



Het wezen der lenticellen en hare verspreiding in het plantenrijk

<https://hdl.handle.net/1874/253046>

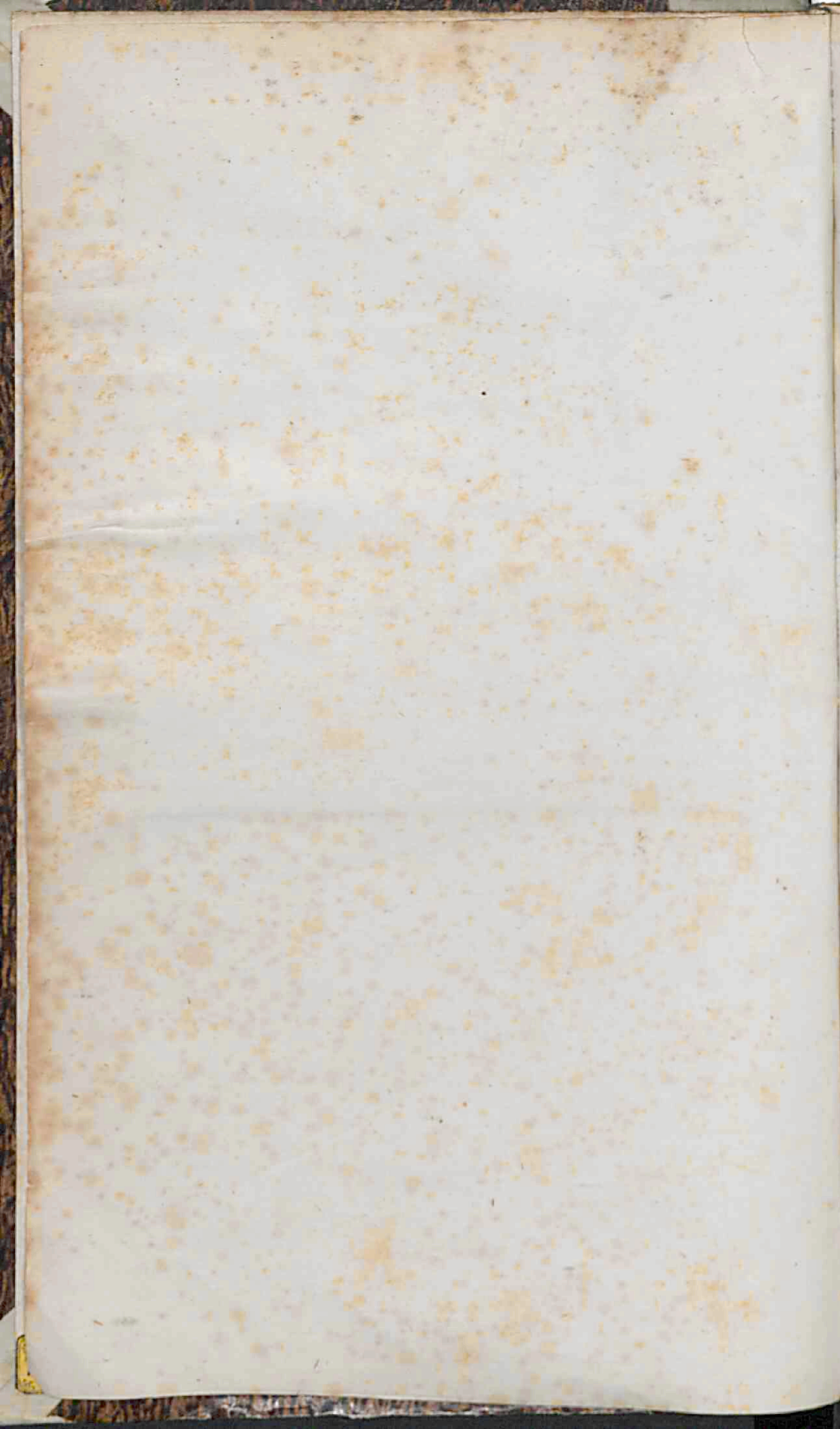
ma
raj.
6



A. qu.

192

1. Costerus, J. C. Het wezen der lenticellen en hare verspreiding in het plantenrijk. *Acad. proefschr.* Utr., 1875. A. qu. 192
2. Grothe, A. W. C. Th. Over hervallen in en herhalen van misdrijf. *Acad. proefschr.* Utr., 1875. A. qu. 192
3. Waller, G. Electro-therapeutische beschouwingen en waarnemingen, gedaan op de Polikliniek te Amsterdam. *Acad. proefschr.* Amst., 1875. A. qu. 192
4. Planten, H. J. De desquamatieve pneumonie. *Acad. proefschr.* Utr., (1875.) A. qu. 192
5. Verlinden, L. M. J. Een geval van sarcoma alveolare, als oorzaak van osteopsathyrosis. *Acad. proefschr.* Amst., (1875.) A. qu. 192
6. Achterberg, C. E. Het fideicommissum residui volgens de Nederlandsche wetgeving. *Acad. proefschr.* Utr., 1875. A. qu. 192
7. Kapteyn, J. C. Onderzoek der trillende platte vliezen. *Acad. proefschr.* Barnev., 1875. A. qu. 192
8. Rambonnet, L. H. De bewijsmiddelen van den burgerlijken staat der personen. *Acad. proefschr.* Utr., 1875. A. qu. 192



1875-76

I, 1

Rechtou E. H. C. Grennis

Aug 192

HET WEZEN DER LENTICELLEN

EN

HARE VERSPREIDING IN HET PLANTENRIJK.

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT



1171 6689

HET WEZEN DER LENTICELLEN

EN

HARE VERSPREIDING IN HET PLANTENRIJK.

Academisch Proefschrift

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE,

AAN DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT,

NA MACTHIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

D^R. C. H. C. GRINWIS,

GEWÖON HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE,

MET TOESTEMMING VAN DEN ACADEMISCHEN SENAAAT

EN

VOLGENS BESLUIT VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE,

TE VERDEDIGEN

op Dinsdag 4 Mei 1875, des namiddags te 3 uren,

DOOR

JAN CONSTANTIJN COSTERUS,

GEBOREN TE SNEEK.



UTRECHT,
L. E. BOSCH & ZON.
1875.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO



AAN

MIJN PLEEGVADER,

D^r. A. DE JONGH,

DANKBAAR OPGEDRAGEN.

Bij het verlaten der Academie betuig ik mijn hartelijken dank aan de Professoren der philosophische faculteit voor hetgeen zij tot mijne vorming hebben bijgedragen.

Dankbaar gedenk ik ook de lessen van wijlen de Professoren Miquel en Hoek. Aan de vriendschappelijke aanmoediging van Prof. Miquel heb ik te danken dat ik liefde voor de studie der Botanie gekregen heb.

In het bijzonder gevoel ik mij verplicht aan Prof. Harting en Prof. Rauwenhoff, met wie mijne studiën mij in de laatste jaren het meest in aanraking brachten.

U, Hooggeleerde Rauwenhoff, ben ik dank verschuldigd voor de bereidwilligheid, waarmede gij op U genomen

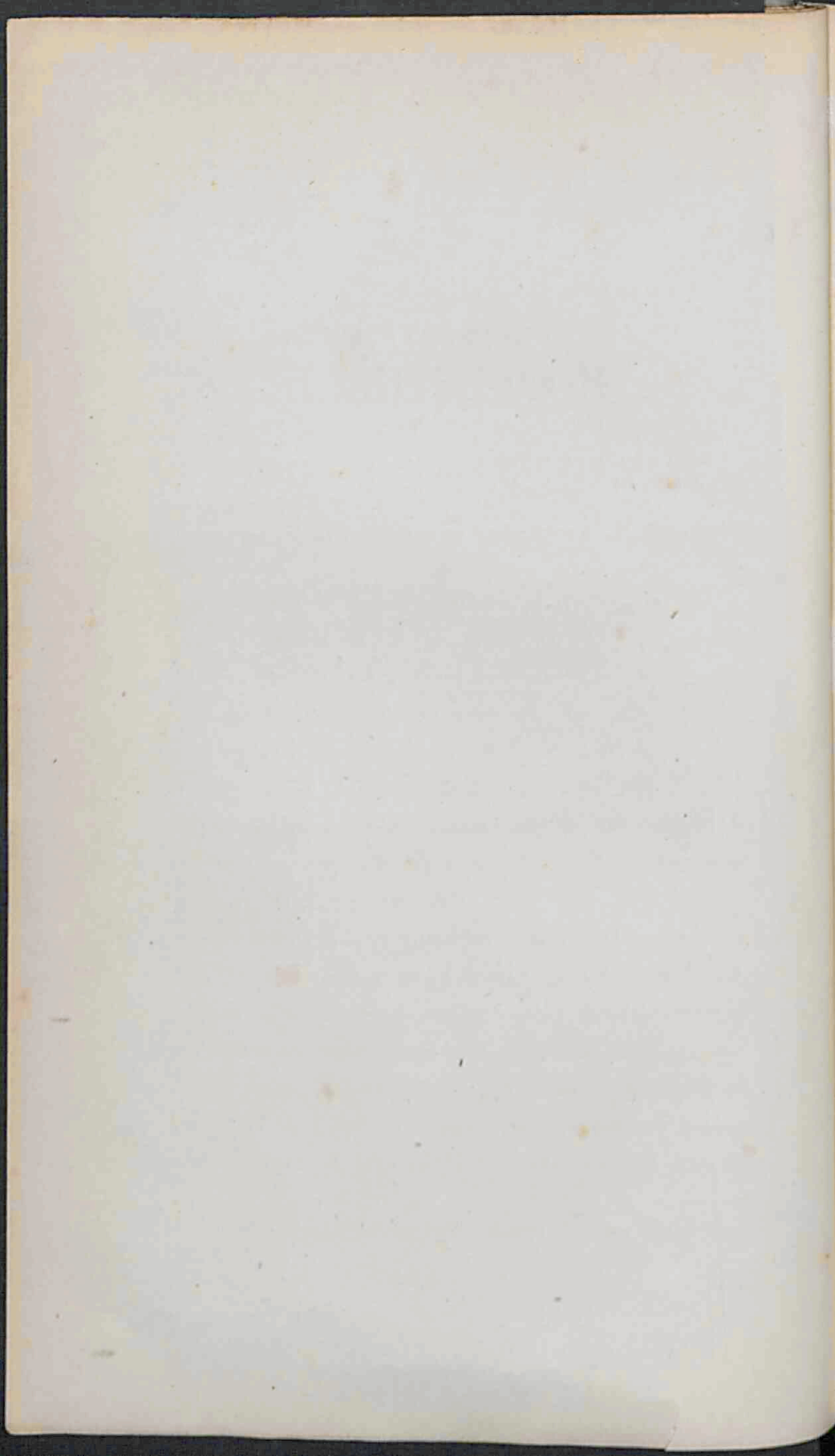
hebt, mijn promotor te zijn, en de zorg en hulpvaardigheid, met welke gij mij bij het schrijven van mijn proefschrift hebt bijgestaan;

U, Hooggeleerde Harting, voor de zeer door mij gewaardeerde raadgevingen, zoo dikwijls van U ontvangen.

U, waarde ambtgenooten, Dr. C. Bellaar Spruijt en Dr. J. L. Hoorweg, breng ik mijn dank voor de krachtige hulp, die gij mij bij het nemen van eenige proeven bewezen hebt.

INHOUD.

Hoofdstuk I. Geschiedkundig Overzicht	p. 1.
Hoofdstuk II. Verspreiding en ontwikkeling der lenticellen.	
<i>a.</i> Dicotylen.	p. 16.
<i>b.</i> Monocotylen	p. 20.
<i>c.</i> Cryptogamen.	p. 34.
Hoofdstuk III. Physiologische en morphologische betekenis der lenticellen.	p. 40.
Hoofduitkomsten van het onderzoek	p. 57.
Verklaring der figuren.	p. 59.



