentrische wandlagen, die vooral duidelijk worden bij behandeling met kali en fraaie polarisatieverschijnselen geven. Dikwijls heeft de wandverdikking slecht naar ééne zijde plaats [1]), bijv. in de zaden van Sinapis, het pericarpium van Piper nigrum, de vaatbundelscheede van Sarsaparilwortel, de schors van Aeschynanthus grandiflorus, Calycanthus floridus, Lauraceae enz. Wij zagen reeds, dat er bij Gymnospermen dikwijls kleine kristallen in optreden. Bij Angiospermen nam ik dat nimmer waar, ofschoon ook dáár wel, bijv. in de haren van vele Cruciferen en Boraginaceae en in de epidermis van Mesembryanthemum en Sempervivum, dergelijke insluitsels bekend zijn.

Verder is de wand slechts bij uitzondering niet door poriën doorboord. In de jonge sclereïdencellen zijn deze wijd en regelmatig, meest rond en ovaal, zelden spleetvormig (Olea fragrans); later verdwijnen zij geheel of

---

[1]) Bizondere vermelding verdienen hier de sclereïden in de gallen, welke de steek van Spathegaster Taschenbergi op het eikenblad veroorzaakt. Het protoplasma dezer cellen namelijk gaat niet te gronde, maar groeit later door de dunwandig gebleven plek naar buiten tot een grootcellig weefsel uit (BEYERINCK).

gedeeltelijk en worden zij nauw en onregelmatig, dikwijls met verbreedingen aan het uiteinde of soms ook in het midden. Velen zijn dan fraai getakt als gevolg van den diktegroei; want, aangezien daarbij de binnenvlakte steeds kleiner wordt, zullen zich vele kanaaltjes secundair vereenigen en gemeenschappelijk in het lumen komen uit te monden: de vertakking heeft dan ook in de richting naar buiten plaats.

Een der meest typische kenmerken der sclereïden is wel hare verhouting, die, hoewel in graad zeer verschillend, slechts zelden geheel ontbreekt (Olea europaea, Hakea). Het is dan ook een der meest algemeen voorkomende metamorphosen der cellulosemembraan. Reeds bij schimmels vond HARZ verhouting in het capillitium en bij vele varens vinden wij in stengel, wortel en blad, — hoewel veelal met een slechts onvolledige omzetting, — bruine, verhoute, sclerotische elementen en hypodermcellen [1]). Zelfs in de epidermis zijn, hoewel zeldzaam, gevallen van verhouting bekend, zooals in de tegmenten van Aesculus neglecta en Fagus sylvatica [2]), bij Cycadeae [3]) en Wellingtonia gigantea [4]).

Evenals de door het cambium gevormde xylemcellen reeds kort nadat zij naar binnen toe zijn afgezet en wanneer zij dus nog zeer dunwandig zijn, beginnen te verhouten, zoo vangt ook bij de sclereïden dit proces zeer vroegtijdig aan. Het komt mij voor, dat dit zoo

---

[1]) Voorbeelden bij DE BARY. Vergl. Anat. § 129.

[2]) KARL MIKOSCH. Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken. Sitzungsber. Acad. d. Wiss. Wien. Bd. 74 I Abth. 1876.

[3]) AD. LEMAIRE. De la lignification de quelques membranes épidermiques. Ann. d. sc. nat. S. VI. T. XV.

[4]) HEGLER. l. c.

spoedig, zelfs meristematisch optreden der sclereiden, dikwijls reeds lang vóórdat zij noodig zijn of een rol spelen kunnen, pleit zoowel voor een incrusteeringsproces als voor eene deelneming van het plasma aan de verandering. Wij willen daarom een oogenblik aan beide theorieën wijden.

Hoewel voor geen cellulose-metamorphose zooveel reagentia ter onderkenning zijn aangegeven, en over geen zoovele onderzoekingen (vooral door de Weener botanici) zijn in het werk gesteld, zoo zijn wij toch nog niet geheel in het wezen van het verhoutingsproces doorgedrongen. Toch kunnen wij als hoogstwaarschijnlijk aannemen, dat het niet, zooals FRÉMY [1]) leerde, bestaat in een eenvoudige omzetting van de cellulose zelve, maar volgens de theorie van PAYEN en MULDER [2]), in een incrusteering of „Einlagerung" van specifieke houtstoffen tusschen de cellulose-micellen. Volgens SINGER [3]) zijn die stoffen vier in getal, waarvan de beide voornaamste, coniferine en vanilline, zooals hij bewees, steeds in verhout weefsel voorkomen, terwijl HEGLER in een onlangs gepubliceerde verhandeling mededeelt, dat bij toenemenden ouderdom de eerste stof in de laatste wordt omgezet.

In overeenstemming met de incrusteeringstheorie vond BURGERSTEIN [4]) nimmer verhouting in weefsels, waarin geen celvocht meer voorkwam. Daardoor wordt het zeer waarschijnlijk, dat bij de verhouting het plasma betrokken is. WIESNER [5]) is van meening, dat de celwand is

---

[1]) Comptes rendus. T. 48.
[2]) Physiol. Chemie. 1 p. 209 en 475.
[3]) Sitzungsber. d. Acad. d. Wiss. Wien. Bd. 85.
[4]) Sitzungsber. d. Acad. d. Wiss. Wien. Bd. 70.
[5]) Sitzungsber. d. Acad. d. Wiss. Wien. Bd. 93.

opgebouwd uit dermatosomen, samengehouden door plasmadraden en ontstaan uit microsomen van de kernplaat, m. a. w. dat steeds protoplasma in den levenden celwand voorkomt en dat dit de daarin plaats grijpende chemische processen begrijpelijk maakt. En wat nu speciaal de lignificatie betreft, zoo sprak reeds MULDER [1]) van een „specifieke houtstoffe, met proteine doormengd", terwijl KRASSER [2]) met zekerheid meent geconstateerd te hebben, dat in verhoute celwanden eiwitstoffen voorkomen, evenals RICHTER [3]) de eigenaardige cellulose der schimmels voor cellulose met bijgemengde eiwitstoffen verklaart.

Aan het einde van deze paragraaf moeten wij nog even de sclereïden met de bastcellen vergelijken. Doen wij dat, dan zien wij dat beide in vele punten overeenkomen. Ook de laatsten zijn dikwijls idioblastisch optredende, vertakt en verhout, met lucht gevuld en met poriën voorzien. Toch moet de verdeeling tusschen beiden in stand gehouden worden. Al komen, vooral bij Monocotylen, veelvuldig afzonderlijk gelegen bastvezelgroepen voor, toch zijn deze in den regel met het stofleidend gedeelte der vaatbundels verbonden, terwijl de sclereïden meer geïsoleerd of in kleine groepen binnen in ander weefsel voorkomen. Verder zijn laatstgenoemden meer tot een isodiametrischen vorm naderend, veel algemeener en sterker vertakt en verhout, hard, stijf, minder buigzaam, met een grooter aantal poriën van anderen vorm en menigmaal reeds in kleur van het baststereom afwijkend. Wel komen overgangen tusschen beide celvormen voor en kan

---

[1]) Proeve eener algemeene Phys. Scheikunde. pag. 485 en 494.

[2]) Sitzungsber. d. Ac. d. Wiss. Wien Bd. 94.

[3]) Sitzungsber. d. Ac. d. Wiss. Wien Bd. 83

geen scherpe grens getrokken worden, zoodat ook hier geldt „natura non facit saltus," maar beide met éénzelfden naam aan te duiden, zou ten slotte alleen op het gemeenschappelijk kenmerk van dikwandigheid berusten en tot verwarring en onnauwkeurigheid aanleiding geven.

§ 2. *Ontwikkeling en groei.*

Het is wel niet anders te verwachten dan dat een celvorm, die zoo groote neiging heeft in alle organen en weefsels op te treden, niet overal op dezelfde wijze en terzelfder tijd zijn ontstaan neemt. Evenals bij de Gymnospermen, is bij Angiospermen het oogenblik, waarop de sclereïden verschijnen, verre van overal gelijk. Terwijl zij in de schors meestal eerst na verloop van tijd te voorschijn treden, zagen wij, dat zij in sommige bladeren (Camellia, Olea fragrans) reeds zeer vroeg aanwezig zijn. Evenzoo is haar geboorteplaats zeer verschillend. Uit den aard der zaak ontwikkelen zij zich voornamelijk in het grondweefsel (periblem of plerom), hetzij dan in de schors uit mergstraalcellen (Proteaceae enz.) of uit schorsparenchym, hetzij in het blad uit palissadecellen (Restiaceae) of uit sponsparenchym. Daarnevens vormen zij zich hypodermaal uit collenchym (Magnolia umbrella), of uit fibrovasaal cambiform (Banksia integrifolia, Punica granatum). Somtijds treden zij in een zeer bepaalde laag op (Magnolia), maar dikwijls ook ondergaat door den sterken groei haar oorspronkelijke plaats verschuivingen of worden zij reeds zóó vroeg aangelegd, dat ze moeielijk homoloog te stellen zijn met eerst later gedifferentieerd weefsel, en het bijv. niet uit te maken is, of haar cellen anders palissadecellen zouden geworden zijn.

Zoo zien wij, dat de sclereïden geenszins een ontogenetische eenheid daarstellen, en wij komen dus te haren opzichte tot dezelfde conclusie als bij de bastcel, die uit cambium, grondweefsel-parenchym en epidermis, en als bij het collenchym, dat uit meristem, cambialweefsel, parenchym en prosenchym ontstaan kan. Volgens HABERLANDT moeten wij dan ook in het algemeen van een „entwicklungsgeschichtliche Eintheilung der Gewebe" afzien.

Toch is er één weefselsysteem, waarvan wij zeggen kunnen, dat het zoo goed als nooit sclereïden oplevert. Het is de epidermis. Dit is te opmerkelijker, omdat wegens zijn oppervlakkige ligging, zoowel ter beschutting tegen schadelijke invloeden van buiten, als mechanisch tegen te groote buiging, men ze juist daar zou meenen aan te treffen. HABERLANDT [1]) vermeldt nog bij Monocotylen enkele gevallen van vorming van bastcellen uit protoderm, — maar wat sclereïden betreft, zoo vond HINTZ [2]), die in den laatsten tijd een uitvoerige studie van den bladrand maakte, bij dezen, die dan toch in de eerste plaats tegen inscheuring en aantasting van insecten moet beschermd worden, slechts in één geval, nam. bij Polypodium sporadocarpum, een verandering van epidermiscellen in mechanische cellen.

Dit verschijnsel zal waarschijnlijk dezelfde oorzaken hebben als het hoogst zeldzaam voorkomen van verhouting van epidermiscellen. De verklaring zal wel hierin gezocht moeten worden, dat door de verhouting de celwand hard, weinig rekbaar en gemakkelijk voor water doordringbaar wordt;

---

[1]) HABERLANDT. Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems. Leipzig 1879.