HOOFDSTUK I.

GESCHIEDKUNDIG OVERZICHT.

Aan de oppervlakte van vele stengels en wortels komen ellipsvormige in de lengte of in de breedte gerekte lichaampjes voor, die men om hun verschil met wratten, doornen enz. met een eigen naam bestempelt en sinds langen tijd (1826) onder den naam van lenticellen kent. Voor zoover uit de geschiedenis blijkt, zijn ze eerst in de vorige eeuw uit een botanisch oogpunt onderzocht; het was namelijk Guettard, die in de *Mémoires de l'académie des sciences* van 1745 zijne waarnemingen daarover meedeelde. Hij komt in dit opstel tot het besluit, dat zij dienen tot afscheiding van vochten, en beide verrichting en vorm wenschende uit te drukken, noemt hij de lichaampjes „glandes lenticulaires”. Vele jaren bleef de kennis der lenticellen op deze hoogte staan, terwijl niemand er zich verder om bekommerde, totdat in het jaar 1809 een Fransch botanist, Du Petit-Thouars ¹⁾, de volgende mee-

1) A. Aubert du Petit-Thouars, *Essais sur la végétation* 1809. p. 222.

ning uitsprak: „Ils (les pores corticaux) paroissent destinés à entretenir une communication entre la partie amylacée ¹⁾ et l'air extérieur.” Du Petit-Thouars gebruikt in plaats van het woord „lenticellen” den term „pores corticaux”, eene benaming die in het laatste, over dit onderwerp verschenen opstel (van Stahl) weder in bescherming is genomen en met „Rindenporen” vertolkt. In eene Hollandsche vertaling van de *Eléments de Botanique* van Achille Richard vindt men het woord „schorsporiën,” maar daar in den zin van stomata gebruikt. Hoe vernuftig deze verklaring van de verrichting der lenticellen moge zijn, vindt men echter niet den weg aangegeven, volgens welken Du Petit-Thouars daartoe gekomen is.

Geheel anders klinkt de uitspraak van A. P. De Candolle ²⁾, die 17 jaren later op duidelijke wijze betoogt, dat lenticellen niets anders dan wortelknoppen zijn, welke slechts in gunstiger omstandigheden behoeven geplaatst te worden om werkelijk tot wortels uit te groeien. Stelt men takken op wier oppervlakte lenticellen zichtbaar zijn (De Candolle gebruikte bij voorkeur *Salix*soorten) in water, dan ziet

1) Hieronder verstaat de schrijver eene laag, die men ziet wanneer men de epidermis en de groene schors heeft weggenomen; hij beschrijft ze als eene „couche également continue, mais sèche, blanche et formée de petits grains qui paroissent détachés les uns des autres. Je ne sache pas” voegt hij er bij, „qu'on ait fait jusqu'à présent beaucoup d'attention à cette substance, qui remplit cependant une fonction très-importante.” l. c. pag. 20.

2) *Annales des sciences natur.* 1826. T. VII. pag. 5.

men, volgens hem, na weinige dagen uit de holte der lenticellen worteltjes te voorschijn komen. Hoe sprekend dit bewijs ook scheen, vertrouwde de nauwgezette Hugo von Mohl ¹⁾ de resultaten, door De Candolle uit zijne proeven afgeleid, niet. Wel zag hij de bedoelde wortels uitgroeien, maar niet uit de lenticellen. Integendeel toonde hij overtuigend aan, dat de wortels met het houtlichaam van den stengel zijn vergroeid en uitsluitend daarin hun oorsprong hebben, terwijl zij, voor den dag komende, de schors naar buiten drijven en eindelijk doen bersten en zodoende eene verhevenheid doen ontstaan, die veel op eene lenticel gelijk. Wat de lenticellen dan wel zijn, laat Mohl in deze verhandeling onbeslist; voorloopig acht hij het voldoende, de bewering van De Candolle te niet gedaan te hebben en belooft hij later in een afzonderlijke verhandeling over de ware natuur der lenticellen mededeelingen te zullen doen.

Het aangekondigde opstel verscheen reeds in 1836 ²⁾. In hetzelfde jaar kwam nog een ander stuk „Ueber die Bedeutung der Lenticellen” van Unger ³⁾ uit, zoodat bijna tegelijkertijd de belangrijke vraag, die eigenlijk geheel onbeantwoord was gebleven sedert het geschrift van Du Petit-Thouars, van twee kanten werd toegelicht.

Beide stukken hebben ontegenzeggelijk groote verdiensten; want al verwondert men zich over de vreemde

1) Sind die Lenticellen als Wurzelknospen zu betrachten? in Flora 1832 en Verm. Schr. p. 229.

2) Untersuchungen über die Lenticellen in Verm. Schr. p. 233.

3) Flora 1836. p. 577.

voorstellingen, waartoe Unger zich laat voeren, proeft men uit sommige uitspraken, dat hij in vele opzichten een dieper blik in het voorkomen en de verrichting der lenticellen geslagen heeft dan zijn tijdgenoot. Zoo zegt Unger, waar hij over het voorkomen der lenticellen spreekt, dat zij voornamelijk (niet uitsluitend) op Dicotyle boomen worden aangetroffen. Alle ¹⁾ andere schrijvers sluiten de Monocotyle planten uit; van die van den tegenwoordigen tijd zegt alleen Stahl ²⁾, (over wiens geschrift later): „so wäre es dennoch möglich, dieselben an den Stämmen der periderm-bildenden Monocotylen aufzufinden.”

Verder spreekt Unger duidelijk uit, dat het ontstaan van lenticellen eenigermate met het ademhalingsproces samenhangt, terwijl hij in een kort bericht van het volgende jaar (Flora 1837) mededeelt, dat de lenticellen van sommige planten zich onder een stoma vormen. Tegenover deze goede aanwijzingen staan vele zeer bedenkelijke uitspraken. Unger trekt namelijk een parallel tusschen lenticellen en sorediën, broedknoppen

1) De eenige schrijver van ouder datum, die de aanwezigheid van lenticellen bij Monocotyledonen aanneemt, is, voor zoover ik weet, Ernst Meijer, (die Metamorphose der Pflanze in „*Linnaea*” Band VII, A°. 1832 p. 401). Toch ben ik na het lezen van dit aan kunsttermen rijke stuk niet overtuigd dat deze schrijver de bedoelde schorsproducten gekend heeft. Uit alles blijkt namelijk, dat Meijer alleen de op den stengel voorkomende wortelknoppen met den naam van lenticellen heeft betiteld. Vermoedelijk zal hij dus, met voorbijgang van de ware lenticellen, uitsluitend het oog hebben gericht op die verhevenheden van den stengel (zoowel van Mono- als van Dicotyledonen), waaruit later wortels voor den dag komen.

2) Bot. Zeitung. 1873. pag. 616.

en sori (Staubgrübchen). „Am Unverhülltesten” gaat hij voort, „zeigt sich die Bedeutung der Lenticellen unbezweifelt in den Brutknospen der Jungermanniën und man könnte somit hievon die Veranlassung nehmen, die Lenticellen für Versuche zu erklären, die Brutknospenbildung auf die Rinde der Dicotyledonen fortsetzen zu wollen.”

Geheel anders is het stuk van Mohl. Eigenlijk gezegd schrijft deze aan de lenticellen geenerlei functie toe; hij bepaalt zich dan ook bij het opnoemen van een groot aantal planten, waaraan deze organen voorkomen, en beschrijft vrij nauwkeurig hunne ontwikkelingswijze en levensduur. De groote gelijkenis hunner samenstellende deelen op kurkcellen brengt Mohl tot de uitspraak, dat lenticellen het product eener partiëele kurkvorming zijn. Het hoofdverschil meent hij te moeten zien in de plaats, waar echte kurk en waar lenticellen gevormd worden. Eerstgenoemde zou uit de buitenste, de andere daarentegen uit de binnenste schorslaag geboren worden.

Dit feit, waartegen niets te zeggen valt, heeft alleen betrekking op die planten, welke lenticellen voortbrengen, zoolang zij in het bezit eener ongeschonden opperhuid zijn. Overweegt men hierbij, dat de schors dikwijls uit twee lagen bestaat, een buitenste en een binnenste, en dat laatstgenoemde de andere onder de ademholte doorbreekt, dan verwondert men zich, dat Mohl die plaatsen niet als ademholten herkend heeft. Tevens vervalt daarmede het voornaamste verschil tusschen de elementen van kurk en lenticel.

Opmerkelijk is het zeker ook, dat Mohl, die evenals Unger vele en langdurige onderzoekingen over deze vraag gedaan heeft, niet ontdekte dat lenticellen op wortels voorkomen. Ook ontzegt hij ze aan Monocotylen, Cryptogamen en die planten, welke de buitenste peridermlagen of bovendien meer inwendig gelegen deelen door korstvorming verloren hebben. Werkelijk verliest een stengel op die wijze zijne lenticellen, maar zooals Stahl 't eerst heeft aangetoond, worden ze door andere vervangen. Mohl heeft na zijne verhandeling van 1836 het hier besproken onderwerp laten rusten; latere mededeelingen van zijne hand hieromtrent zijn ten minste mij niet bekend. Unger daarentegen heeft nog meermalen van zich laten hooren, waar het de lenticellen geldt. Zoo noemt hij in 1838 lenticellen geoblitereerde respiratieorganen, in welke zich een uitgroeiselsel vertoont, als het ware eene gedeeltelijke kurkvorming. Toch voegt hij er dadelijk weer bij, dat de bedoelde cellen eene neiging tot los worden hebben (wat inderdaad het geval is), die aan eenvoudige knoppen doet denken. Later, in 1840 en 1843 ¹⁾ komt hij nog meer tot de zienswijze van Mohl en noemt hij lenticellen gedeeltelijke uitgroeiselen van het periderma, in vorm gelijkende op wratachtige verhevenheden. Mohl kreeg dus ten slotte gelijk en niets is

1) Men vindt deze beweringen van Unger in zijne «Aphorismen zur Anat. u. Phys. der Pfl. p. 16. A°. 1838, in zijne verhandeling: Ueber den Bau u. das Wachsthum des Dicotyledonen-Stammes, A°. 1840 en in de in vereeniging met Endlicher uitgegeven: Grundzüge der Botanik.

natuurlijker, dan dat de meeste schrijvers zijne resultaten in hunne boeken hebben overgenomen. Evenwel is dit niet zoo algemeen gedaan als men pleegt te gelooven. Trécul herinnert kortelijk, welke stemmen zich verheven hebben voor de meening van Mohl en welke plantkundigen zich bij die van andere onderzoekers hebben aangesloten. Schleiden b. v. zegt in zijne *Wissenschaftliche Botanik* II pag. 208, dat de lenticellen veroorzaken dat de stam bij uitzetting opensplijt en zodoende de krachtig groeiende deelen der schors met de lucht in aanraking brengen.

Adrien de Jussieu (*Botanique* 1865) beweert, dat door middel van de lenticellen „l'écorce peut mettre ses couches les plus intérieures en rapport avec l'air, après que les stomates ont cessé leurs fonctions par la disparition de l'épiderme”.

Schacht (*Lehrbuch der Anat. u. Phys.* I p. 295) en P. Duchartre (*Eléments de Bot.* I pag. 161, 1866) zijn het weder geheel met Mohl eens.

Ook Mercklin (*Ueber Periderma und Kork von Betula alba*, Bull. de l'Ac. de St. Pétersbourg VII p. 295—311, 1864) schijnt meer de zienswijze van Mohl dan die van Unger te deelen. Hij zegt ten minste, dat de lenticellen in geen geval met stomata in betrekking staan, daar deze in de opperhuid van den berk ontbreken.

Het zou vrij nutteloos zijn, in het breede de weinig gevestigde meeningen van andere schrijvers aangaande dit vraagstuk te beschouwen. Alleen een drietal onder-

zoekingen, die alle hare eigenaardige verdienste hebben, behooren hier meer uitvoerig te worden vermeld.