[2]) HINTZ. Ueber den mechanischen Bau des Blattrandes. Nova Act. der Ksl. Leop. Acad. Bd. LIV. No. 2. 1889.

eigenschappen, die — hoe voortreffelijk misschien ook in meer centraal gelegen deelen — aan de oppervlakte minder bruikbaar zijn. De epidermis toch moet vooreerst beschermd worden tegen te groote verdamping, waarvoor de cuticula met haar cutine bij uitstek geschikt is, maar vervolgens ook in staat zijn veel water te verliezen, zonder dat de wand uitdroogt, verschrompelt of scheurt, m. a. w. terwijl deze met den celinhoud in contact blijft. Daarom trachten de cellen der epidermis overal de mogelijkheid van onderling wisselverkeer van inhoud in stand te houden door dunne radiale (resp. verticale) geperforeerde wanden, die in staat zijn zich bij inkrimping te plooien: voorwaarden, die natuurlijk niet vervuld zouden worden, zoo zij in sclereïden overgingen.

Wij moeten nu nog even op een vorig punt terugkomen. Gelijk wij reeds zeiden, worden de sclereïden soms collenchymatisch aangelegd. Nu zijn wel is waar gevallen van verhoute collenchymcellen zeldzaam, want BURGERSTEIN [1]) vond in de door hem onderzochte planten, met zwavelzure aniline nimmer een spoor van houtstof in het collenchym, en evenzoo geeft AMBRONN [2]) op, dat de wand steeds met phloroglucine ongekleurd blijft. Maar toch zijn enkele uitzonderingen opgegeven. Zoo vond DIPPEL [3]) ze bij sommige Umbelliferen, NIGGL [4]) door middel van indol bij Sapindus laurifolius en GILTAY [5]) zag dikwijls de mittellamelle houtreactie vertoonen. De soms verschil-

---

[1]) l. c.

[2]) AMBRONN. Entwicklungsgeschichte und mech. Eigenschafte des Collenchyms. Pringsh. Jahrb. XII. 1881.

[3]) Das Microscop. II pag. 155.

[4]) Das Indol etc. Flora 1881.

[5]) GILTAY. Het Collenchym. Proefschrift. Leiden 1882.

lende opgaven zijn, dunkt mij, te wijten aan het min of meer ver voortgeschreden zijn van den overgang van collenchym in sclerenchym, welke dikwijls bv. in den bast plaats heeft, terwijl volgens HABERLANDT zelfs aan elke sclerenchymcel min of meer een collenchym-stadium voorafgaat en volgens GILTAY [1]) alle overgangen van het collenchym naar parenchym aan de ééne, naar sclerenchym aan de andere zijde in de plant worden aangetroffen.

Als regel kan men stellen, dat de sclereïde grooter is dan de omliggende cellen en dikwijls met verscheidene dezer in volumen overeenkomt. Toch ontstaat zij altijd uit slechts ééne cel, nooit uit een versmelting van meerdere, evenmin als de bastvezel of de melksapcel. Van celfusie is geen sprake en nimmer vindt men dan ook aanduidingen van oorspronkelijke scheidswanden noch, zooals dikwijls bij collenchymcellen, dunne dwarsschotten of zooals bij sommige bastvezels (Acer pseudoplatanus), secundaire deelingen. Haar meerdere grootte is evenmin te wijten aan resorbtie van naburige cellen; daarvan is nimmer iets te bespeuren en het innemen van de plaats, waar te voren andere cellen lagen, is alleen een gevolg van het uiteendringen van dezen.

Het hoofdmoment harer grootere afmeting moet gezocht worden in een eigen, zelfstandigen, krachtiger groei, als gevolg van een grooter turgor, die de tusschenvoeging van micellen in en daardoor vergrooting van den wand zal te weeg brengen, totdat aan beide zijden het osmotisch aequivalent gelijk is. Van een passieve uitrekking, zooals wel bij bastvezels (Lilium bulbiferum) voorkomt, is weinig sprake. Wel zullen de deelingen der omliggende elementen en de sterk turgescente en naar

---

[1]) l. c. pag. 17.

verlenging strevende mergcellen tot de vergrooting der latere sclereïde bijdragen, maar haar veelvuldige vertakking en het feit, dat haar grootste lengte in 't geheel niet altijd samenvalt met de richting der grootste weefselspanning bewijzen reeds voldoende, dat een krachtige eigen groei aanwezig is. De vertakking volgt geen vasten regel en dikwijls vindt men vertakte en onvertakte vormen naast elkander. Bij voorkeur toch groeit zij natuurlijk uit ter plaatse, waar de weerstand het geringst is, m. a. w. in intercellulaire ruimten of tusschen los samenhangende cellen, en de sterkst vertakte sclereïde zal men dan ook vinden in los spongieus weefsel. Biedt de omgeving meer resistentie aan, dan verkrijgt de sclereïde een meer gelijkmatigen, bochtigen omtrek evenals de bastvezel, die, waar zij aan de parenchymcellen grenst, meermalen gegolfd is als gevolg van den indruk, welken die parenchymcellen op het plastisch materiaal tijdens zijn overgang in sclerenchym uitoefenden.

De wandverdikking is zeer verschillend in intensiteit (vergelijk bv. die van Fagraea met die van Thea). Zij heeft plaats van buiten naar binnen, waarbij het cellumen voortdurend kleiner wordt. Het is mij onbegrijpelijk, hoe VESQUE [1]) omtrent de totale obliteratie kan beweren „c'est là une belle preuve de l'accroissement par intussusception de la membrane cellulaire elle-même." Integendeel, hoewel soms geen duidelijke lagen zichtbaar zijn, vindt men meestal een prachtig regelmatige lagenafzetting, die pleit voor een groei door appositie. Deze „Schichtung", welke volgens NÄGELI zou te wijten zijn aan een ver-

---

1) J. VESQUE. Anatomie comparée de l'écorce. Ann. d. sc. nat. S. VI. T. II. pag. 125.

schillend watergehalte, zag ik nimmer in absoluten alcohol verdwijnen en schijnt mij met STRASBURGER veeleer geweten te moeten worden aan pauzen in de afzetting der lagen. Ook de gang van het verhoutingsproces en de vroeger beschreven loop der poriën versterken mij in die meening. De nieuwere onderzoekingen hebben het dan ook steeds waarschijnlijker gemaakt, dat ten minste de diktegroei volgens appositie plaats grijpt. STRASBURGER [1]), die de oude inzichten van VON MOHL weder opvatte en met klem verdedigt, houdt de invoeging van nieuwe cellulose-moleculen in het „Gerüst" van de membraan voor onmogelijk en laat de verdikkingslagen van den celwand, die hij vergelijkt bij de kapsels van kraakbeencellen, ontstaan uit de peripherische lagen microsomenhoudend plasma. Verschillende waarnemingen zijn gedaan, die moeielijk anders dan door appositie te verklaren zijn, zooals het insluiten van kristallen of van ijzerlooizuur (KLEBS) in de membraan of de centripetale afzetting van jongere lagen tegen den vooraf kunstmatig gekleurden wand van Caulerpa (NOLL). Daarentegen zijn er tot nogtoe geen positieve feiten bekend, waarvoor intussusceptie onvermijdelijk moet te hulp geroepen worden, terwijl het mij altijd zeer onwaarschijnlijk heeft toegeschenen, dat voor éénzelfde, zoo algemeen verbreid proces twee zoo geheel verschillende wijzen van tot stand komen met gelijk recht van bestaan naast elkander zouden plaats grijpen.

---

[1]) ED. STRASBURGER. Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882. pag. 175 en 199.

§ 3. *Verspreiding en ligging.*

Vroeger zagen wij, dat de sclereïden zeer grillig in representanten van allerlei verschillende en ver uiteenloopende families worden aangetroffen. Wij kunnen daaruit al dadelijk afleiden, dat zij weinig anatomisch-systematische waarde bezitten zullen. Uit de zeer talrijke vergelijkend-anatomische bewerkingen van families in de laatste jaren is dan ook gebleken, dat wèl uit het gelijktijdig voorkomen van verschillende bizonderheden in den inwendigen bouw veelal tot een systematische verwantschap met andere planten mag besloten worden, maar dat het hoogst gevaarlijk is, uit het ontbreken van sommige elementen tot het niet bestaan eener natuurlijke verwantschap te willen besluiten. Meer dan voor eenigen anderen celvorm geldt dit van de mechanische cellen, want geen ander vertoont zoo groote neiging tot idioblastisch optreden in alle mogelijke organen, zonder zich als een samenhangend, afzonderlijk, scherp begrensd geheel voor te doen. Vooral in de schors is dit in hooge mate het geval en aan het al of niet voorkomen van steencellen in dat orgaan is daarom zeer weinig systematische waarde te hechten. Van meer beteekenis in dat opzicht is haar voorkomen in het blad, maar ook hier nog van te weinig belang om het als een eenigszins gewichtig kenmerk voor eene natuurlijke groepeering te kunnen aanmerken. Wij hebben toch, om slechts een paar voorbeelden te noemen, gezien dat in de kleine familie der Hamamelidaceae reeds vier verschillende typen gevonden worden, terwijl de familie der Proteaceae ons evenzoo allerlei verschillende vormen van sclereïden te zien gaf.

Gaan wij nu, alvorens tot de bespreking van de physiologische beteekenis der sclereïden over te gaan, nog vooraf na, op welke plaatsen in de plant zij het meest voorkomen, dan kunnen wij zeggen, dat zij verreweg het meest algemeen en het talrijkst in de schors optreden en wel door secundaire sclerose. Zij liggen hier dan

òf alleen en in onregelmatige groepen bv. bij Capparis, Medinilla, Fagraea, Clavya, Magnolia.

òf zij stellen een doorloopenden sclerenchymring tusschen phloem en primaire schors samen, zooals bij Gnetum, Medinilla venosa, Monstera, Hoya, Magnolia grandiflora.

òf zij vormen zich, evenals het secundaire cambium interfasciculair en liggen dan tusschen het stereom der vaatbundels, dat zij daardoor tot een gesloten ring aanvullen bv. bij Grevillea Preissii, Olea europaea, Calycanthus floridus, Hamamelis virginica.

òf zij liggen zeer talrijk in de korst der boomen, die met vorming van VON HÖHNEL's „Trennungsphelloïden" in lagen afschilfert. Dikwijls wordt de kurk sclerotisch (Monstera, Olea, Mesembryanthemum), en de korst is soms bij loofboomen, bv. esch, eik en berk, zoo rijk aan sclereïden, dat deze de hoofdmassa vormen en men met HARTIG van een „Steinborke" spreken kan.

In het merg komen sclereïden veel zeldzamer voor, ofschoon men het recht zou hebben ze met het oog op de morphologische omstandigheden en de grocifactoren juist dáár te verwachten. Te meer, aangezien, hoewel relatief laat, verhouting hier veelvuldig plaats grijpt,

vooral nabij de vaatbundels, en KASSNER [1]) tot het resultaat komt, dat het merg der houtplanten slechts bij hooge uitzondering gedurende het geheele leven uit reine cellulose blijft bestaan, terwijl bij die planten volgens DE BARY [2]) zelfs de mergstralen in den regel verhout zijn. Dit laatste komt mij evenwel onwaarschijnlijk voor in verband met GODLEWSKY's theorie omtrent de waterbeweging in het hout, volgens welke de mergstraalcellen daarbij zouden fungeeren als een zuig- en pompapparaat [3]).