De eerste is van Germain de Saint-Pierre ¹⁾. Ofschoon het aan den voet dezer bladzijde aangehaalde werk eerst in 1870 het licht zag, blijkt toch dat de schrijver reeds in 1849 een onderzoek aangaande de lenticellen had ingesteld. Onder zijne uitkomsten vind ik o. a. de volgende stellingen: 1°. de stomata staan in geene betrekking tot de lenticellen; 2°. het celweefsel, waaruit de lenticellen bestaan, droogt van buiten naar binnen toe uit, en op het eind van een jaar is dit weefsel in zijn geheel omvang uitgedroogd; 3°. eene lenticel is eene plaatselijke woekering van het weefsel onder de opperhuid, zoowel van de kurklaag als van de groene parenchymlaag. Haar ontstaan wordt bepaald door het voor den dag komen van het weefsel, dat onder de opperhuid is gelegen op een punt waar de opperhuid een verlies heeft geleden door de vernietiging van een gedeelte, dat in den vorm van een stekel of haar is weggenomen; 4°. de lenticellen zijn te beschouwen als bewerksters van spleten, die dienstig zijn om den stengel niet in zijn diktegroei tegen te gaan.

Dat de derde stelling niet van algemeene geldigheid is, blijkt uit de verhandeling van Trécul, wiens resultaten straks volgen. Hierin vindt men opgeteekend, dat bij *Sambucus nigra* behalve lenticellen, kleine kurkachtige verhevenheden

1) E. Germain de St. Pierre, Nouveau Dictionnaire de Botanique 1870. in voce.

voorkomen, die niet onder een stoma schijnen te ontstaan, maar blijken voortgebracht te zijn door de wijziging van het weefsel der verschrompelde basis van afgevallen haren. Bovendien worden zij geboren boven plaatsen waar het periderma den stengel reeds omgeeft ¹⁾). Stahl zegt naar aanleiding van dien regel eenvoudig, dat Germain de Saint-Pierre lenticellen en afgestorven haren verwacht. Ik zelf ben in de gelegenheid geweest b. v. bij *Philodendron cuspidatum* (p. 27) optemerkten, dat de aanleg van lenticellen volkomen onafhankelijk is van het afsterven der wortelharen.

Behalve deze onjuistheden vinden wij ook eenige feiten vermeld, die door latere berichten bevestigd zijn, zooals het voorkomen van lenticellen op wortels, vruchten enz. Doch evenals bij Unger en zelfs nog in veel sterkere mate dan bij hem, verwonderen wij ons bij dezen schrijver over het slot zijner verhandeling, waarin gezegd wordt: „Les gonidies des Lichens peuvent jusqu' à un certain point être assimilées à des lenticelles: dans ce cas, le tissu cellulaire est doué d'une force réproductive qui fait de ces organes de véritables bulbilles. Enfin, les bulbilles qui naissent accidentellement sur les feuilles de certaines Monocotylédones, et qui ont pour origine une hernie du tissu cellulaire sous-épidermique, ont une analogie incontestable avec les lenticelles.”

Het is Trécul, ²⁾ die in 1871 een stuk gepubliceerd heeft, waarin hij met kracht de theorie van Mohl wil

1) Een dergelijk verschijnsel doet zich bij *Habrothamnus scaber* voor.

2) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. 73. p. 16.*

bestrijden, en zich voorstelt om de door Du Petit-Thouars en Unger voorgestane meeningen weder ingang te doen vinden. Lijnrecht tegenover de beweringen van Germain de St.-Pierre stelt hij, dat lenticellen in de meeste gevallen onder één of meer stomata gevormd worden. Dit feit en het verschil, dat tusschen ware kurkcellen en de elementaire bestanddeelen van lenticellen bestaat, en verder de omstandigheid dat onder een lenticel het groene parenchym rijkelijker dan elders ontwikkeld is, doet Trécul besluiten in de lenticellen ademhalings-organen te zien. Toch meent hij, dat dit niet haar uitsluitende verrichting kan zijn, maar dat ze ook dienen om blootgelegde plaatsen van de schors te beschermen, en onwillekeurig komt Trécul door deze uitspraak weer nader tot Mohl's meening, welke eene lenticel als eene partiëele kurkvorming beschouwt.

De volledigste van alle verhandelingen over het onderwerp in quaestie is die van Stahl. ¹⁾ Behalve dat deze een groot aantal planten heeft onderzocht, waardoor algemeene beschouwingen meer gewettigd zijn, waagt hij het bovendien, lenticellen op planten en deelen van planten te zoeken, waar geen botanist ze tot nog toe had willen erkennen. Daar dit belangrijke stuk ieder kruidkundige gemakkelijk in handen kan komen, is het voldoende aan te wijzen, welken weg Stahl heeft ingeslagen en tot welk besluit hij gekomen is. Vooreerst toont hij door vele

1) Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen von E. Stahl, Botanische Zeitung 1873. N°. 36—39.

voorbeelden, dat elke lenticel onder een stoma ontstaat. Hij stelt zich de zaak zóó voor, dat eenige collenchym- en groene parenchymcellen, die de ademholte begrenzen, in deeling overgaan en eindelijk eene laag (Verjüngungsschicht) vormen, welke naar buiten en naar binnen, evenals phellogeen, elementen afzet; de buitenwaarts afgezette zijn de bestanddeelen der lenticel (Füllzellen), de andere zijn te vergelijken met phelloderma. Naderhand, wanneer ook de peridermvorming aangevangen is, vereenigen zich phellogeen en voedingslaag der lenticellen, zoodat dan ook gene aan de vergrooting der lenticellen kan medewerken. Ditzelfde geschiedt bij eenige door Stahl (eveneens reeds door Trécul) vermelde planten, wier lenticellen ieder afzonderlijk onder meer dan één stoma, b. v. onder een groepje van 1—5 (*Juglans regia*) of 1—9 (verscheidene *Populieren*) gevormd worden.

Als tweede hoofdpunt van Stahl's verhandeling komt het ontstaan van lenticellen uit het phellogeen ter sprake. Voor het eerst verneemt men hier, dat in stengels, die reeds van een vrij dik kurkhulsel zijn voorzien, nog lenticellen kunnen geboren worden, en wel ten koste van een deel van het phellogeen. Aanvankelijk als kleine stipjes zichtbaar, nemen ze zóó in omvang toe, dat ze eindelijk het periderma doorbreken en met de buitenlucht in aanraking komen. En dat deze afwijkende wijze geen uitzondering in het plantenrijk is, wordt ons bewezen door den regel, dien Stahl uit zijne onderzoekingen

afleidt: dat o. a. bij vele gewassen, waar de kurk diep onder de oppervlakte ontstaat en bij zoodanige, die, zooals de Plataan, het periderma in bladen afwerpen, de lenticellen gevormd worden in de vormlaag van het periderma. Niet minder gewichtig is de mededeeling, dat bij verschillende Abies-soorten de lenticellen onder de inhechtingsplaats der bladen worden aangelegd en eerst na het afvallen van deze tot normale ontwikkeling geraken.

Een van de belangrijkste feiten door Stahl vermeld en voor hem een sterke steunpilaar zijner theorie is de periodieke opening en sluiting der lenticellen. Deze sluiting wordt eenvoudig bewerkstelligd, doordien tegen het naderen van den winter door de vormlaag cellen worden voortgebracht, die eng aan elkander sluiten, zoodat daardoor de gaswisseling tusschen de plant en hare omgeving geheel wordt buitengesloten. In de lente daarentegen worden deze polyedrische cellen door den krachtigen aandrang van rondachtige elementen op zij gedrukt, ten gevolge waarvan het verband met de buitenlucht hersteld wordt.

Ook over het verdere lot en over den ouderdom der hier behandelde organen worden duidelijker beschouwingen gegeven, dan vroeger het geval is geweest. Planten, die lenticellen bezitten, vertoonen ze gedurende haar geheele leven, 't zij altijd dezelfde, die alsdan een hoogen ouderdom kunnen bereiken, 't zij nieuw gevormde, die eerst ontstaan, wanneer de oudere door het afschilferen van het periderma verdwenen zijn.

Vat men al deze resultaten thans samen en weet men

daarbij, dat even goed op wortels ¹⁾ als op stengels lenticellen gevonden worden, dan moet men met den schrijver tot het volgende besluit komen: „de plaats van ontstaan, het algemeene voorkomen zoowel op wortels als op stengels, de standvastige vernieuwing op die plaatsen, waar ze door korstvorming verloren geraakt waren, laten in deze lichamen voor het leven der boomen gewichtige organen vermoeden. Hunne physiologische beteekenis laat zich reeds afleiden uit de in het sublenticellaire phellogen derma rijkelijk voorhanden lucht, die door de intercellulaire ruimten van de vormlaag en van de „Füllsubstanz“ met de atmosfeer in verbinding staat.”

Proeven, die later nog zullen vermeld worden, hebben den genoemden schrijver volkomen in zijne onderstelling bevestigd. Al is het waar, dat vroegere schrijvers vermoed en gedeeltelijk uit onderzoekingen hebben afgeleid, dat lenticellen ademhalingsorganen zijn, vinden wij toch bij geen hunner zulk een overvloed van bewijzen voor die stelling als bij Stahl. Voor zoover ik weet, zijn de resultaten van het hier besproken stuk gedurende de 1½ jaar, waarin het aan het botanisch publiek ter kennismaking ligt aangeboden, nog niet door nieuwe onderzoekingen bevestigd, ofschoon reeds gebleken is uit het oordeel van meer dan één schrijver, dat

1) Stahl p. 612, l. c. verzekert dat alle planten, wier stengels met lenticellen zijn voorzien, ze ook op de wortels dragen. Ook in den „Dictionnaire de Botanique“ wordt van wortel-lenticellen gesproken. Volgens Stahl heeft een Italiaansch kruidkundige, Gibelli, ze nauwkeurig beschreven.

ze gunstig worden opgenomen; zoo laat b. v. Sachs zich in de voorrede van de 4^e editie van het Lehrbuch der Botanik er over uit, het betreurende dat de resultaten niet meer in zijn werk konden worden opgenomen. Ook in de vergadering der Société de botanique de France van den 23 Januari 1874 ¹⁾ is nog discussie over dit onderwerp gevoerd, naar aanleiding van een brief van Alph. De Candolle aan den Algemeenen Secretaris. — Terwijl Germain de St. Pierre zich bepaalde tot eene herinnering aan zijne vroegere beschouwingen, in zijn Dictionnaire de botanique bekend gemaakt (zie boven, bl. 8), en daarop nog eenmaal in de zitting van 13 Februari 1874 schriftelijk terug kwam, beweerde De Candolle, reeds in 1835 als vermoeden te hebben uitgesproken, dat lenticellen en stomata een overeenkomstigen oorsprong zouden hebben, welke meening dus door de onderzoekingen van Stahl zou bevestigd worden. Hiertegen nu kwam Duchartre op met het betoog, dat volgens De Candolle de oorsprong der lenticellen in de opperhuid, volgens Stahl in de parenchym-cellen, welke de ademholte begrenzen, zou te zoeken zijn. Geen dezer natuuronderzoekers heeft echter de uitkomsten van Stahl proefondervindelijk getoetst. Ik heb daarom gemeend, geen overbodig werk te verrichten, wanneer ik door eigen onderzoek de juistheid er van naging. Gelijk in 't vervolg zal blijken, onderschrijf ik

1) Bulletin de la Société botanique de France. Tom. XXI. 1874. Comptes rendus. No. 1, p. 6 en 32.

in hoofdzaak de meening van Stahl, ofschoon ik een eenigszins anderen weg bewandeld heb.