Zeer algemeen ook bezitten de mergcellen verdikte wanden, het tweede voorname kenmerk der sclereïden. GRIS [4]) zegt zelfs, dat het bij houtplanten uiterst zelden voorkomt, dat het merg slechts uit dunwandige cellen bestaat, terwijl omgekeerd een merg, geheel opgebouwd uit verdikte cellen veel wordt aangetroffen bv. bij Ericaceae, Ilicaceae, Celastraceae en Hamamelidaceae.

Waar nu sclereïden in het merg gevonden worden, liggen zij

òf in groepen, zooals bij Podocarpus en Hoya carnosa;
òf als diaphragma's in transversale platen, zooals bij Cedrus, Magnolia en Liriodendron;
òf geïsoleerd, zooals bij Gnetum, Ephedra, Clavya, Fagraea, Carissa arduïna en Medinilla speciosa.

In den bladsteel komt bij verschillende families der Dicotylen sclerenchym voor, dat zich volgens PETIT [5]) met het oog op de schommelbewegingen in de meeste gevallen

---

[1]) KASSNER. Ueber das Mark einiger Holzpflanzen. Inaug. Diss. Berlin 1884.

[2]) Vergl. Anatomie pag. 501.

[3]) Zie GODLEWSKY. PRINGSH. Jahrb. 1884 en JANSE ibid. 1887.

[4]) l. c.

[5]) PETIT. le Pétiole des Dicotyledones. Ann. d. sc. nat. S. VII. T. VI.

niet in het basale gedeelte zou bevinden. Hij vond in dat orgaan steencellen alleen bij Hoya en Magnolia, maar wij hebben gezien, dat dit verschijnsel niet zóó zelden is, maar bv. ook bij Camellia, Clavya, Fagraea, Dammara en Gnetum gevonden wordt. Het valt echter niet te ontkennen, dat de sclereïden in den bladsteel meestal ontbreken, ook indien zij in den stengel voorkomen. In plaats daarvan is de bladsteel, die zeer buigzaam moet zijn, rijk aan collenchym, daar dit mechanisch weefsel zeer uitrekbaar is en moeielijk scheurt. Ten onrechte beweert echter VESQUE [1]) dat, waar een goed ontwikkeld collenchym aanwezig is, geen sclereïden voorkomen, want bij Dammara, Camellia, Thea en Magnolia worden beiden nevens elkander in den bladsteel aangetroffen, en ook aan de middennerf van het blad treden beiden dikwijls gezamenlijk op.

In het blad komen sclereïden, zij het ook oneindig minder dan in den stengel, meermalen voor en zeer ten onrechte beweerde indertijd SCHACHT [2]), dat in het bladparenchym nimmer verhoute cellen zouden voorkomen. Evenzoo dwaalde DE BARY [3]), toen hij beweerde dat zij alleen in harde, lederachtige bladeren optreden; wij wijzen slechts op Gnetum Gnemon, Olea fragrans en Hamamelis virginica. Er is dan ook geen enkele reden, waarom dit het geval zou zijn. De indruk van lederachtigheid toch is een gevolg van dikke, maar toch buigzame celwanden door het geheele weefsel en van een dikke cuticula met eigenaardige consistentie. En wat de hardheid betreft, zij zal

---

[1]) l. c. pag. 127.

[2]) SCHACHT. Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanze. II. pag. 121.

[3]) Vergl. Anat. pag. 137.

slechts in enkele gevallen bij uiterst talrijk voorkomen van groote sclereïden een gevolg van de aanwezigheid der laatsten kunnen zijn en is dit niet de oorzaak, waarom zouden dan de sclereïden uitsluitend juist in bladeren, die toch reeds door hun overigen bouw een groote hardheid bezitten, optreden. Integendeel men zou ze omgekeerd meer verwachten in weeke bladeren, die stevigheid behoeven en waar ook de condities voor uitgroeiing en vertakking van de cel gunstiger zijn. Dat desniettemin de sclereïden meestal worden aangetroffen in stevig gebouwde organen is òf te wijten hieraan, dat die organen een bizonder stevigen bouw behoeven en de sclereïden daaraan medewerken òf het feit wijst er op, dat daar de voorwaarden voor sclerose bizonder gunstig zijn en de sclereïden meer hieraan dan ter vervulling eener mechanische functie haar ontstaan te danken hebben.

In het algemeen evenwel is het blad vrij van sclereïden en zal men ze daar te vergeefs zoeken, ook indien al andere gegevens op de mogelijkheid van haar aanwezigheid duiden. Zoo kreeg ik bijv. negatieve resultaten bij Symplocus japonicus, Theobroma Cacao, Ligustrum, Liquidambar, Mesembryanthemum blandum, Metrosideros semperflorens, Vinca major, Nerium oleander, Buxus enz.

Zien wij nu, welke haar ligging is daar, waar zij dan wèl voorkomen. Deze is zeer verschillend. Vooreerst om de ademholten, zooals bij Restiaceae [1]; vervolgens los in het centrale mesophyl, zooals bij Dammara en Sciadopitys, hetgeen echter bij Angiospermen weinig voorkomt, bv. bij Rhodoleia. Hier liggen zij dikwijls alleen aan de bovenzijde boven het palissadeparenchym (Banksia) of daarin, loodrecht op de bladvlakte, en somtijds raken zij dan

---

[1]) Zie verder DE BARY. Vergl. Anat. § 127.

beide epidermislagen bv. bij Distylium, Olea, Diplycosia, Hamamelis virginica. In de epidermis zelve, met haar zeer specifieke functies, komen de sclereïden niet alleen niet voor, maar zelfs dringen zij er niet in door. Zoo vond REINSCH alleen bij Distylium indicum de opperhuid nu en dan door spicularcellen doorgroeid, zoodat zij tot de vrije buitenvlakte reikten, en ik zelf zag iets dergelijks slechts een enkele maal bij Thea viridis. Met de verklaring van dit verschijnsel hebben wij ons reeds op pag. 68 bezig gehouden en wij behoeven er dus hier niet langer bij stil te staan.

Hoewel geenszins als regel, zoo zijn toch meermalen (Maclanea, Banksia, knop van Magnolia, Camellia) de sclereïden het talrijkst aan den bladrand, die in tegenstelling van het overige bladgedeelte beschut moet worden tegen krachten, welke de deeltjes zoeken uiteen te verschuiven. Dat hiertoe niet altijd de parenchymatische of idioblastische mechanische cellen worden aangewend, is hieraan toe te schrijven, dat het genoemde doel door verschillende andere hulpmiddelen, die het blad ten dienste staan, bereikt wordt: hetzij grof anatomisch door een gezaagden of getanden rand of door anastomosen der vaatbundels, hetzij meer histologisch door speciale verhouting daar ter plaatse (Podocarpus, Banksia), subepidermale bast of dito collenchym (Myrtaceae).

Als laatste plantendeel, waarin sclereïden zeer veelvuldig voorkomen, noemen wij de vrucht en het zaad. Reeds in de mosvrucht vinden wij eigenaardig verdikte sclerotische cellen en in den wand van het sporocarpium van Marsilia quadrifolia een nauw aaneengesloten laag van langwerpige, uiterst verdikte elementen. Bij Angiospermen liggen de hier bedoelde sclereïden zoowel in het vruchtmoes (Ilex, Myrsine, Pomaceae) als inzonderheid in

vruchthuiden en zaadschalen, en zij zijn daar zeer verschillend van gedaante, zooals palissadevormig in de testa van Leguminosae (Pisum sativum), eenzijdig verdikt in het pericarpium van Piperaceae (Piper nigrum), als hypodermatische vezelcellen in het kaf van Gramineae (Oryza, Avena) enz. Doch dit onderwerp, dat eene afzonderlijke behandeling zou vorderen, laat ik hier verder buiten beschouwing.

§ 4. *Functie.*

Ofschoon het onmogelijk was, het aanvoeren van de beteekenis der sclereïden overal volkomen te vermijden, en deze bijv. bij de Nymphaeaceae en Proteaceae reeds ter sprake kwam, zoo was het toch ons streven, zooveel mogelijk deze quaestie tot het slot onzer verhandeling uit te stellen. Zoo zijn wij thans genaderd tot het aantrekkelijkste, maar tevens moeielijkste gedeelte. Vóór dat wij daartoe evenals in de vorige § de organen ieder afzonderlijk beschouwen, nog een enkel woord over de specifieke physiologische eigenschappen der sclereïden.

In het algemeen zijn in de plant de functies van stofleiding en mechanische stevigheid scherp gescheiden en over verschillende celvormen verdeeld, en men kan zeggen, dat de elementen des te minder voor stofleiding geschikt zijn, hoe meer zij tot mechanische doeleinden zijn omgevormd. Zeer sterk zal dit het geval zijn bij de sclereïden, die, gelijk wij zagen, haar levenden plasmatischen inhoud en turgescentie verloren hebben. Komt de toestand van haar wand overeen met dien der bastvezels, dan zullen zij evenals deze van de collenchymcel daardoor afwijken, dat zij, hoewel zeer rekbaar, spoedig boven de elasticiteitsgrens scheuren, terwijl het collenchym gemakkelijk

eene blijvende verlenging aanneemt en daarom vooral in jonge, turgescente, groeiende plantendeelen functionneert als een „provisorisch Arbeitsgerüst" (SCHWENDENER), dat door de omringende weefsels kan worden uitgerekt. Bij de sclereïden wordt dus evenmin als bij de bastcel gestreefd naar een belastbaar zijn ver boven de elasticiteitsgrens, hetgeen voor de plant volkomen nutteloos ware. De elasticiteit zelve zal afnemen, zoo haar wand uitgedroogd en verhout is, en zoowel een verlies aan watergehalte als eene verandering in moleculaire structuur d. i. in opbouw en rangschikking der micellen ondergaan heeft. Daardoor zal de rekbaarheid afnemen, de draagkracht en vastheid daarentegen toenemen. Zoo vond WEINZIERL [1]) bij de bastvezels van Phormium eene grootere uitrekking, maar een geringeren vastheidsmodulus in vochtigen dan in droogen toestand en hetzelfde, maar in veel sterkere mate, vond REINKE bij Laminaria.

COHN [2]) zag in de vorming der sclereïden een afzetting van overtollige celstof. In die zienswijze schijnt hij vrij wel alleen te staan, ten minste ik vond haar door geen enkelen anderen onderzoeker gedeeld. Voor eene dergelijke opvatting pleit dan ook zeer weinig, terwijl een menigte onbeantwoorde vragen als bedenkingen tegen haar oprijzen. Vanwaar toch zou die zoo constant en op bepaalde plaatsen optredende groote massa overtollige celstof komen en dat nog wel dikwijls in de jongste plantendeelen, waar de groeiende cellen de cellulose, die zij zooveel noodig hebben, zoo goed gebruiken kunnen,

---

[1]) Sitzungsber. der Acad. d. Wiss. in Wien. Bd. 76. pag. 461.

[2]) Cfm. BUCH. l. c. pag. 23 en RUD. MÜLLER. Die Rinde unserer Laubhölzer. Inaug. Diss. Breslau 1875 pag. 34.

terwijl ook niet, zooals b. v. in het endosperm van den dadelpalm en van Phytelephas macrocarpa, die celstof welke tijdelijk reservevoedsel is, later weer als bouwmateriaal verbruikt wordt, zoodat wij ze ook niet, evenals RUDOLF MÜLLER [1]) deed, daarmede in physiologische beteekenis gelijk mogen stellen. Waarom ook wordt zij dikwijls juist dáár afgezet, waar meerdere stevigheid wenschelijk is, en waarom gaat met die afzetting een gelijktijdige verhouting gepaard?

In plaats van een dergelijke duiding der sclereïden als onnutte excrementen, schijnt het ons toe, dat wij in zeer vele gevallen gerechtigd zijn den sclereïden eene mechanische functie toe te kennen, en wij willen daarom voor verschillende organen een dergelijke beteekenis iets nader zien vast te stellen en waarschijnlijk te maken.

Het meest voor de hand ligt zij bij zaden. De sclereïden liggen hier aan de oppervlakte en zullen het teedere embryo vooreerst tegen drukking van buiten beschermen en vervolgens vrijwaren voor het indringen van parasieten. Verder schijnt mij bij nog andere zaden het belang eener harde schaal te liggen in de vermeerderde kans tot verspreiding der zaden, die zij oplevert. Immers zij voorkomt de vertering in het darmkanaal van vogels, die het zaad hebben opgeslokt en die het nu ongedeerd op een andere, voor de ontkieming allicht gunstige plaats weer afscheiden. Een schoon voorbeeld hiervan is bijv. Turdus viscivorus ten opzichte van Viscum album.

Bij vruchten bevorderen de sclereïden dikwijls het gemakkelijk en te rechter tijd openspringen: een verschijnsel, uitvoerig bestudeerd door STEINBRINCK, ZIMMERMANN en LECLERC DU SABLON.

---

[1]) l. c. pag. 34.

In tegenstelling van den stengel moet het blad met zijn platten, bilateralen vorm geconstrueerd zijn tegen krachten, die in ééne bepaalde richting, namelijk loodrecht op de bladvlakte inwerken. Wel zijn die, wier richting evenwijdig aan die vlakte is en welke dus den bladrand als aangrijpingspunt hebben, niet buitengesloten, maar deze zijn van geringer intensiteit en, aangezien zij den bladrand op zichzelven, niet eene verplaatsing van het geheele blad betreffen, zoo vindt men daartegen afzonderlijke inrichtingen [1]).

Daar nu het blad slechts aan zijn ééne uiteinde is vastgehecht, zoo zullen de genoemde krachten het blad zoeken te buigen. Het is duidelijk, dat de sclereïden, indien zij langgestrekt zijn en, hetzij in het centrale mesophyl (Olea europaea), hetzij vooral onder de epidermis (Banksia), evenwijdig aan de oppervlakte loopen, zich tegen eene dergelijke buiging zullen verzetten en het gevaar van breken zullen tegenwerken (bv. bij Desmostachys).

Dikwijls vonden wij de sclereïden voornamelijk of uitsluitend in de bovenhelft van het blad. Ook dit is verklaarbaar. Aan de onderzijde fungeeren de hoofdnerven, die meermalen ver buiten het overige bladvlak uitspringen, als dragers. Verder is het volwassen blad min of meer epinastisch en de bladsteel geneigd, een naar boven convexe gedaante aan te nemen. Daardoor zal de buigende kracht hoofdzakelijk tegen den bovenkant drukken, en aangezien de neutrale druklijn zich daar beneden bevindt, zoo zal die zijde speciaal op trekking ingericht zijn door een niet zoozeer diep, als wel plat en breed uitgebreid stereom.

---

[1]) Zie boven pag. 78.

Behalve een vlak verloop der sclereïden is nog een andere plaatsing gunstig voor een bestrijding der buiging. Het is, wanneer zij de epidermis van boven- en ondervlakte onderling verbinden, hetzij ieder voor zich, hetzij doordat zij staafvormig aaneensluiten en zoo als het ware één geheel, één enkele grootere sclereïde vormen. Door de buiging toch wordt het bladvolumen kleiner en zullen boven- en ondervlakte elkander willen naderen.

Nu komt evenwel een dergelijke lengte bij loodrechten stand betrekkelijk zelden voor en reiken de bladsclereïden veelal slechts tot op de helft van het mesophyl of iets verder. Schijnbaar verliezen zij nu haar nut, want zij rusten dan met het ééne uiteinde op het brooze centrale sponsparenchym. Haar eigenlijke beteekenis is dan ook in dat geval niet te zoeken in het voorkomen van een bladbuiging, waartegen reeds de bladnerven met hare bastdragers zorg dragen. Het is daarenboven ook zeer de vraag, of een te sterke fixeering in een vasten stand wel zoo wenschelijk ware en of niet juist de luchtstrooming langs de oppervlakte en de verandering van de invalsrichting der lichtstralen door de bladbeweging, gunstige factoren zijn voor de assimilatie en de gaswisseling.

In plaats van de functie om de buiging tegen te gaan kunnen evenwel de sclereïden eene andere nuttige mechanische werking uitoefenen. De lengte, die zij gewoonlijk bezitten, is wel niet voldoende om bij een sterke drukking, loodrecht op het bladvlak eene samenpersing van het centrale mesophyl te voorkomen, — hetgeen trouwens van geringe waarde zou zijn, — maar wel is die lengte toereikend om het biologisch belangrijkste bladweefsel, het peripherisch gelegen assimilatiesysteem, meer speciaal het palissadeparenchym, tegen te groote drukking te beschermen. Immers die lengte strekt zich uit over de geheele diepte der palissadecellen, en

waar deze in meerdere lagen gerangschikt zijn, bestaan toch de sclereïden uit slechts ééne cel. En wat bovenal opmerkelijk is: de voet, iets onder het palissadeparenchym uitstekende, verbreedt zich daar en dat wel voornamelijk in horizontale richting, zoodat hij dikwijls aan dien van naburige sclereïden aansluit en soms door onderlinge verbinding een samenhangend netwerk gevormd wordt. Door deze constructie wordt het steunend vlak, waarmede zij aan de assimilatiecellen grenzen, aanmerkelijk vergroot; worden deze laatsten van onderen beschut, en wordt ten slotte hare verschuiving langs de sclereïden voorkomen.

Op die wijze geïnterpreteerd, zien wij hier een schoon voorbeeld van physiologisch-histologische aanpassing. Wij verkrijgen een systeem van I dragers aan ééne of aan beide bladzijden, wier eene dwarsarm tegen de epidermis aansluit en wier hoofdstreven, ook blijkens de stevige verbindingsstang der beide dwarsarmen, er op gericht is, deze elkander niet te doen naderen en zoodoende het er tusschen liggend weefsel tegen samendrukking of inkrimping [1]) te beschermen.

Meer moeielijkheid dan in andere organen biedt het vinden eener eventueele functie der sclereïden in het merg. Immers zij liggen hier binnen den houtcylinder, niet direct aan drukkrachten van buiten blootgesteld, op een voor het mechanisch buigsysteem schijnbaar volkomen onverschillige plaats, ja zelfs, waar wij met een regelmatig radiairsymmetrisch lichaam te doen hebben, ongeveer juist op de zoogenaamde neutrale Faserlijn. Dit neemt echter niet

---

[1]) Zoo treedt bv. bij uitdroging van het Hakeablad geen contractie in, maar blijft de doorsnede onveranderd van grootte.

weg, dat zij toch, naar wij meenen, ook hier een belangrijke werkzaamheid vervullen kunnen, zoowel in horizontale als in vertikale richting, en de veelvuldige verhouting en dikwandigheid schijnt hierop reeds te wijzen. De neutrale as, al neemt zij niet in lengte af, zal toch, indien zij door hare resistentie haar vorm, bijv. dien van een rechte lijn, tracht te behouden, de buiging tegenwerken, evenals bijv. de stalen spil binnen in een rekstok.

Om ons de beteekenis in horizontale richting voor te stellen, denken wij ons een dikke, holle caoutchoucbuis. Wordt deze gebogen, dan is het een bekend feit, dat haar volumen vermindert, hetgeen bijv. hieraan zichtbaar is, dat zoo zij vooraf met water gevuld werd, een gedeelte daarvan uitvloeit. Bijgevolg wordt de doorsnede van het inwendig kanaal kleiner en naderen dus diens wanden elkander in het buigvlak. Liggen dus in den teederen mergcylinder platen van sclereïden, dan zullen deze zich natuurlijk tegen een dergelijke nadering verzetten en zoodoende medewerken om aan de buiging van het geheel weerstand te bieden. Daartoe moeten dan de opbouwende elementen dier platen aan het vereischte voldoen van ten opzichte van elkander niet bewegelijk te zijn en niet door verschuiving de onderlinge plaatsing te kunnen veranderen. Zij zijn daarom òf zeer groot en met groote raakvlakken aaneensluitend, òf door vertakkingen en wandstructuur stevig ineengrijpend, terwijl het overige dunwandige merg uit mechanisch oogpunt slechts als vullingsweefsel tusschen de platen dienst doet.

Gaan wij over tot de schors. Het is bekend, hoe in het peripherisch gedeelte van den stengel der Dicotylen het sclerenchym een zeer verschillenden graad van ont-

wikkeling vertoont. Nu eens komen alleen bastvezels, dan weer alleen steencellen en dan wederom geen van beiden voor. Terwijl bij vele het stereom zeer krachtig is, is bij andere het volkomen ontbreken van stereïden, zoowel in het secundaire als in het primaire phloem, niet zeldzaam (Aristolochia, Ribes, Viburnum). Het is daarom niet anders te verwachten dan dat in een orgaanstelsel, hetwelk zoozeer aan allerlei invloeden van buiten is blootgesteld als de schors, ook de sclereïden zich in allerlei typen en modificaties zullen voordoen en in verband daarmede een verschillende rol spelen.

Zijn zij in een samenhangenden ring geplaatst, dan zal ten opzichte der buiging haar mechanische werking, hoewel in mindere mate, éénzelfde zijn als die van het circulair geplaatste stereom. Tevens vormen zij dan eene grensscheiding tusschen het daarbinnen en buiten liggend celweefsel en zullen zij, bv. om de harsgangen of in de vaatbundelscheede (luchtwortel van Orchideae, Sarsaparilwortel), als een beschuttend omhulsel fungeeren.

Veelvuldiger is evenwel de ligging tusschen de bastgroepen, op welke wijze natuurlijk een veel krachtiger ring verkregen wordt. Door dergelijke verbindingen toch vormen de verschillende bastgroepen één mechanisch geheel, en worden de in een kring gerangschikte dragers, die niet direct ieder met den diametraal tegenoverliggenden verbonden zijn, toch indirect daarmede gekoppeld, — een doel, dat evenzoo wordt nagestreefd door de talrijke tangentieele anastomosen. Daarbij zijn de sclereïden dikwijls met haar takken zoowel stevig in elkander grijpend, als vast met het parenchym verbonden. Zij bieden dan eenige overeenkomst met bastcellen, die spits uitloopen, om bij een zelfde volumen een grootere onderlinge contactvlakte te hebben, en die veelal lateraal als een

tandrad tusschen het aangrenzend dunwandig weefsel inspringen.