De overweging toch, dat lenticellen onmisbare diensten moeten bewijzen aan de stofwisseling van houtige stengels en wortels, wanneer Stahl's theorie waar is, bracht mij tot de gevolgtrekking, dat haar voorkomen algemeen moet zijn, en dat dus die Monocotylen en Cryptogamen, wier stengels en wortels door periderma van de buitenlucht zijn afgesloten, ze vermoedelijk wel niet zullen ontberen, als middelen om in direct verband met de buitenlucht te staan. Het is mijn streven geweest, niet bij een groot aantal planten lenticellen op te sporen — daartoe ontbrak mij de tijd, en bovendien zou dit weinig nut opleveren — maar alleen het door Stahl uitgesproken denkbeeld nader te toetsen, dat zij algemeen in het plantenrijk worden aangetroffen. Veel blijft er nog te onderzoeken over, en gaarne zou ik een grooter deel van die taak op mij genomen hebben. Verschillende omstandigheden drongen mij echter, om mij bij het thans volgende, dat als specimen inaugurale voldoende moge zijn, te bepalen.

HOOFDSTUK II.

VERSPREIDING EN ONTWIKKELING DER LENTICELLEN.

A. DICOTYLEN.

Ofschoon door Trécul en Stahl beide de lenticellen der Dicotylen met zorg zijn nagegaan en de door hen vermelde resultaten als genoegzaam bewezen mogen worden aangemerkt, zoo is het in een geschrift, dat over deze organen handelt, niet overbodig, ook eigene waarnemingen daaromtrent mee te deelen. Toch zullen eenige weinige voldoende blijken te zijn. Ik heb mij daarbij ten doel gesteld zooveel mogelijk aan andere planten dan de door Stahl gebruikte, de juistheid der gewonnen resultaten te onderzoeken.

Eene Solanee, *Habrothamnus scaber Hort.*, die in 't begin van dit jaar krachtig groeide, bood door het bezit van lenticellen in alle ontwikkelingstoestanden (op den stengel), een gewenscht materiaal voor onderzoek aan. De jongste internodia zijn met een dicht haarkleed bezet,

hetwelk naar de oudere deelen toe allengs afneemt, daar de opperhuid zelve bij het ouder worden hare sappen verliest. Reeds met het bloote oog bemerkte men dat de epidermis, behalve haren, tweeërlei lichaampjes draagt, waarvan de eene soort als lenticellen, de andere als wratachtige verhevenheden herkend worden. Beider ontwikkeling heb ik nagegaan, omdat hier vooral de voorstelling van Germain de Saint-Pierre, als zoude de eerste aanleg der lenticellen onder haren zichtbaar zijn, kan blijken al of niet met de waarheid te strooken. Mijne bevinding was deze: dat bij het uitdroogen en bruin worden der haren tevens eenige weinige van de naastbij gelegen opperhuidscellen (dikwijls 2 à 3) deze zelfde verandering ondergaan. Tegelijkertijd hiermede verkrijgen de aangrenzende schorscellen tusschenschotten, evenwijdig aan de as des stengels, waarna zij zich somtijds op dezelfde wijze nog meer naar binnen toe verdeelen. Door deze cellen, die zich alleen naar buiten kunnen uitzetten, ontstaat een kleine verhevenheid. Gewoonlijk nemen zeer weinig cellen aan de samenstelling van zulk een wrat deel, in de meeste gevallen zijn het 4, 5 of 6 (op de dwars-doorsnede), maar het getal kan stijgen en geen zeldzaamheid is het, wanneer het tusschen de 10 en 20 bedraagt. Laatstbedoelde veelcellige wratten hebben bij oppervlakkige beschouwing groote gelijkenis met lenticellen, hoofdzakelijk hierdoor dat een paar der gewijzigde opperhuidscellen voor den aandrang der inwendig gelegene wijken en zoo eene opening

vormen, die aan een ademholte met sluitcellen of aan een kleine lenticel doet denken. Intusschen zijn de elementen van de wrat grooter, donkerder gekleurd en vooral vaster aan elkaar verbonden; het duidelijkst wordt het onderscheid, als men ziet, dat een vormlaag in verreweg de meeste gevallen (bij oudere altijd) ontbreekt, en dat het onder de wrat gelegen weefsel de voor alle lenticellen karakteristieke luchtstrepen mist.

Na deze uitweiding kan de ontwikkelingsgeschiedenis der lenticellen volgen. Door de wratten van het spoor gebracht, slaagde ik er aanvankelijk niet in, het door Stahl bij andere Dicotylen gevondene te constateeren. Nog een andere omstandigheid voegde zich hierbij, namelijk dat de stomata vrij schaars op den stengel voorkomen. Van daar, dat er een groot aantal dwarse doorsneden noodig was om eene ademholte te treffen, zoowel eene geheel normale als eene waarin de verandering van de haar begrenzende cellen begonnen was. Beide vond ik, en om nog zekerder te zijn, zocht ik zeer jonge lenticellen op en sneed er tangentiaal het buitenste laagje af. Werkelijk vond ik op den top twee sluitcellen met de spleetopening; onder haar waren reeds talrijke cellen omhoog gedrongen. De verdere ontwikkeling was nu gemakkelijk te volgen. Nadat de cellen, welke de ademholte begrenzen, een bruinachtige tint hebben aangenomen, vertoont zich weldra onder haar een vormlaag, en hoewel het phellogeen reeds hier en daar zichtbaar is, ontstaat zij zelfstandig; eerst later vloeien beide weefsels te zamen. De

omvang van de vormlaag neemt langzamerhand toe, terwijl ze voortgaat cellen naar buiten af te snoeren. Deze laatste stuiten eindelijk op de opperhuid, welke zij doorbreken, om daarna een bruine, weinig samenhangende massa aan de oppervlakte van den stengel te vormen. Of de onderzochte plant ook lenticellen doet ontstaan, nadat de stengel zich met een periderma bedekt heeft, is mij niet bekend; in de vele doorsneden van één- en tweejarige takken zag ik alleen de epidermis naar buiten omgekruld, een bewijs dat de lenticel onmiddellijk onder haar is gevormd geworden en niet diep onder het periderma, omdat in dat geval vele kurklagen eveneens naar buiten gedrongen zouden zijn ¹⁾.

Als tweede voorbeeld heb ik de ontwikkeling der lenticellen bij *Hibiscus phoeniceus* L. onderzocht en hier in hoofdzaak hetzelfde als bij de vorige plant aangetroffen. De volwassen organen bestaan uit verscheiden lagen, die buiten den stengel gedrongen een grooteren samenhang vertoonen dan gewoonlijk pleegt te geschieden. Daarbij is de uitgedroogde massa, van boven beschouwd, cirkelrond, 't geen veroorzaakt wordt doordat de vormlaag reeds in jeugdigen toestand zich in alle richtingen aanzienlijk en in gelijke mate uitbreidt. Wat den levens-

1) Hieruit volgt niet, dat, wanneer vele periderma-lagen zijn omgebogen, de vormlaag onder deze moet ontstaan zijn, eenvoudig omdat een vormlaag, die in het 1ste jaar alleen de opperhuid van één heeft doen splijten, in het 2e jaar in omvang kan toegenomen zijn en dan een druk op het in dien tusschentijd gevormde periderma kan uitoefenen, die met scheuring en ombuiging eindigt.

duur der lenticellen betreft, kwam het mij voor, dat ze zeer lang blijven bestaan, waarschijnlijk wel zoolang als de plant zelve. Dat ik hier niet met zekerheid kan spreken, is het gevolg van de groote kostbaarheid der plant, waardoor het moeielijk werd de oudste deelen van den stam aftesnijden. Een phelloderma, bestaande uit 4 à 5 lagen groote chlorophylhoudende cellen, vertoont zich onder het phellogeen en de vormlaag beide. Jammer is het, dat Mohl deze plant niet nader onderzocht heeft. Als kenmerkend onderscheid tusschen de elementen van periderma en die van lenticellen geeft hij op, dat eerstgenoemde door deeling van de buitenste (collenchym) laag, de andere uit het daaronder gelegene groene parenchym geboren worden. Bij *Hibiscus* vindt men onmiddellijk onder de opperhuid een paar rijen chlorophylhoudende cellen en daaronder collenchym. Zoowel kurk als lenticel vormen zich ten koste van het buitenste d. i. groene weefsel.

Evenals bij de twee voorgaande planten vond ik dat bij *Ampelopsis hederacea DC.* en bij *Sambucus nigra L.* de aanleg der lenticellen in de ademholte plaats vindt, terwijl preparaten, vroeger door Prof. Rauwenhoff ter bestudeering van de kurkvorming gemaakt, hetzelfde bij *Viburnum Lantana L.* en *Tilia grandifolia Ehrh.* deden zien.

Om de andere uitkomsten van Stahl nategaan, koos ik *Salisburia adiantifolia Sm.* en *Abies pectinata DC.* Ofschoon Stahl's afbeeldingen van de lenticellen van

Salisburia (Ginkgo) volkomen met mijne preparaten overeenstemmen, ben ik, wat de ontwikkeling dier deelen aangaat, nog niet volkomen van de juistheid der geveene voorstelling overtuigd, en hoop ik in een daarvoor gunstiger seizoen in de gelegenheid te zijn, om dit punt nauwkeuriger nategaan. Insgelijks moet het oordeel omtrent *Abies pectinata* tot een geschikteren tijd worden opgeschort. Later ben ik nog in de gelegenheid geweest, om het ontstaan van lenticellen uit het phellogeen bij *Fagus sylvatica L.* en *Pinus Strobus L.* waartemenen op doorsneden, mij welwillend door Prof. Rauwenhoff ten gebruike afgestaan.

B. MONOCOTYLEN.

De tijd van het jaar (Nov. 74), waarin ik mijne onderzoeken begon, hoe ongunstig schijnbaar, is mede aanleiding geweest, waarom ik mij niet heb behoeven te beperken tot het nagaan van Stahl's resultaten, maar het onderzoek heb moeten uitstrekken tot die planten, op welke men tot heden toe geene lenticellen had aangetoond. Bezigt zijnde met het opsporen van voorwerpen uit de Dicotyle planten, werd ik toevallig op merkzaam op een *Philodendron Selloum C. Kch.*, die krachtige luchtwortels van allerlei ouderdom bezat. Een daarvan droeg een lichaampje, dat bijzonder veel met eene lenticel, althans in vorm, overeenstemde. Ik vroeg mij af, of Monocotylen die organen kunnen bezitten en toen

mij dit op zich zelf niet onmogelijk voorkwam en ik mij daarbij herinnerde, dat ook Stahl ¹⁾ de mogelijkheid daarvan aannam, zich grondende op een dergelijk verschijnsel bij *Dracontium pertusum* (*Monstera Adansonii* S.), toen besloot ik als eerste deel mijner taak een uitvoeriger onderzoek in die richting aan te vangen. Weldra vond ik meer planten, die, even als *Philodendron Selloum*, lenticellen bezitten en het is hare geschiedenis, waarmede ik deze mededeelingen ga beginnen.

Als eerste voorbeeld kies ik *Tornelia fragrans* *Gutier.* In volwassen toestand gelijken de lenticellen zeer op die van de Dicotylen: in het midden een bruine massa, die weinig vooruit springt, aan weerszijden een opstaande rand. Fig. 1, die eene dwarse doorsnede van zoodanige lenticel voorstelt, toont verder, dat de opstaande randen en de binnenste stof uit geheel verschillende elementen bestaan. De laatstgenoemde (a) wordt gevormd uit polyedrische cellen, welke kleine tusschenruimten openlaten, en hier en daar tot vrij lange zwarte strepen of intercellulaire luchtkanalen vereenigd zijn; de opstaande randen daarentegen vertoonen omgeslagen deelen van het periderma, dat een veel steviger maaksel bezit, aangezien de dikwandige cellen volkomen aan elkander sluiten. Op eene tangenciale doorsnede komt het onderscheid zeer duidelijk aan den dag. Fig. 2 is de

1) l. c. p. 616.

afbeelding van een paar cellen der lenticel in deze richting gezien, fig. 3 van die van het periderma.