Waar dan ook, zooals bij klimplanten, eene dergelijke stevigheid niet gewenscht is, ontbreken die tangentieele sclerenchymverbindingen. Wel vinden wij bij Aristolochia groepen sclereïden, maar deze sluiten hier in de lengterichting met platte vlakken, niet met spitse uiteinden op elkander [1]), zoodat in verband met het volkomen ontbreken van bastvezels, de slingerende beweging van den buigzamen stengel daardoor weinig belemmering ondervinden kan. Evenzoo vond Tschirch [2]), dat bij hangende boomen, zooals de treuresch (Fraxinus excelsior var. pendula) en de hangende waterwilg (Salix caprea var. pendula), veel minder sclereïden voorkomen dan bij dezelfde niet hangende soorten [3]).

Wij moeten nog even terugkomen op het genoemde interfasciculair verband. Het ware ten eenenmale nadeelig voor de stofwisseling en de voedingscirculatie, zoo daardoor de communicatie tusschen schors en mergstralen volkomen verbroken werd. Daarom loopen, om deze in stand te houden, de sclereïden longitudinaal niet continu door, maar zijn zij, zooals in tangentieele coupes zichtbaar wordt, telkens door parenchymstrooken afgebroken. Een gevolg hiervan is, dat de voedingsbanen in zulk een geval niet maar eenvoudig radiair verloopen, maar ge-

---

[1]) Dit geval staat niet alleen; ook in den bloemstengel van Allium bijv. hebben de basteellen stompe uiteinden en rechthoekige dwarswanden.

[2]) Tschirch. Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. Pringsh. Jahrb. Bd. XVI.

[3]) Een soortgelijk verschil in ontwikkeling van mechanische elementen vermocht ik niet te constateeren bij Juniperus virginiana L. en Juniperus virg. pendula Carr.

dwongen kunnen zijn een zeer gekronkelden loop aan te nemen. Wij hebben dus hier weer een schoon voorbeeld van morphologische aanpassing aan twee physiologische werkzaamheden, de voedings- en de mechanische functie, en daar beide tot de gewichtigste levensvoorwaarden der plant behooren, zoo wordt een dergelijk doorbroken zijn van het mechanisch system, opdat het verkeer niet gestremd worde, meermalen aangetroffen. Wij wijzen hier slechts op de bastbundels aan den bladrand (HINTZ), op den sclerenchymring der harskanalen (HABERLANDT, MOEBIUS), op de vaatbundelscheede (SCHWENDENER) en op het hypoderm van Casuarina en Podocarpus (WESTERMAYER).

Niet zoo duidelijk als bij de besproken wijzen van ligging der sclereïden is hare functie, zoo zij meer geisoleerd of in kleine groepjes in de schors liggen. Toch zijn er ook dan menigmaal gegevens, die eene mechanische beteekenis min of meer waarschijnlijk maken. Wij zien de steencellen dikwijls optreden daar, waar bastvezels ontbreken (Fagus, Platanus) en zij deze dus gedeeltelijk zouden kunnen vervangen, hetgeen te opvallender is, wanneer bij andere species derzelfde familie, waar bastvezels wèl optreden, ook juist de steencellen niet voorkomen (bv. Viburnum tegenover Lonicera).

Vervolgens heeft sclerose van parenchym dikwijls eerst na jaren plaats (bv. bij Fagus sylvatica), als de stengel met zijn ouder worden en de toename van zijn gewicht ook meerderen steun noodig heeft. Bij andere boomen zien wij de steencellengroepen met de primaire schors afgeworpen worden. Wij kunnen ons in dit geval zeer wel voorstellen, dat zij onnoodig geworden zijn, daar haar functie langzamerhand is overgenomen door het later krachtig ontwikkeld hadrom en stereom. In de jonge

plant daarentegen kunnen wij ons die door de schors onregelmatig verbreide steencellen — evenals die, welke in de dunwandige kurk en soms in wortelknollen (Dahlia, Paeonia) gevonden worden — beschouwen als, om een technisch beeld te gebruiken, eenzelfde rol vervullende als de zandkorrels, die men stevigheidshalve aan de kalk toevoegt. Het is zeer wel mogelijk, dat de jonge, nog zwakke schors daardoor minder samendrukbaar wordt, en zoodoende zoowel het cambium tegen te groote drukking van buiten, als de schors zelve tegen te sterke drukking wegens diktegroei van het fibrovasalsysteem, gevrijwaard wordt.

Hoewel dus, gelijk wij in het bovenstaande zagen, aan de sclereïden veelal ongedwongen een mechanische beteekenis kan worden toegeschreven, zoo is toch moeielijk van alle de verrichting op een dergelijke wijze te verklaren. Wij mogen het oog niet sluiten voor de bedenkingen, die inderdaad tegen eene algemeene dergelijke interpretatie oprijzen. Haar betrekkelijk geringe en onregelmatige verspreiding in het plantenrijk, haar voorkomen, daar waar wij ze niet zouden verwachten (bv. bij klimplanten als Celastrus scandens) of in organen, die ook zonder dat volkomen voldoende stevigheid zouden bezitten, — al dergelijke feiten wijzen er op, dat het veel te dogmatisch en te doctrinair ware, aan alle a priori een mechanische functie toe te kennen. Verdikking en verhouting zijn geen absolute, doorslaande bewijzen. Evenzoo moeten wij voorzichtig zijn niet als oorzaak aan te merken, wat slechts gevolg is: waar bijv. vertakte cellen in een lacunair weefsel optreden, daar kunnen zij tot de stevigheid bijdragen, terwijl toch de oorzaak van haar optreden slechts in daarvoor gunstige omstandigheden moet gezocht worden.

Met dat al is het voor het oogenblik, in geval de sclereïden een functie vervullen, moeielijk, eene andere dan eene me-

chanische aan te nemen. Toch moeten er redenen van haar constant optreden bij bepaalde species in bepaalde organen zijn. Traden zij hier grillig slechts enkele malen of in 't algemeen nu eens wel dan eens niet op, dan kon men voorzeker denken aan bizondere, in speciale gevallen plaatselijk optredende, influenceerende levensomstandigheden zonder algemeen physiologische beteekenis, bv. aan secretieproducten of aan pathologische verschijnselen, evenals bij de reuzencellen in het dierlijk lichaam aan hypertrophie gedacht wordt, — maar nu haar optreden niet van dien aard is, moeten er wel voortdurend werkende, in de plant zelve zetelende oorzaken zijn. Nemen wij nu geen mechanische functie als aanpassingsverschijnsel aan, dan ligt het, dunkt ons, voor de hand, het eerst onze toevlucht te nemen tot eene phylogenetische verklaring d. i. ze te beschouwen als rudimenten, die hun oorspronkelijke waarde voor het levender plant verloren hebben: — eene beschouwingswijze, zooals, naar ik meen, POTONIÉ [1]) haar het eerst toepaste op de steencellengroepen in het vruchtvleesch van Pomaceae door zich deze voor te stellen als overblijfsels eener oorspronkelijk volledige steencellenschaal, zooals wij die nog vinden in de vrucht van Drupaceae. In dit geval nu is de vroegere beteekenis duidelijk, maar in andere zal ons die, waar wij den vroegeren habitus der plant niet kennen, wel steeds verborgen blijven.

Waar wij de idioblastische sclereïden zoo zonderling in het plantenrijk onder zoo verschillende ver uiteengelegen families verspreid vinden, is het vrijwel ondenkbaar, dat

---

[1]) H. POTONIÉ. Ueber die Bedeutung der Steinkörper im Fruchtfleische der Birnen. Kosmos Bd. VIII. pag. 33 en Bd. IV. Heft 7.

zij een gemeenschappelijke phylogenetische afkomst zouden hebben. Wij zagen tevens, dat niet alleen zeer nauw verwante families, maar eveneens zeer sterk met elkander overeenkomende geslachten en soorten ten opzichte hunner sclereïden van elkander afwijken en de een ze wel, de ander niet bezit. Onwillekeurig vragen wij ons daarom af, of haar optreden is te wijten aan bizondere physiologische levensomstandigheden, waarin de plantenindividuen ieder voor zich verkeeren, dan of het een constant soortskenmerk is, afgescheiden van die voor wisseling vatbare omstandigheden. Het komt ons voor, dat het laatste als juist moet aangemerkt worden, ofschoon de quantiteit en de graad der sclerose, zooals uit de verschillende opgaven blijkt, bij de verschillende exemplaren eener zelfde species binnen zekere grenzen voor wisseling vatbaar schijnen te zijn.

Een andere vraag echter is deze, of niet het *phylogenetisch* ontstaan der sclereïden moet worden toegeschreven aan physiologische omstandigheden en dit nu is, dunkt mij, moeielijk anders denkbaar. Niet, dat daarom die omstandigheden voor de verschillende, sclereïden bezittende plantenafdeelingen dezelfde zouden geweest zijn, noch dat zij zoo ganschelijk afwijkend waren van die, waaronder andere planten, die geen sclereïden ontwikkeld hebben, leefden. Voor laatstgenoemde toch kunnen die uitwendige invloeden van minder beteekenis geweest zijn, of ook zij bereikten bij de veelzijdige vormkracht der levende natuur hetzelfde doel langs andere wegen en met andere middelen.

Een laatste vraag eindelijk is deze: „Welke is de reden, dat uit een oorspronkelijk homogeen weefsel sommige cellen zich later in sclereïden metamorphoseeren, terwijl andere zich hoegenaamd niet in die richting veranderen?

Hoe komt het, dat sommige zich verdikken en verhouten, andere niet? Is dit te wijten aan een praedispositie van het vormend plasma, aan inhaerente physisch-chemische verschillen, zoodat de oorspronkelijke homogeniteit slechts schijnbaar en alleen voor onze beperkte waarnemingsmiddelen het onderling verschil niet merkbaar is? Of moeten wij aannemen, dat niet een verschil in de samenstelling en bewegingstoestanden der morphologische eenheden of — om met DE VRIES te spreken — pangenen, maar een verschil in toevallig op de ééne cel meer, op de andere minder inwerkende invloeden, de ontwikkeling dier oorspronkelijk wel degelijk gelijke elementen zoodanig beheerscht hebben, dat de aanwezige mogelijkheid (Fähigkeit) om zich bv. te verdikken in de eene cel wel, in de andere niet in werking gesteld en tot uiting gekomen is?

Dit vraagpunt, hoewel hier op een speciaal geval van betrekkelijk ondergeschikt belang toegepast, is, dunkt mij, zeer ver strekkend en veel te weinig is daarop de aandacht gevestigd bij de interpretatie van het optreden van specifieke weefsels in het zich ontwikkelend organisme. De quaestie toch hangt nauw samen met onze geheele voorstelling omtrent verandelijkheid der histologische elementen en omtrent die der soort, met acclimatisatie, met de geheele evolutietheorie, de quaestie WEISMANN, enz. Het zou ons hier evenwel te ver voeren haar in haar vollen omvang te bespreken. Keeren wij daarom terug tot ons speciale geval.