Meer binnenwaarts gaat het phellogeen (fig. 1) (*d*) bijna onmerkbaar over in een ander deelingsweefsel (*b*), 't welk de lenticel bestendig van nieuw materiaal voorziet. Kortheidshalve heb ik den daarvoor gebruikten term van Stahl (Verjüngungsschicht) door „vormlaag” overgezet, ofschoon de opmerking niet mag verzwegen worden, dat dit woord een zeer algemeene beteekenis heeft en evengoed op vele andere deelingsweefsels kan worden toegepast. Eene goede vertaling van het woord „Füllzellen” is mij nog niet gelukt; „opvullingscellen” is te lang en klinkt niet goed.

Het hier beschreven maaksel past echter niet op alle lenticellen derzelfde plant. Integendeel is het veel gemakkelijker zoodanige te vinden, die, behalve de gewone cellen, eene reeks van elementen vertoonen van ongeveer denzelfden bouw als vele peridermcellen en even nauwkeurig aan elkaar sluitende (fig. 5). Uit deze twee hoofdvormen laten zich de andere gemakkelijk afleiden en op de volgende wijze beschrijven. De elementen eener lenticel zijn gerangschikt in afwisselende lagen van rondachtige, weinig samenhangende cellen (*a*) en andere van dikwandige, stevig verbonden elementen (*a'*). Vindt men meer lagen dikwandige cellen bijeen, dan zijn deze alle, of op ééne na alle, doorbroken. Blijkbaar hebben wij hier te doen met weefsels van verschillenden ouderdom en, in overeenstemming met hetgeen Stahl van

Dicotylen vermeldt ¹⁾, kan men zich de zaak duidelijk maken door aantemen, dat de vormlaag begint met het voortbrengen van dunwandige cellen (*a*) en later een tweede laag van dikwandige (*a'*) afscheidt. Dan volgt weder een laag zooals de eerste; en daar deze zich krachtig ontwikkelt, moet de voorgaande bersten. Zoo gaat het steeds voort, en op die wijze zullen oude lenticellen een groote menigte afwisselende lagen kunnen bezitten. In het laatste hoofdstuk, waarin over de physiologische en morphologische beteekenis der lenticellen gesproken wordt, zal tevens het nut dezer inrichting worden herdacht. Evenals de structuur, vertoont ook de ontwikkeling dezer organen eigenaardigheden. De eerste aanleg heeft plaats, wanneer het phellogeen reeds eenige cellenrijen heeft afgesnoerd (fig. 6). Men ziet alsdan te midden van de meer naar binnen gelegen cellen tangentiale deelingswanden en in die gedeelde cellen (*b*) tegelijkertijd eene aanzienlijke kleurverandering. Een grens tusschen deze ontstaande vormlaag en het phellogeen is niet duidelijk en deze omstandigheid, vereenigd met hetgeen Stahl omtrent het ontstaan der vormlaag bij *Salisburia* mededeelt, zou pleiten voor de stelling dat gene uit het kurkcambium gevormd wordt. Toch leert de ondervinding dat deze stelling moeielijk voltehouden is, vooral wanneer men nagaat, dat de tangentiale deelingen zich ver naar binnen uitstrekken en zichtbaar zijn in cellen, die in

1) l. c. p. 597.

vorm en andere eigenschappen volkomen met de overige chlorophyllhoudende cellen der schors ¹⁾ overeenkomen, 't geen stellig niet het geval zou zijn, wanneer zij deelingsproducten van het kurkcambium waren. Niet onmogelijk is het, dat beide, phellogeen en schors, invloed op het ontstaan der vormlaag uitoefenen. De verdere groei laat zich gemakkelijk begrijpen met behulp van fig 6. Duidelijk is hier reeds de drukking van de vormlaag op het periderma optemerken. Daardoor begint de kurklaag dunner te worden en eene bolle oppervlakte te vertoonen, eindelijk wordt de aandrang te hevig, er ontstaat een spleet, en weinig tijd daarna vertoont zich de lenticel als in fig 1. De geheele wijze van ontstaan en ontwikkeling heeft vele punten van overeenkomst met hetgeen Stahl omtrent *Salisburia* en vele andere gewassen vermeldt; toch is de plaats, waar in beide gevallen de eerste aanleg eener lenticel zichtbaar wordt, niet dezelfde; bij *Salisburia* ontstaat de vormlaag midden in en door deeling van de phellogeencellen, bij *Tornelia fragrans* is in het lager gelegen parenchym 't zij uitsluitend, 't zij hoofdzakelijk de oorsprong van het bedoelde weefsel te zoeken.

Sommige schrijvers hebben beweerd, dat lenticellen haar ontstaan te danken hebben aan een eenvoudige kurkwoekering, welke zelve wordt veroorzaakt door eene spleet of eenige andere verwonding in de opperhuid of in de

1) Onder schors worden hier en in 't vervolg verstaan de buitenste parenchymlagen onder de opperhuid.

schors. De luchtwortels van *T. fragrans* bieden ons de gelegenheid aan, om nog op een andere wijze over de waarheid dezer bewering te oordeelen. Daartoe behoeft men slechts eene dwarssnede van zulk een spleet te beschouwen, om dadelijk het groote verschil tusschen beide in te zien. Vooreerst loopt hier de phellogeenlaag nagenoeg onveranderd onder de wond heen, ten tweede hebben de elementen van het naar buiten gedreven weefsel veel meer overeenkomst, zoowel in vorm als in grootte, met die van het periderma, en ten derde mist men hier de voor het sublenticellaire weefsel karakteristieke luchtstrepen. Om alle mogelijkheid van verwarring op te heffen, vergelijkte men fig. 4, waar een tangentiale doorsnede der bedoelde wond geteekend is, met fig. 2 en 3 ¹⁾. Ditzelfde in het oog loopende verschil heb ik, overal waar ik er bijzonder op gelet heb, even duidelijk teruggevonden.

Verscheiden andere Aroideën zijn in het bezit van lenticellen, die een eenigszins anderen ontwikkelingsgang vertoonen. 't Zijn voornamelijk *Philodendron*-soorten, die ik uit dat oogpunt heb nagegaan; van eene der soorten moge eene uitvoeriger beschouwing hier hare plaats vinden. *Ph. cuspidatum* *C. Kch.* heeft luchtwortels, die overal waar zij met vaste lichamen in aanraking geweest

1) Tevens kan men bij fig. 2 opmerken, dat het streven naar afronding en isoleering, dat Unger tot eene vergelijking van lenticellen met broedknoppen, enz., deed besluiten, niet alleen bij de vorming van voortplantingscellen gevonden wordt; vgl. Sachs Lehrbuch der Botanik, 4e editie, p. 9.

zijn, eene menigte van wortelvezels dragen. Fig 7 is genomen naar een dwarse doorsnede van een jong worteltje; de opperhuid (*e*), welke uit zeer groote cellen bestaat, steekt daardoor merkbaar tegen het inwendige weefsel af. Hier en daar evenwel zijn die cellen minder door grootte in het oog vallend, terwijl een nauwkeuriger beschouwing leert, dat dit verschijnsel het gevolg is van plaatselijke uitzettingen van het schorsweefsel. Inderdaad worden op verschillende punten der doorsnede enkele cellen door tangentielle en radiale tusschenschotten verdeeld en de hierdoor ontstane woekering (*b*) oefent een drukking op de opperhuid uit, waardoor deze in peripherische richting wordt uitgerekt, maar aan dikte verliest. Op een ouder stukje is deze celvermenigvuldiging nog verder voortgegaan en ziet men tengevolge daarvan op verschillende punten der doorsnede breede vlakken, die steeds grooter kunnen worden door de voortdurende deeling der binnenste rijen; de oudste verliezen dat deelvermogen en worden langzamerhand naar buiten geschoven. Opmerkelijk is het, dat deze laatste al aanstonds een bruine kleur evenals periderma-cellen hebben aangenomen, zelfs in de jongste toestanden. De volgende figuur (fig. 8) vertoont de celwoekeringen bezig met het doorbreken van de opperhuid; de wortelharen (*w*), die nog in verdroogden toestand aanwezig zijn, bewijzen de onjuistheid der voorstelling van Germain de St. Pierre. (vgl. p. 8). De laatste toestand (fig. 9) is die, waarin de opperhuid is doorbroken en het te voren inwendige weefsel aan

het licht komt; de buitenste cellen (*a*) zijn in het begin nog vast aan elkander verbonden, maar de voortdurende aandrang van nieuwe, naar buiten komende elementen is oorzaak, dat dit verband wordt opgeheven en de oppervlakte der lenticel na dien tijd uit los aaneenhange cellen bestaat. Blijkens het medegedeelde, mogen dus al de boven beschreven celdeelingen beschouwd worden als beginselen van lenticellen. In 't eerst kwam mij dit vreemd voor, en bracht mij tot het vermoeden, dat ze de inleiding eener periderma-vorming zouden zijn. Maar juist het feit, dat in den oudsten luchtwortel, dien ik kon bemachtigen, geen kurkomhulsel aanwezig was, bewijst dat al die celwoekeringen bij voortgaanden groei eindigen met eene naar buiten tredende lenticel ¹⁾.

Ook op den stengel dezer plant had ik deze organen wel verwacht; een nader onderzoek intusschen deed zien, dat de bruine lichaampjes, die hier in menigte voorkomen, uitwassen zijn, naar het schijnt, alle door deeling van opperhuidscellen ontstaan.

Vele andere *Philodendron*-soorten vertoonen een vrij stevig periderma en bezitten daarbij in het vormen harer lenticellen eigenaardigheden, die eene afzonderlijke beschrijving alleszins billijken. Bij *Ph. Selloum C. Kch.* bestaat de epidermis uit twee rijen van cellen. Op verschillende punten onmiddellijk onder deze verdeelen zich

1) Later vond ik bij een zeer ouden wortel plaatselijke periderm-vormingen onder de ongeschonden opperhuid, welke echter even goed als onontwikkelde vormlagen van lenticellen beschouwd kunnen worden.

de parenchymcellen door tangentialen tusschenschotten, waarop een radiale groei der dochtercellen volgt. In iets oudere lagen van den wortel heeft zich de deeling voortgezet en eindigt even als bij *Ph. cuspidatum* met eene bersting der opperhuid, waarna de celwoekering als volwassen lenticel te voorschijn treedt. Het is zoo goed als zeker, dat de op deze wijze gevormde organen later alle door periderma worden afgesnoerd; meermalen vond ik daarvan de sporen. Dit verschijnsel wordt verklaard door de plaats der phellogeenlaag, welker eerste begin in de 5^e of 6^e cellenrij, van den omtrek afgerekend, wordt waargenomen. Alles wat daar buiten ligt, wordt van de levende, vochthoudende organen van den wortel afgesloten en verdroogt dientengevolge weldra. Toch kan het aantal lenticellen bij het ouder worden van den wortel stijgen, daar de schors bij herhaling door het vrij dikke periderma heenbreekt. Daarbij schijnt het phellogeen niet werkzaam te zijn en uitsluitend het daaronder liggende weefsel zich te deelen en eene verhevenheid te vormen. Deze verhevenheid oefent natuurlijk een zekere drukking op het periderma uit, die dikwijls zoo aanzienlijk is, dat het daardoor plaatselijk omhoog gelicht wordt. Dwarse doorsneden, waarop het periderma met de phellogeenlaag van het overige weefsel was afgescheurd, bewezen ten duidelijkste, dat de later doorbrekende lenticel wordt aangelegd in het schorsweefsel alleen en niet in dit te zamen met het phellogeen. Dit neemt intusschen niet weg, dat sommige phellogeencellen aan de latere vergrooting der

lenticel deelnemen, evenals dat bij *T. fragrans* het geval bleek te zijn.