Dat het protoplasma van bepaalde cellen van het meristeem, al kunnen wij dan ook niet vooraf bepalen welke, met de eigenschap begaafd is, sclereïden te kunnen vormen, terwijl dat van andere, tot datzelfde meristeem behoorende, die eigenschap mist, — daarvoor schijnt inderdaad veel te pleiten. Waarom zouden eerst-

genoemde cellen anders zoo constant in bepaalde organen van bepaalde planten optreden en zou anders bij de groote verandelijkheid der uitwendige omstandigheden, als vochtigheid der lucht, temperatuur, verlichting enz., haar voorkomen niet veel onregelmatiger en wisselvalliger zijn?

Het is duidelijk, dat bij een dergelijke interpretatie wij komen tot een dier grenzen, welke DU BOIS REYMOND [1]) als voor eeuwig aan onze kennis gesteld beschouwt, en wij daarbij staan voor een soortgelijk mysterie als bv. de vraag, waarom zich uit de eene eicel het eene, uit de andere een ander organisme ontwikkelt, m. a. w. voor een van die verschijnselen, welke wij als wetenschappelijk logisch postulaat gedwongen zijn aan physisch-chemische verschillen toe te schrijven, maar waaromtrent wij ons, zooals NÄGELI [2]) uitvoerig betoogde, verder geen klare voorstelling vermogen te vormen [3]).

Naast het vrij constant optreden der sclereïden zijn aan den anderen kant het aantal, de grootte, de afstand, de vorm enz. dezer cellen onderling zoo verschillend en is het embryologisch weefsel, waarin ze worden aangelegd, zoo gelijkmatig, dat men geneigd is het verschijnsel te wijten aan de verschillende condities, waarin de cellen verkeeren. De een zal bijv. allicht iets meer plaatsruimte, grooter

---

[1]) Die Grenzen der Naturerkenntniss.

[2]) Theorie der Abstammungslehre.

[3]) NÄGELI zoekt de oorzaak van den ontwikkelingsgang der organische wereld in de moleculairstructuur der levende substantie, het *ideoplasma*, in welke eene ons niet nader bekende kracht tot ontwikkeling in eene bepaalde richting zou schuilen. Volgens WEISMANN daarentegen hebben wij geen recht tot het aannemen van dezen nieuwen, mysterieusen factor, die de doelmatigheid der organismen in verband met hunne omgeving onverklaard laat, en berust het ontstaan der soorten uitsluitend op *aanpassing* (WEISMANN. Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung 1886).

turgor, meer nabijgelegen intercellulaire ruimten hebben om te kunnen uitgroeien en zich te vertakken. In het algemeen is er, naar ons toeschijnt, hoegenaamd geen bezwaar om aan te nemen, dat, ofschoon, voor zoover wij kunnen nagaan, de physiologische omstandigheden voor alle dezelfde zijn, dit toch in werkelijkheid in den uiterst samengestelden cellenmicrocosmos niet het geval is.

VERKLARING DER PLATEN.

In alle figuren beteekent ep. epidermis, sc. sclereïden, b.v. bastvezels, x. xylem, ph. phloem (weekbast), kl. klieren, t. takken der sclereïden, p. poriën, k. kern, col. collenchym.

De pijltjes zijn, waar het noodig is, gericht naar de peripherie van den stengel of de boven- (resp. binnen) zijde van het blad.

---

fig. 1. Sclereïden in het merg van Podocarpus salicifolia.
„ 2. Sclereïden in de schors van Larix americana.
„ 3. Idem van Cedrus Libani.
„ 4. Sclereïden uit het blad van Sciadopitys verticillata, bezet met kristalletjes.
„ 5. Idem van Dammara australis.
„ 6. Idem van Dammara Brownii.
„ 7, 8. Gedeelte van de schors van Gnetum Gnemon in dwarse doorsnede.
„ 9. Idem in lengte doorsnede.
„ 10. Centrale sclereïden in de schors van Liriodendron tulipifera.
„ 11. Idem van Magnolia grandiflora.
„ 12. Longitudinale doorsnede door de jonge schors van Liriodendron tulipifera. sc.[1] peripherische sclereïden in het collenchym. sc.[2] centrale sclereïden tegen het stereom.
„ 13. Dwarse doorsnede door de jonge schors van Magnolia umbrella.

fig. 14. Binnengedeelte van een dwarse doorsnede door een knoptegment van Magnolia grandiflora.
„ 15. Idem, randgedeelte.
„ 16. Sclereïden uit den bladsteel van Camellia japonica.
„ 17. Idem uit een gemacereerd theeblad.
„ 18. Idem in een blad van Thea viridis.
„ 19. Dwarse doorsnede door den bladrand van Camellia japonica.
„ 20. Jonge sclereïden in een knopblaadje van Camellia japonica.
„ 21. Sclereïden in de schors van Hakea Lamberti.
„ 22. Idem in het blad. st. stoma.
„ 23. Dwarse doorsnede door een laterale nerf van het blad van Banksia marcescens. h. haren.
„ 24. Sclereïde in het blad van Olea fragrans. z. l. zetmeellaag.
„ 25. Idem in een zeer jong blad.
„ 26. Vertakte sclereïden in de schors van Fagraea grandis.

STELLINGEN.

Cujusvis hominis est errare, nullius, nisi insipientis, in errore perseverare.

CICERO.

STELLINGEN.

I.

Ter verklaring van de waterbeweging in boomen is de theorie van GODLEWSKY de waarschijnlijkste.

II.

De slaapbeweging van sommige planten is toe te schrijven aan eene photochemische plasmaverandering.

III.

Ten onrechte beweert MÖLLER, dat de grootte der plantenkristallen bepaald wordt door de dikte van den celwand.

IV.

De groei van den celwand laat zich beter verklaren volgens de appositie- dan volgens de intussusceptie-theorie.

V.

De bij Vaucheria uitgestooten slijmmassa, de buikkanaalcel in het archegonium van levermossen en varens, en het protoplasma-blaasje aan de spermatozoïden van vaatcryptogamen zijn vergelijkbaar met de richtingsblaasjes van het dierenei.

VI.

De coeloblasten en phycomyceten moeten „niet cellulair", niet „eencellig" genoemd worden.

VII.

De synergiden der Angiospermen zijn homoloog met de archegoniën der vaatcryptogamen.

VIII.

Het scutellum der graanvrucht is een cotyledon.

IX.

Van de theorieën, die trachten een voorstelling te geven van de verschijnselen der erfelijkheid, is de intracellulaire pangenesis de meest bevredigende.

X.

Het is waarschijnlijker, dat de beide primaire kiembladen zich phylogenetisch door delaminatie, dan door invaginatie gedifferentieerd hebben.

XI.

Het is waarschijnlijker, dat de trochosphaera is af te leiden uit de pilidium, dan uit de bipinnaria.

XII.

De doctrinaire coelomtheorie der Gebr. HERTWIG is niet meer houdbaar.

XIII.

De larve der Brachiopoden behoort tot het Echinodermen-, die der Bryozoen tot het wormentype.

XIV.

De Ophiuren dienen eene afzonderlijke klasse der Echinodermen uit te maken.

XV.

Evenmin als de Pinnipedia mogen de Sirenia met de Cetaceën in ééne orde vereenigd worden.

XVI.

Bij Astacus zijn de segmenten der kaakpooten te beschouwen als thorax, die der gangpooten als praeabdomen.

XVII.

Het symplecticum der beenvisschen is terug te vinden in het os lenticulare (orbiculare) der zoogdieren.

XVIII.

De trigeminus vertegenwoordigt in den kop meer dan één spinaalzenuw.

XIX.

De Musc. peronacus longus is homoloog met den M. ulnaris internus.

XX.

De gebruikelijke indeeling der placentavormen is eene kunstmatige; zij bezit noch systematische, noch phylogenetische waarde.

XXI.

Het is het beste, den gelaatshoek trigonometrisch te berekenen en zijn hoekpunt in het alveolaire punt te leggen.

XXII.

Het vlak van Broca is te verkiezen boven dat van Baer.

XXIII.

De verschillende menschenrassen behooren tot één monophyletische species.

XXIV.

De geestelijke eigenschappen van den mensch en die der dieren zijn slechts quantitatief, niet qualitatief van elkander onderscheiden.

XXV.

De zwemblaas dient, wat haar hydrostatische functie betreft, niet voor hoogteregeling, maar voor plaatsbepaling en evenwicht.

XXVI.

Het adjectief „rudimentair" wordt ten onrechte dikwijls gebruikt in de beteekenis van „weinig ontwikkeld"; het blijve beperkt tot die van „teruggegaan."

XXVII.

De aptychen der Ammonieten behooren niet tot nidamentaalklieren, maar zijn waarschijnlijk een verkalkt operculum.

XXVIII.

Het is verkieselijk in de mineralogie vier kiezelzuren aan te nemen.

XXIX.

Het is waarschijnlijk, dat astronomische oorzaken een rol gespeeld hebben bij het optreden van het diluviale ijstijdperk.

XXX.

De theorie van FARADAY-TYNDALL ter verklaring der regelatie is te verkiezen boven die van THOMSON-HELMHOLTZ.

XXXI.

De nog ondoorgronde verwantschap tusschen de elementen, waarop het periodisch systeem ons wijst, staat of valt niet met de juistheid van PROUT's hypothese.

XXXII.

Het wisselen van de actieve valentie der elementen, evenals de zoogenaamde moleculaire bindingen, moet worden toegeschreven aan eene verschillende rangschikking der atomen in de molecule.

XXXIII.

BABINET's benaderingsformule $x = 16000 \text{ M.} \frac{H - h}{H + h}$ voor de hoogtemeting door den barometer, is op eenvoudige wijze met elementaire wiskunde af te leiden.

XXXIV.

De differentiaal-thermometer van LESLIE levert onbetrouwbare resultaten.

XXXV.

De formule van LORENTZ en LORENZ $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{d} = \text{const.}$ omtrent de betrekking tusschen brekings-index en dichtheid eener stof, is te verkiezen boven die van GLADSTONE en DALE $\frac{n - 1}{d} = \text{const.}$

XXXVI.

Lijkverbranding is een eisch der wetenschap en der beschaving.

XXXVII.

Ten onrechte wordt aan de rijksuniversiteiten de geographie niet als een academisch leervak beschouwd. Bij het systeem der tegenwoordige wetgeving van splitsing der doctoraten moest ook in deze wetenschap een doctoraat zijn ingesteld.

Fig. 1.

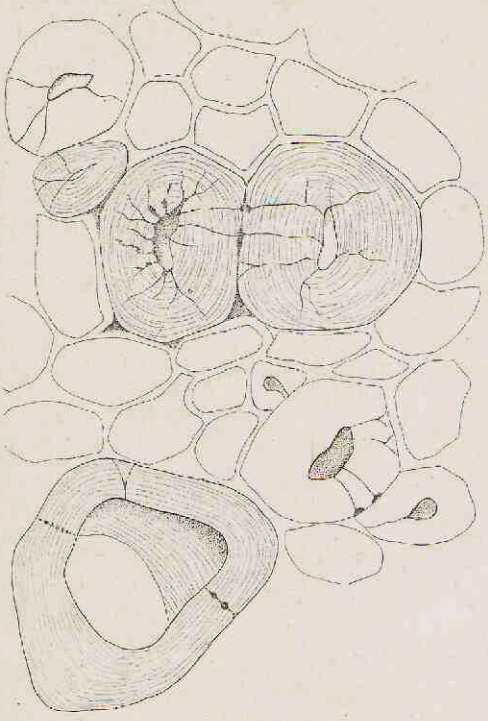


Fig. 4.