Ph. bipennifolium S. De dwarse doorsnede van een jongen luchtwortel dezer plant (fig. 10) doet een paar rijen zeer sterk verdikte cellen (g) zien, gelegen tegen de binnenzijde der opperhuid. De laag, die daarop naar binnen toe volgt, is de zetel van celdeelingen, zoowel ten dienste van een toekomstig periderma als van aanstaande lenticellen, ofschoon in 't laatste geval nog meer cellenrijen medewerken. Het algemeene resultaat is, dat ook hier vòòr en na het optreden van periderma lenticellen kunnen geboren worden op gelijke wijze als bij de voorgaande soort. Evenwel biedt deze plant op de oppervlakte harer wortels nog lichtroodgekleurde verhevenheden aan, die in sommige gevallen zeer veel op lenticellen gelijken, zonder het nochtans te zijn. Wanneer namelijk het periderma eenige dikte verkregen heeft, gebeurt het niet zelden, dat het door een of ander toeval (door bersten op eene verwijderde plaats b. v.) van het buitenwaarts gelegen weefsel (nam. opperhuid en twee rijen verdikte cellen) losraakt, waardoor eene uitwendig gesloten tusschenruimte ontstaat. Alsdan nemen de buitenste kurkcellen (p) een bruine kleur aan en woekert de phellogeenlaag zoodanig, dat de geheele (lensvormige) ruimte met dergelijke bruine en los aaneenhangende cellen gevuld wordt¹⁾. Op die wijze ontstaat eene verdikking

1) In de beschreven ruimten worden de peridermacellen onder een veel geringere drukking dan gewoonlijk afgesnoerd; opmerkelijk is het voorzeker, dat die cellen minder stevig samenhangen en ook een andere gedaante bezitten.

op het periderma, die in vele punten met een ware lenticel overeenstemt. Maar het verschil met haar is hierin gelegen, dat het phellogeen later slechts nauw aaneensluitende elementen voortbrengt, die het eerstgevormde weefsel weldra vaneen doen scheuren en alsdan de oppervlakkige gelijkenis nog sterker doen uitkomen. De roode strepen, die in dwarse richting op de oppervlakte der wortels zijn uitgebreid, zijn dus ruimten tusschen epidermis (met de meergemelde cellenrijen) en het periderma, in welke lensvormige ruimten zich een celweefsel bevindt met veel lucht. De donkerroode bruinachtige kleur van den geheelen uitwendigen wortel moet op die plaatsen noodzakelijk in een lichtere tint overgaan.

Zoowel wat de anatomische samenstelling van den wortel als de eigenschappen der lenticellen aangaat, geldt voor *Ph. cardiophyllum C. Kch.*, hetzelfde als wat voor de zooveen beschreven soort is medegedeeld.

Hetzelfde kan wellicht van *Ph. cannaefolium Mart.* gezegd worden; maar omdat ik bij deze plant over een zeer beperkt materiaal had te beschikken, kon ik de lenticellenvorming alleen waarnemen bij zeer jeugdige wortels en kan vooralsnog niet beslist worden of hier periderma gevormd wordt en hoe zich de lenticel te dien opzichte gedraagt.

Een andere soort, *Ph. Imbé S.*, vertoont het optreden der lenticellen vòòr en na de peridermavorming weder zeer in het oog vallend.

De laatste soort, die ik van dit geslacht onderzocht, was

Ph. crassinervium Ldl. Schijnbaar is het getal der lenticellen hier zeer groot, maar de eenige reden van dezen schijn is, dat de wortel zich sterk vertakt en dus overal verhevenheden veroorzaakt, welke grootelijks met die organen overeenkomen. Vooral wanneer die verhevenheden door de bijwortels zijn opengedrukt, kan men zich levendig voorstellen, dat De Candolle lenticellen voor onontwikkelde wortelknoppen aanzag. Het onderzochte exemplaar nu groeide niet zeer welig en vertoonde het verschijnsel, dat de bijwortels spoedig afstierven en afbraken op de plaats, waar zij uit den hoofdwortel waren voortgekomen. Er waren op dezen dus tal van verhevenheden aanwezig, die den vorm van lenticellen bedriegelijk nabootsten. Daar bovendien het aantal echte lenticellen gering is op deze plant, ging er meer tijd dan gewoonlijk met het opsporen dezer organen voorbij. Het bleek nu, dat reeds dicht bij het punctum vegetationis een phellogeenlaag wordt aangelegd, die niet volkomen is, maar integendeel slechts hier en daar op de dwarse doorsnede gezien wordt. Zoowel onder deze als onmiddellijk onder de epidermis deelt zich op enkele plaatsen het schorsweefsel in een groepje van cellen, hetgeen iets later als volkomen lenticel te voorschijn komt. Toch moet hier worden bijgevoegd, dat de omvang van al de gevonden lenticellen, vergeleken met die van andere planten, gering te noemen is, en deze omstandigheid vereenigd met het kleine aantal dier organen doet vermoeden, dat de dampkringslucht langs andere wegen in den wortel geraakt,

en wel waarschijnlijk door die plaatsen, waar de talrijke bijwortels door de opperhuid dringen.

Na *Philodendron* moeten nog vier planten derzelfde familie vermeld worden, die om dezelfde reden zijn onderzocht; het zijn *Tornelia dilacerata* S. en soorten van *Anthurium*. Eerstgenoemde wijkt, wat de ontwikkelingswijze der lenticellen betreft, zoozeer van *T. fragrans* af, dat zij niet tegelijk met deze kon besproken worden. Het volgende werd daaromtrent bekend. Reeds op geringen afstand van den worteltop deelen zich de buitenste schorscellen door tangentiale tusschenschotten, waardoor in de richting van den omtrek een los samenhangend kurkweefsel wordt afgezet. Alleen op enkele punten der doorsnede is die verdeeling te bespeuren. Of men hier met den aanleg van periderma of met dien van lenticellen te doen heeft, is moeielijk uit te maken. Eenige der ontstane strooken breken door de epidermis heen, maar even vele blijven er onder verborgen. Dit is natuurlijk alleen zichtbaar op iets oudere deelen. Neemt men nog weer oudere, dan is aan de binnenzijde der beide soorten van strooken eene laag van verdikte cellen toegevoegd. De toetreding van de buitenlucht, die te voren ongehinderd doorging, wordt door deze laag bijna geheel tegengehouden; misschien kan door de opperhuid nog iets binnendringen, maar zeker te weinig voor de behoeften der plant. Iets later ten minste blijken die schorswoekeringen, welke reeds door de opperhuid waren heengebroken, maar thans door verdikte cellen zijn gesloten, voortgegaan te zijn met

groeien, en wel zoo, dat eerst eenige lagen van dunwandige, daarna eenige van dikwandige cellen gevormd worden en zoo vervolgen. De later ontstane doen telkens de voorgaande scheuren. Hierdoor wordt de strook beurtelings geopend en gesloten (even als de lenticellen van *T. fragrans* e. a.). Eerst nu is het onderscheid tusschen de aanvankelijk gelijke weefsels duidelijk geworden; beide hebben een eigen karakter gekregen, het eene gekenmerkt door reeksen van dikwandige gelijke, het andere door dikwandige en dunwandige, dus ongelijke cellen, nog versterkt door de eigenaardige luchtstrepen in het geheele orgaan. Belangrijk is zeker het feit, dat van twee volkomen gelijke (kurk)weefsels al naar gelang van de omstandigheden het eene in periderma, het andere in lenticellen kan overgaan. Het waargenomene bij *T. dilacerata* doet tevens zien, hoe groot de verwantschap tusschen de producten is en hoe somtijds beide ongemerkt in elkander overgaan. Vooral met het oog op *Anthurium*, waarvan ik de soorten *A. lucidum* *Kth.*, *A. Sellowianum* *Kth.* en *A. fissum* *Hort.* naging, is deze opmerking van gewicht. Deze meestal teere wortels bezitten geen samenhangend periderma; alleen ziet men, op de oppervlakte bruine vlekjes, die zich in doorsnede als plaatselijke kurkwoekeringen voordoen. Ze worden gevoed door eenige binnenwaarts gelegen schors-cellenrijen. Zijn het beginselen van lenticellen of van periderma? Deze vraag heeft mij langen tijd gekweld, want geen van beide bereikt op oudere gedeelten van den wortel eene meerdere volkomenheid.

Ik geloof daarom dat men de zaak juist voorstelt als men zegt, dat de beginnende kurkvorming al naar mate van de behoeften der plant zich kan ontwikkelen òf tot periderma òf tot lenticellen. In de normale omstandigheden blijken de genoemde *Anthurium*-soorten aan geen van beide behoefte te hebben. In het laatste hoofdstuk van dit geschrift vindt men gewag gemaakt van pogingen, om die normale omstandigheden in een bepaalden zin te wijzigen.

C. CRYPTOGRAMEN.

Daar het in 't minst mijne bedoeling niet was, een zoo groot mogelijk aantal planten te onderzoeken, maar alleen de algemeenheid van het voorkomen der lenticellen in de hoofdafdeelingen van het plantenrijk te bewijzen, welke algemeenheid pleit voor hare gewichtige functie, zoo heb ik de *Monocotyledonen* verder laten rusten om een blik te slaan op de *Cryptogamen*, van welke natuurlijk alleen de stamvormende in aanmerking kunnen komen. Met zekerheid heb ik de organen in quaestie herkend bij soorten van het geslacht *Angiopteris*. De overweging dat de stam (met de bases der bladstelen en de daarop voorkomende stipulae) van *Angiopteris* langen tijd voortgroeit, al is hij door een periderma bedekt, leidde noodwendig tot de gevolgtrekking, dat toetreding van dampkringslucht in zijn binnenste onontbeerlijk is. De geheele oppervlakte is bekleed met een zwart omhulsel,

dat hier en daar met ronde en elliptische bruingekleurde vlekken afwisselt. Een dwarse doorsnede door beide bevestigd al dadelijk het vermoeden, dat de bruine vlekken niets anders dan lenticellen zijn. Fig. 11 behoeft nauwelijks toelichting. Gaswisseling kan door middel van die vlekken gemakkelijk plaats hebben en heeft blijkens de luchtstrepen werkelijk op groote schaal plaats; ze hebben dus recht op den naam van lenticellen, ofschoon haar afwijkende gedaante den term geen eer aandoet. In de andere figuur (fig. 12) is de ontwikkelingsgang voorgesteld, welke zeer eenvoudig is. Verschillende preparaten leeren, dat in oude deelen het periderma dun en uit hoogstens 10 cellenrijen opgebouwd is; als kurkcambium fungeeren de lagen d, welke dochtercellen in centrifugale richting voortbrengen. Overal nu, waar een lenticel zal ontstaan, beginnen ook eenige weinige cellen onder het phellogeen zich te deelen; zoo ontstaat een vormlaag, die door phellogeen en schorsweefsel beide aanzienlijk versterkt wordt. De aanwezigheid eener beginnende lenticel maakt zich kenbaar door het optreden van rondachtige cellen (a) tusschen de vormlaag en het periderma. Laatstgenoemd weefsel vertoont zich daarbij aanmerkelijk dunner; en hoe meer de ronde cellen naar buiten dringen, des te meer neemt het periderma in dikte af. Daarbij wordt het ietwat omhoog gedrukt, maar dadelijk moet de opmerking gemaakt worden, dat de veel verhevener knobbeltjes, die zoo menigvuldig vooral op de stipulae voorkomen, wèl de plaatsen zijn, waar de len-

ticellen bij voorkeur doorbreken, maar reeds als zoodanig bestaan, voordat de vormlaag is aangelegd. Wanneer de ronde cellen aan de oppervlakte zichtbaar zijn, kan men de lenticel als voltooid beschouwen; de toename in vlakteuitgebreidheid, die hier al zeer sterk is, wordt bewerkstelligd door het verdwijnen van peridermacellen van de oppervlakte en het daarvoor in de plaats komen van die, welke de steeds voortgroeïende vormlaag buitenwaarts afzet.

Zooals mij later bleek, heeft Prof. Harting reeds in 1853 op dezelfde bruine vlekken den naam lenticellen toegepast ¹⁾. „Ces corpuscules” vindt men op p. 49 der aangehaalde verhandeling, „ont tant d’analogie avec des lenticelles, qu’on observe si souvent sur la tige de plusieurs plantes dicotyles, que je les désignerai par le même nom. Ce sont de petites cavités dans l’épiderme, remplies en partie de cellules desséchées, contenant de l’air, et à parois jaunâtres.”

Deze uitspraak geground op de anatomische samenstelling (niet op de verrichting) is destijds waarschijnlijk niet opgemerkt, wijl toen vrij algemeen de zienswijze van Mohl gevolgd werd en dus het al of niet voorkomen van lenticellen op een bepaalde plant minder belang inboezemde dan thans.

Gaat men van den stam van *Angiopteris* over tot

1) Monographie des Marattiacées suivie de recherches sur l’anatomie et l’histogénie du genre *Angiopteris* etc. par Prof. W. H. de Vriese e Prof. P. Harting. 1853.

de bladen, dan ziet men dat op de bladstelen, vooral op de oudere, groote zwarte vlekken voorkomen, die aan weerszijden, naar boven en naar beneden in een lichtere verheven streep eindigen, welke laatste den indruk maakt, alsof het onderliggende weefsel de epidermis omhoog heeft gedrukt. Het onderzoek wettigt het vermoeden, dat ook deze vlekken niet anders dan lenticellen zijn, maar zoodanige, die in bouw en ontwikkeling een geheel ander karakter dan de zooeven beschouwde vertoonen. Met het oog op het lange leven der bladen kan deze mededeeling geen verwondering wekken, maar wel mag het vreemd heeten dat deze vlekken, welke ieder, die de plant in quaestie zag, zonder twijfel heeft opgemerkt, niet reeds lang als lenticellen zijn herkend.

Beginnen wij den allerjongsten toestand te bestudeeren, om daarna tot meer ontwikkelde op te klimmen. De eerste de beste dwarse doorsnede is geschikt om te doen zien, dat de opperhuid voorzien is van stomata. Uit fig. 13 kan men hun vorm beoordeelen; ook de ademholte is daar nog groot genoeg om aanstonds te worden waargenomen. Meer naar binnen toe (Fig. 16) ligt het grondweefsel en daarin de vaatbundels (*v*); wat onmiddellijk opvalt, is dat laatstgenoemde deelen omgeven zijn door een gesloten cilinder (*i*) van sterk verdikte vezels, welke door 10—15 rijen gewone cellen van de opperhuid gescheiden is. Beschouwt men Fig. 13 nauwkeuriger, dan blijkt de ademholte reeds eenigszins gewijzigd te zijn; een paar der haar begrenzende cellen hebben zich gedeeld

en haar daardoor verkleind. Op een nog ouder deel (Fig. 14) herkent men alleen de sluitcellen; de ademholte is bijkans geheel met chlorophylhoudende cellen gevuld. Maar nog een andere wijziging heeft in den bladsteel plaats gegrepen. Juist onder de veranderde ademholte zijn eenige der zeer verdikte vezels van den genoemden cilinder in omvang toegenomen, maar daarentegen dunner van wand geworden. Hoe ouder de onderzochte bladsteel is, des te meer treedt deze uitzetting aan het licht, en in de oudste bladstelen zijn de cellen onder de ademholte gelijk geworden aan die, welke binnen en buiten den cilinder gelegen zijn. Deze veranderingen houden gelijken tred met die der ademholte en men behoeft bij een dwarse doorsnede van een bladsteel slechts te zien naar de meerdere of mindere continuïteit van den cilinder, om te weten op welke plaatsen zij het sterkst veranderd is. Daar waar de cilinder geheel doorbroken is (Fig. 17), hebben de chlorophylhoudende cellen zich zoo sterk vermenigvuldigd, dat eenige er van naar buiten gedrongen zijn en eene donkerbruine, bijna zwarte kleur hebben aangenomen. Zij zijn uiterst lastig van elkaar te onderscheiden en vormen schijnbaar een homogene laag (*l*), die er niet naar uitziet gaswisseling te begunstigen. Toch zien wij bij zeer sterke vergrooing, dat de cellen rond zijn en tusschenruimten overlaten, groot genoeg om den doorgang van lucht toe te laten. Fig. 15 stelt de volwassen lenticel voor. De vormlaag (*b*), die zich ten koste van de cellen in de ademholte gevormd heeft, is zeer

klein en reeds dit wijst er op, dat de celvermenigvuldiging lang zoo snel en krachtig niet is als in den stam. De daar voorgestelde doorsnede is genomen uit het onderste gedeelte van een zeer ouden bladsteel; de meergemelde cilinder heeft op dien leeftijd een buitengewone hardheid en dichtheid verkregen, en juist nu valt het in het oog, dat de afbreking onder de plaatsen waar zich de lenticellen bevinden, hoogst nuttig zal werken. In de jeugd is de geheele stengel week en minder dicht en overal met normale stomata voorzien; dan dringt de lucht nog gemakkelijk tot het binnenste van den bladsteel door, niettegenstaande dat de cilinder van alle kanten gesloten is.

Ook bij *Angiopteris* komen, behalve lenticellen, plaatselijke kurk (?) weefsels in en onder de opperhuid voor, doch al de genoemde eigenschappen eener ware lenticel zijn meer dan voldoende om haar niet met een dier vormen te doen verwarren.

Bij andere *Cryptogamen* vond ik tot nog toe geene lenticellen.

HOOFDSTUK III.

PHYSIOLOGISCHE EN MORPHOLOGISCHE BETEKENIS DER LENTICELLEN.

Na de algemeenheid van het voorkomen der lenticellen door voorbeelden uit de verschillende hoofdafdeelingen van het plantenrijk te hebben aangetoond, blijft mij nog over, hare physiologische beteekenis te bespreken en tevens een antwoord te geven op de vraag naar hare morphologische waarde. Reeds Stahl maakt melding van een proef, door hem genomen om te weten te komen, of werkelijk door middel van de lenticellen gaswisseling tusschen plant en dampkring bestaat. Hij gebruikte daarvoor eene U-vormige buis, op welker eenen arm hij een tak met lenticellen luchtdicht bevestigde, waarna hij in den anderen arm kwik goot. Door meer kwik bijtevoegen, bracht hij vervolgens de lucht in den anderen arm, en dus ook de lucht in de intercellulaire kanalen van den tak, onder grooter drukking dan die der dampkringslucht. Zijne bevinding was, dat onder deze omstandig-

heden de lucht werkelijk door de schorsopeningen ontsnapte. De hier bedoelde tak evenwel was in den zomer-toestand; ook wilde Stahl weten, of 's winters dezelfde gemeenschap bestaat of niet. Reeds vroeger was hem gebleken, dat de gewone bestanddeelen der lenticellen dan door nauw aaneengevoegde elementen vervangen zijn. Het kwam hem dus waarschijnlijk voor, dat de buitenlucht in dien tijd niet in de plant kan binnendringen. Zijne proeven bevestigden dit; de ingeperste lucht ontweek niet door de lenticellen.

Daar het voor de nieuwe voorstelling aangaande de lenticellen van veel gewicht is, door physiologische proeven te staven wat door de anatomie duidelijk verkondigd wordt, heb ik de proeven van Stahl herhaald en uitgebreid. Vooreerst zijn tot dat einde verschillende stengels en wortels beurtelings luchtdicht aan een pers-pomp bevestigd, waarna de lucht met kracht werd gedreven door de onder water gedompelde plantedeelen. De gebruikte planten waren *Philodendron bipennifolium* (luchtwortel) *Sambucus nigra* (stengels in winter- en zomertoestand) en *Ampelopsis hederacea*. De resultaten waren de volgende: bij *Philodendron* gelukte het mij niet, lucht te zien ontsnappen ¹⁾; bij de andere stegen de luchtbellens in menigte uit de aangewezen plaatsen op; maar ook, toen een vliertak op 24 Februari,

1) Deze plant was bijzonder ongeschikt voor de proef, omdat de schors bij insluiting in de caoutchoubuis lichtelijk beschadigd werd.

een zeer kouden dag, van buiten gehaald, aan de proef werd onderworpen, vertoonde zich het verschijnsel eveneens. Alleen was de afscheiding lang zoo rijkelijk niet als bij den tak in zomertoestand, slechts uit enkele hier en daar verspreide lenticellen drong de lucht te voorschijn. Dit bracht mij op het vermoeden, dat door de heftige drukking een desorganisatie te weeg gebracht was; maar dit vermoeden bleek ongegrond, toen zulk een lenticel microscopisch onderzocht werd. Uitvoeriger navorschingen omtrent dit punt te doen, liet de tijd mij niet toe, zoodat ik alleen uit de waarnemingen mag afleiden, dat de lenticellen zeer zeker eene gaswisseling tusschen dampkring en schors toelaten, maar niet dat deze gaswisseling gedurende den winter geheel en al wordt afgebroken ¹⁾. Overigens vond ook Stahl dat bij vermeerderde drukking luchtbellen uit de lenticellen in wintertoestand ontsnapten ²⁾.

De overweging dat het voor een levend plantedeel, 't zij door een stevige opperhuid, 't zij door een aanzienlijk periderma van de buitenlucht afgezonderd, behoefte is dit omhulsel te doorbreken, leidde tot het denkbeeld kunstmatig den toegang der lucht tot de schors te beletten. Zoo de kunstmatige bedekking na eenigen tijd plaat-

1) Dikwijls wordt er beweerd, dat de groei van plantedeelen gedurende den winter stilstaat; het zou wellicht beter zijn te zeggen, dat die groei altijd doorgaat, maar bij koud weer tot een minimum daalt en op warme winterdagen weder toeneemt. In het laatste geval vooral zou toevoer van dampkringslucht onmisbaar zijn.

2) Bot. Zeit. 1873, pag. 614.

selijk werd opgelicht en geopend, en op die plaatsen lenticellen ontstonden, dan kon de physiologische overeenkomst met stomata wel niet meer betwijfeld worden. Derhalve werden op den eersten Januari dezes jaars een stengel van *Philodendron cuspidatum* en luchtwortels van *Anthurium Sellowianum*, *A. fissum* en *A. lucidum*, alle deelen waarop geen lenticellen voorkomen, bedekt met een dun maar continu laagje schakellijm. Wanneer nu een onmiddellijke toevoer van lucht voor den groei noodzakelijk was, moesten na eenigen tijd belangrijke veranderingen in den stengel en in de wortels plaats grijpen. Hoewel deze zienswijze mij op 't oogenblik nog voorkomt de ware te zijn, hebben de planten, waarmede geëxperimenteerd werd, niet volkomen aan de verwachting voldaan. Op den 20^{en} Maart 1875 werd het kunstmatige omhulsel weggenomen en onderzocht ik de plantedeelen in vergelijking met andere soortgelijke, die in vrije gemeenschap met de lucht hadden verkeer. Geen der voorwerpen had in 't minste door de buitengewone behandeling geleden; zij waren krachtig voortgegroeid en hadden zelfs plaatselijk het omhulsel overlans doen bersten, als bewijs dat ze in dikte waren toegenomen.

Bij *A. Sellowianum* was geen merkbare verandering in de samenstelling van de schors waar te nemen.

Bij *A. fissum* kon men na eenig zoeken bespeuren, dat in de eerste laag schorscellen onder de opperhuid op verscheidene plaatsen tangentiale deelingswanden waren ontstaan, en wel in grooter mate dan bij een gewonen wortel.