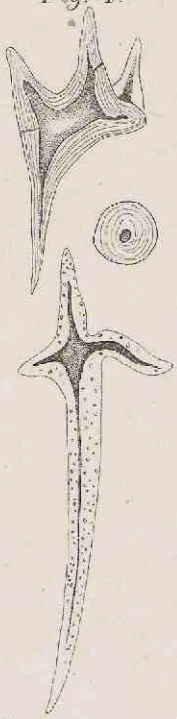


Fig. 2.

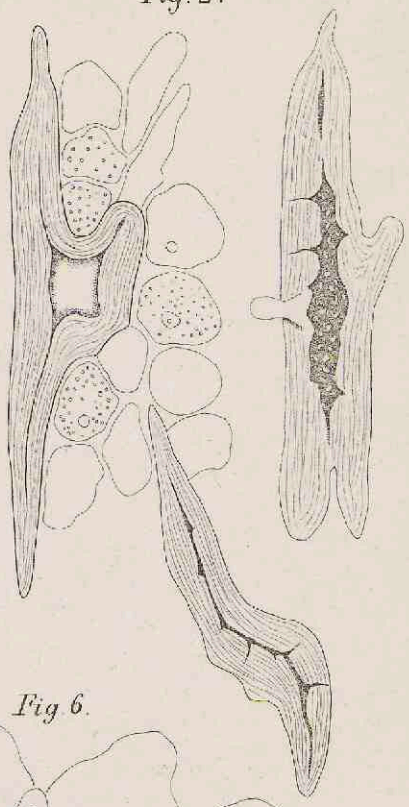


Fig. 5.

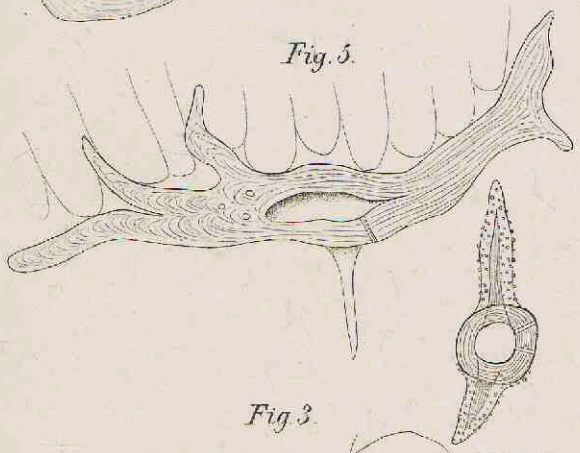


Fig. 6.

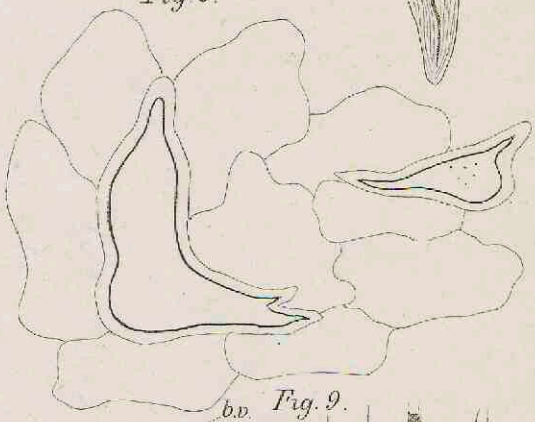


Fig. 3.

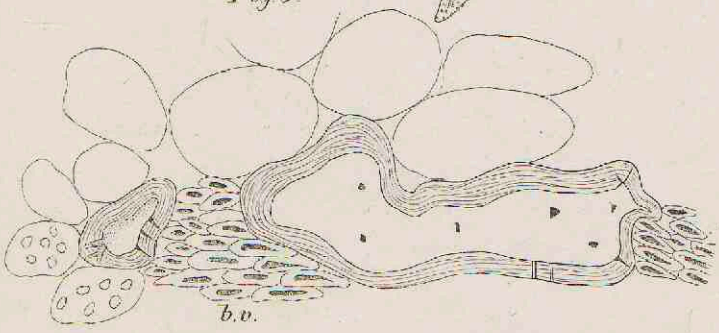


Fig. 9.

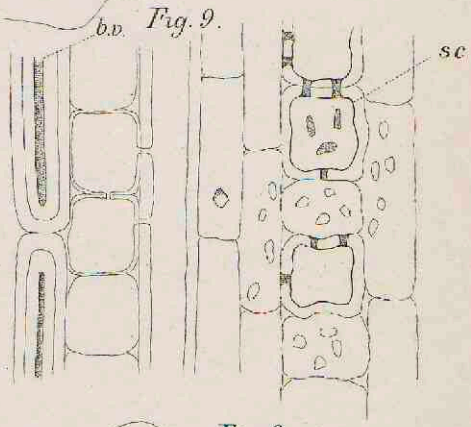


Fig. 7.

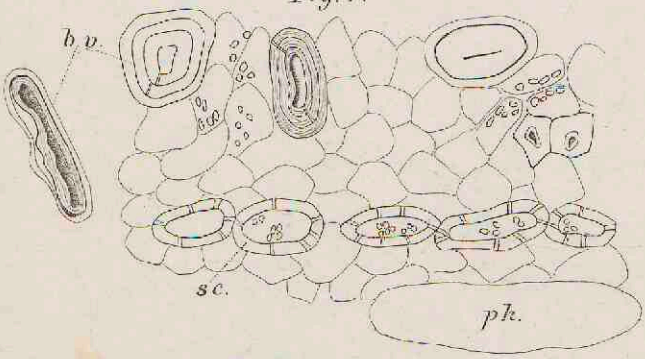
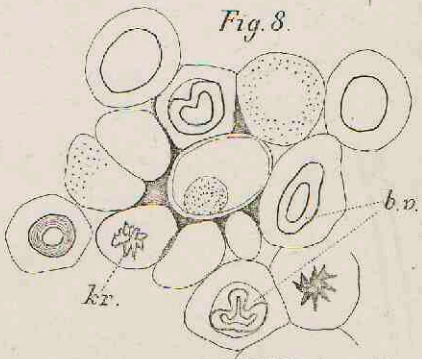


Fig. 8.



FRANCKEN AD NAT. DEL.

Lith. D.W.G. Groot. Utr.

Fig. 10.

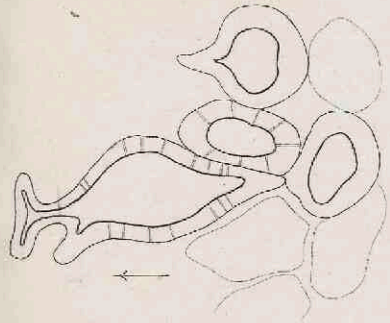


Fig. 13.

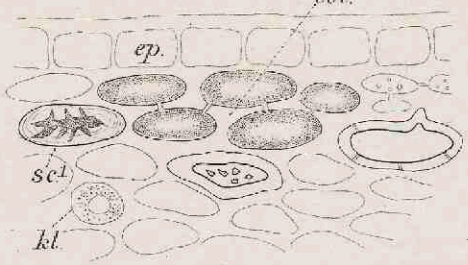


Fig. 11.

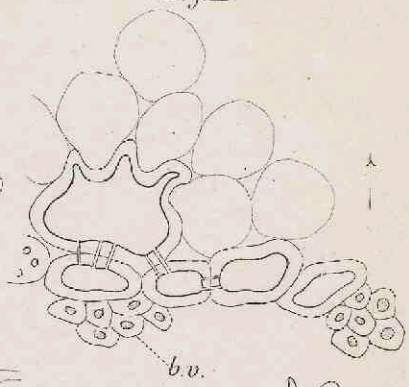


Fig. 14.

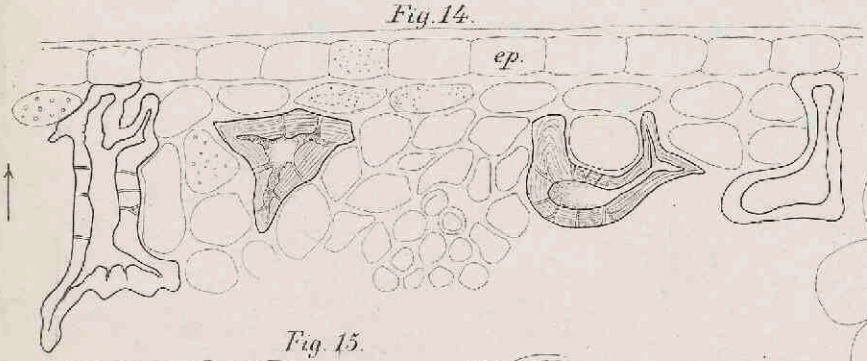


Fig. 17.

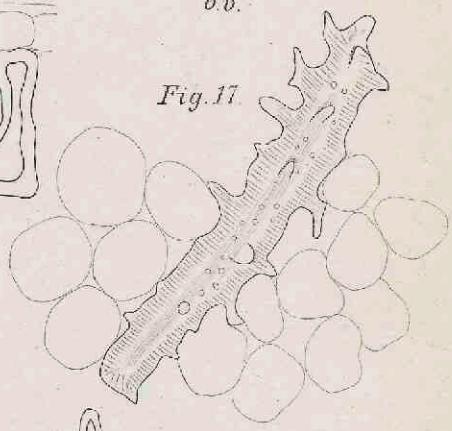


Fig. 15.

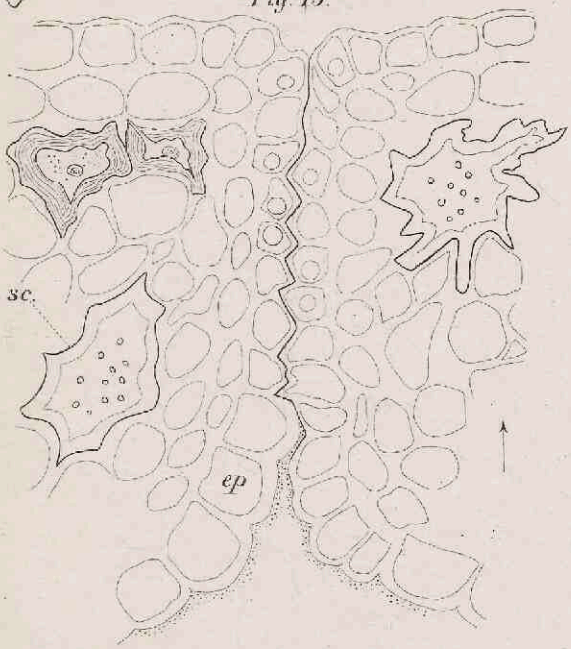


Fig. 12.

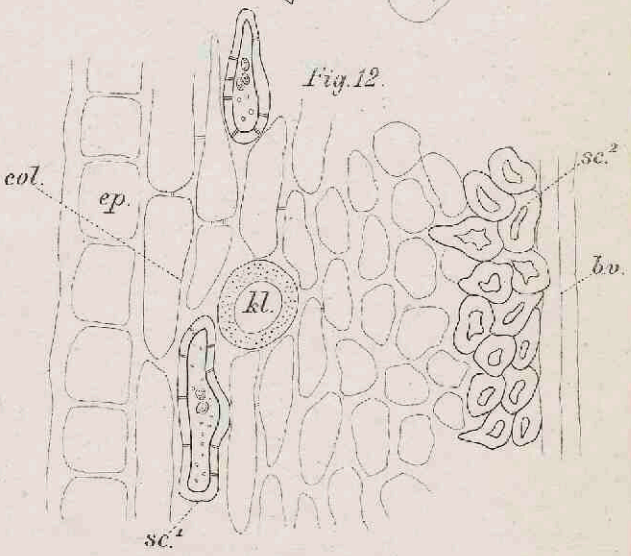


Fig. 16.

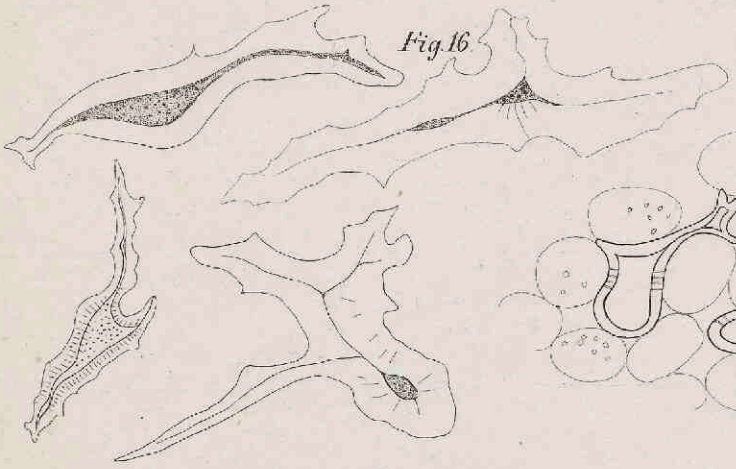
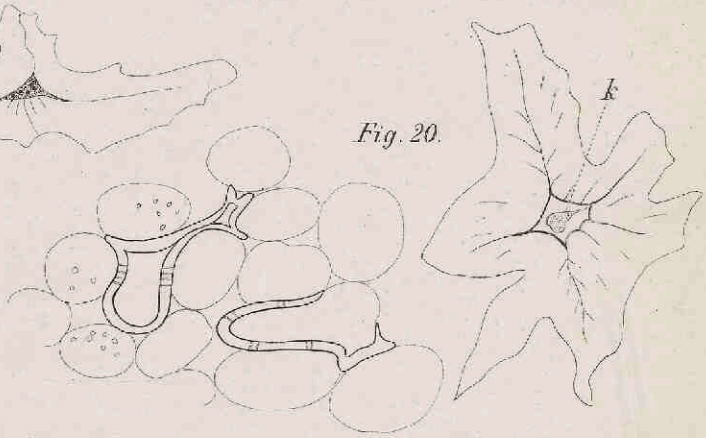


Fig. 20.



FRANCKEN AD NAT. DEL.

Lith. D.W.G. Groot. Utr.

Fig. 19.

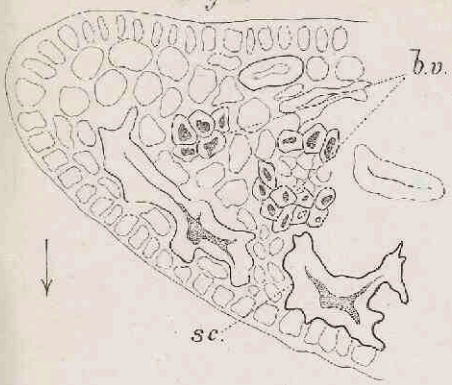


Fig. 22.

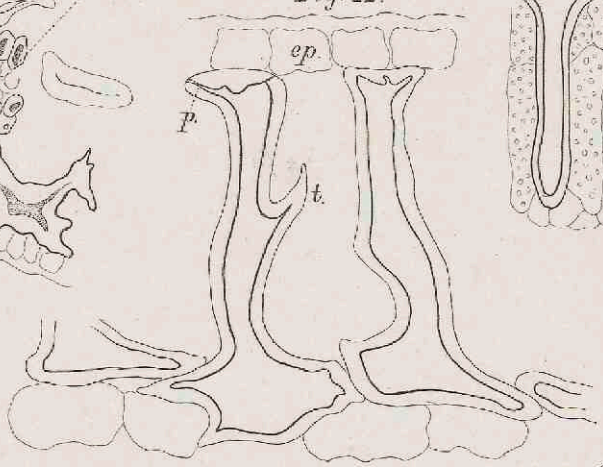
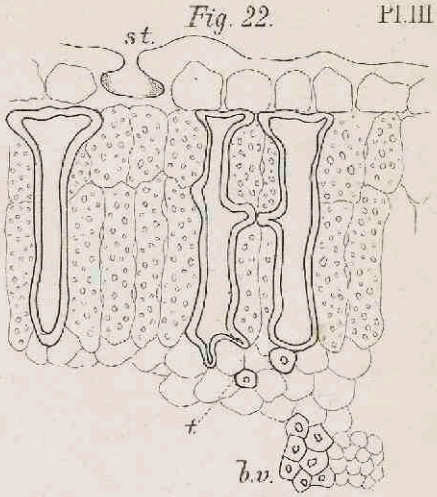


Fig. 22.



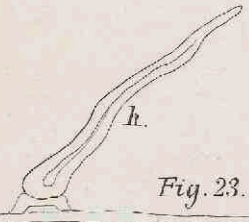


Fig. 23.

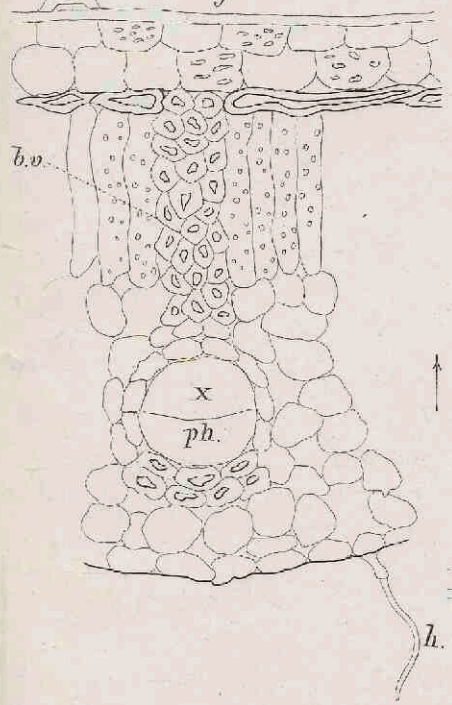


Fig. 26.

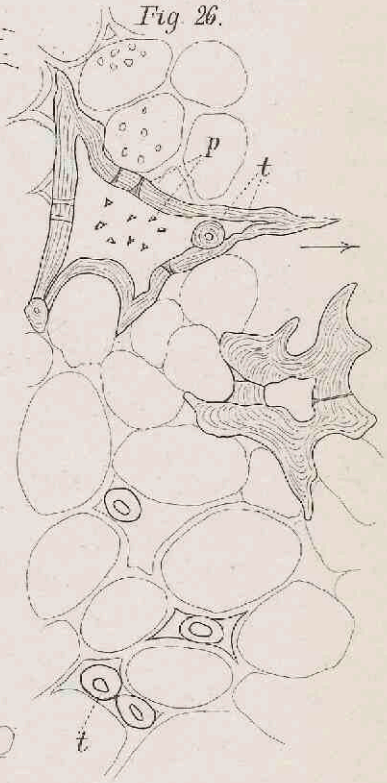


Fig. 18.

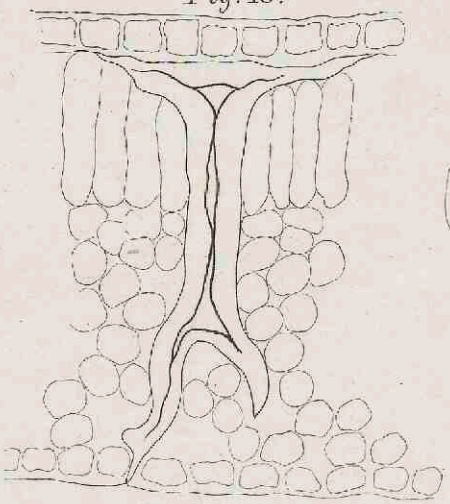


Fig. 24.

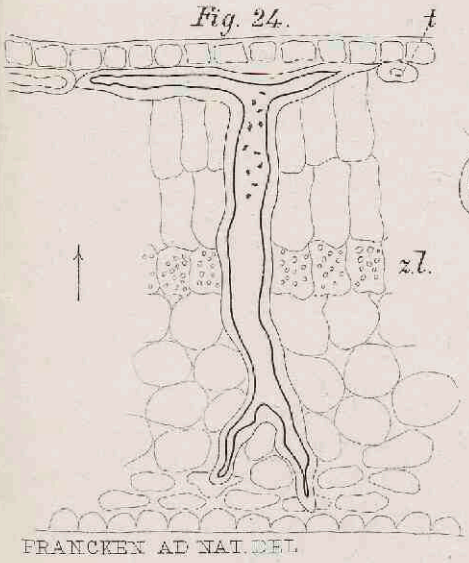


Fig. 21.

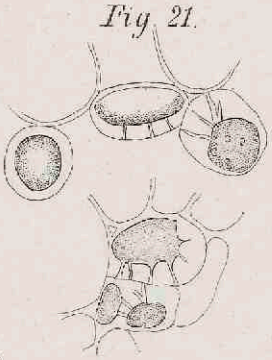
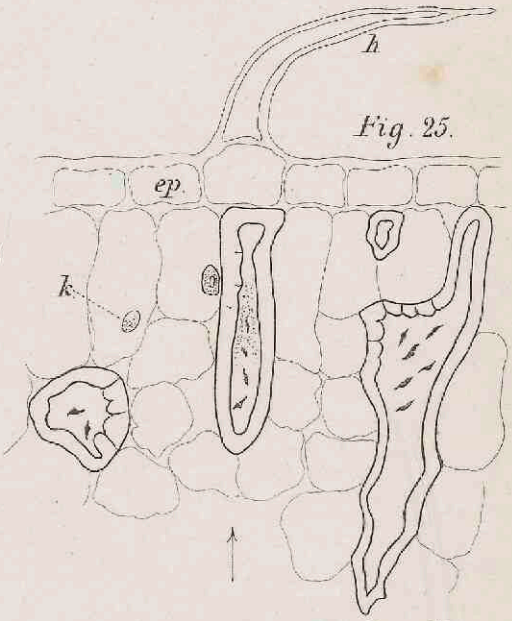


Fig. 25.



FRANCKEN AD NAT. DEL.

Lith. D.W.G. Groot. Utr.