Bij *A. lucidum* deed zich hetzelfde verschijnsel veel sprekender voor; hier toch hadden groepjes schorscellen zich door twee tot drie tangentiale wanden gedeeld en daardoor het aanzijn gegeven aan woekeringen, die waarlijk aan de eerste beginselen van lenticellen, zooals men er een op fig. 7 vindt afgebeeld, deden denken. En ofschoon dergelijke deelingen niet geheel en al ontbreken in een gewonen wortel derzelfde plant, zoo bracht eene herhaalde vergelijking der beide soorten van preparaten mij niettemin tot de conclusie, dat hier een begin van lenticellenvorming niet te miskennen is. Eene beslissing kan natuurlijk alleen plaats hebben, wanneer dergelijke proeven langer dan drie maanden worden voortgezet.

De stengel van *Philodendron cuspidatum* bleek niet veranderd te zijn; het groote aantal overlansche scheuren in het lijm-omhulsel is stellig een van de oorzaken, waardoor ook hier niet een spoor van lenticellen zichtbaar werd.

Om de opname van gassen in en de verwijdering daarvan uit de plant door middel der lenticellen regtstreeks waar te nemen, was het noodig eene plant of een deel daarvan, met die organen voorzien, aan den invloed van CO_2 -vrije lucht bloot te stellen en wel nu eens met geöpende, dan weer met gesloten lenticellen, en daarna te bepalen, hoe groot de hoeveelheid vrijgeworden CO_2 was. Om deze proeven te nemen, richtte ik een toestel in, die in hoofdzaak overeen-

komt met dien, welke voor het onderzoek naar den invloed van groene plantedeelen op de samenstelling der dampkringslucht gebruikt wordt, echter met deze wijziging, dat de aan de plant toegevoerde lucht van haar CO_2 beroofd, maar van eene genoegzame hoeveelheid waterdamp voorzien kon worden. Om zoo nauwkeurig mogelijk den invloed der lenticellen te leeren kennen, stelde ik mij de volgende vragen:

Hoeveel CO_2 wordt in een bepaalden tijd aan de oppervlakte van een plantedeel ontwikkeld: 1^o. wanneer dit in normalen toestand verkeert? 2^o. wanneer de lenticellen kunstmatig gesloten zijn? 3^o. wanneer de lenticellen onbedekt zijn, maar de overige oppervlakte is afgesloten van de omgeving?

Tot mijn spijt heb ik mij tot nog toe bij de beantwoording der eerste vraag moeten bepalen. Dagen achtereen zijn besteed om de hoeveelheden vrijgeworden CO_2 te meten, maar altijd was het resultaat onbeteekenend. Aan den toestel ligt de schuld niet, misschien wel aan de uitwendige omstandigheden der plant, die ondanks de goede voorzorgen toch nog van de hardnekkige vorst te lijden had, misschien eindelijk aan de te kleine hoeveelheden die vrij kwamen. Hoe dit ook zij, de proeven hebben niet aan de verwachting voldaan, en moeten derhalve nogmaals genomen worden op een daarvoor gunstiger tijdstip.

Is blijkens de proeven, ofschoon niet alle even gelukkig geslaagd, de physiologische werking der lenticellen ge-

noegzaam in het licht gesteld, zoo is toch daarmede de vraag, die zoolang de aandacht der plant-anatomen heeft bezig gehouden: „Zijn lenticellen het product eener partiëele kurkvorming?” niet beantwoord. Hoe Mohl er over dacht, is reeds meermalen uit deze bladzijden gebleken, en dat velen met hem er zoo over dachten, eveneens vermeld. Maar nergens vindt men de denkwijze van Stahl aangaande dit punt volkomen duidelijk uitgedrukt. Stahl schijnt zich dit dilemma gesteld te hebben: de lenticellen zijn of partiëele kurkvorming of ademhalings-organen. Kiest men de eerste onderstelling, dan vervalt volgens hem daarmede de tweede. De eenige schrijver, die zich van deze eenzijdigheid onthouden heeft, is Unger. Toch is het hem niet gelukt, zijne meening op ondubbelzinnige wijze uit te spreken. Op de eene plaats zouden wij meenen, dat Unger de lenticellen voor ademhalings-organen, elders zijn wij genoodzaakt te gelooven, dat hij ze voor kurkvorming houdt ¹⁾. Het zóó gestelde vraagstuk, dat na Unger en Mohl algemeen is overgenomen, kon mij reeds van het begin af niet bevredigen; van daar dat ik getracht heb de vraag anders te stellen, en wel op de volgende wijze: 1°. zijn de lenticellen dienstig voor de ademhaling of niet? 2°. is de vorming der lenticellen eene dergelijke als die van kurk, of hebben beide in hare ontwikkeling niets bepaalds met elkander gemeen? Nadat ik op de eerste vraag

1) De zienswijze van Trécul komt in den grond op hetzelfde neer.

een bevestigend antwoord gegeven heb, ga ik thans tot de beantwoording van de tweede over, waarin ik hoop aan te toonen, dat partiëele kurkvorming en het dienstig zijn voor de ademhaling elkander hoegenaamd niet uitsluiten. Gaan wij daartoe slechts, gebruik makende van de resultaten aller onderzoekers, na, waarin peridermcellen en elementen van lenticellen met elkander overeenkomen en waarin zij verschillen. De eigenaardige bruine kleur van celwand en cel-inhoud, is voor beide een gemeenschappelijk kenmerk. Beider levensloop is ongeveer dezelfde: na eenigen tijd, gedurende welken zij aan uitwendige invloeden zijn blootgesteld geweest, wordt het verband met de overige deelen van de plant lossen en lossen en houdt eindelijk op te bestaan. Wordt dit uitdrogen verhinderd, b. v. door den tak in water te zetten, dan ontstaat òn op de plaats der lenticel òn op de plaats waar de verwonde schors aan de oppervlakte komt, een zelfde witte, zwamachtige massa ¹⁾. In deze eigenschappen komen de bestanddeelen van lenticellen en periderma derhalve overeen; over den vorm straks een woord. 't Is vooral de wijze van ontwikkeling, die punten van overeenkomst in menigte doet zien. In vele gevallen ligt aan beide vormen een enkele cellenrij ten grondslag, welke zich spoedig vermenigvuldigt tot evenwijdige reeksen van cellen, die in peripherische richting uitgezet, in radiale daarentegen klein zijn. Maar voor beide bestaan uitzonderingen en als

1) Dit laatste volgens Mohl, Verm. Schr. p. 236.

afwijking van hetgeen bij Phanerogamen voorkomt, waar volgens Sanio het kurkcambium éénrijig is ¹⁾, heb ik bij *Angiopteris* waargenomen, dat meerdere van elkander onafhankelijke cellenrijen tusschenschotten verkregen en aan de vergrooting van het periderma deelnamen (fig. 11 en 12). Veel vaker komt dit bij de vormlaag der lenticellen voor, en men behoeft de aan dit geschrift toegevoegde afbeeldingen maar te doorloopen, om weldra overtuigd te worden, dat de vormlaag min of meer samengesteld kan zijn. De groote gelijkenis van het uiterlijk der beide soorten van vormlagen heeft de meeste vroegere onderzoekers de lenticellen voor plaatselijke peridermvorming doen houden. Ook de plaats, waar periderma gevormd wordt, komt grootendeels overeen met die waar de eerste beginselen van lenticellen gevonden worden. Beide toch ontstaan in de schors, zij het dan ook in verschillende lagen. Maar al was dit niet zoo, al waren voor beide twee ver uit elkander gelegen plaatsen aangewezen, dan zou daarmee de groote verwantschap der beide weefsels niet geringer worden. Kurkvorming treedt immers meermalen op in het bastgedeelte der vaatbundels, en niemand is het voorzeker in de gedachte gekomen, die om die reden als een ander weefsel te beschouwen.

Mohl legt veel gewicht op het verschijnsel, dat periderma zich ontwikkelt tusschen de epidermis en het buitenste schorsparenchym, de lenticel daarentegen aan de

1) C. Sanio, Bau und Entwicklung des Korkes in Jahrb. für Wissensch. Botanik. Bd. II. p. 46.

buitenzijde van het binnenste schorsparenchym, dat plaatselijk door de buitenste laag is heengedrongen. Blijkbaar had Mohl hier het oog op die planten, wier lenticellen onder stomata ontstaan. Het belang zijner opmerking is echter schijnbaar. Bij alle planten, waar de schors duidelijk gesplitst is in een uitwendig collenchym en een inwendig chlorophylhoudend parenchym, mist men het onderscheid tusschen die twee weefsels in de ademholte, dus onder een stoma. De reden hiervan is misschien wel, dat op die plaatsen de voorwaarden tot assimilatie gunstiger zijn dan elders en dus in de cellen, welke de ademholte begrenzen, gemakkelijk chlorophyl kan ontstaan. Het begin eener kurkvorming zal dan onder de gesloten opperhuid in het collenchym, maar onder de ademholte in de groene cellen zich kenbaar maken.

In de gevallen, waarin zich de lenticellen niet onder stomata vormen, is de overeenkomst nog gemakkelijker aan te wijzen; Stahl toonde bij de reeds in Hoofdstuk I vermelde gewassen (b.v. *Salisburia*), dat door snellere deeling van eenige phellogeencellen de vormlaag voor een toekomstige lenticel optreden kan, en uit mijne onderzoekingen (p. 24) blijkt, dat de bedoelde vormlaag waarschijnlijk gedeeltelijk uit het aanwezige phellogeen, gedeeltelijk uit het daaronder liggende weefsel ontstaat. Van groot gewicht is het reeds door Mohl en vele latere waarnemers geconstateerde feit, dat de lenticellen in het algemeen door vormlaag en phellogeen beide gevoed worden, al is het dan ook waar, dat het kurk-

cambium betrekkelijk weinig materiaal aan de lenticel oplevert. De gelijksoortigheid van phellogeen en vormlaag openbaart zich eindelijk zeer duidelijk in het weefsel, dat zich aan beider binnenzijde vormt, en dat in beide gevallen met den door Sanio gebruikten naam *phel-
lo-derma* kan bestempeld worden. Dit weefsel komt onder de vormlaag tot bijzonder krachtige ontwikkeling.

Het is van algemeene bekendheid dat peridermcellen in twee hoofdvormen optreden, die zoo verschillend zijn dat daarop vroeger de verdeeling in periderma en suberberuste. In Stahl's verhandeling vindt men, dat de lenticellen van *Salisburia* een dergelijk onderscheid in vorm der cellen doen zien, 't geen aanleiding geeft tot de merkwaardige laagsgewijze verdeeling van de samenstellende elementen dier organen ¹⁾. Op p. 23 van dit proefschrift wees ik hetzelfde aan bij *Tornelia fragrans*; de overeenkomst is onmiskenbaar. Zoekende naar het doel dier opeenvolging van verschillend dichte lagen, vraagt Stahl „Vermitteln sie einen temporären Verschluss oder bewirken sie einfach den Zusammenhang der lockeren Füllsubstanz?“ Ik geloof dat men het nut van deze inrichting even moeielijk kan verklaren als dat van eene dergelijke, die bij het periderma wordt waargenomen. Wellicht is de opeenvolging louter het resultaat van verschillende omstandigheden, waaronder deze en de andere

1) Stahl noemt die lagen van dikwandige en aaneengesloten cellen „Zwischenstreifen.“

soort van elementen ontstaan. De volgende zinsnede van Prof. Rauwenhoff ¹⁾ geeft mij aanleiding tot dit vermoeden: „Il est possible que ce changement dans la forme des cellules soit dû à la même cause à laquelle M. Sachs (Lehrb. der Bot. p. 409) est porté à attribuer la différence de forme des cellules du bois printanier et du bois autumnal, savoir, à ce que les tissus qui prennent naissance à l'automne sont soumis, dans la direction radiale, à une pression plus forte que ceux, dont la formation a lieu au printemps”. Gaarne neem ik deze woorden over om ze op het verschil der lenticel-elementen toe te passen, en voeg er nog bij dat, wat Sachs destijds alleen als vermoeden uitsprak, later door uitvoerige onderzoekingen van Dr. Hugo de Vries ²⁾ ten volle bewaarheid is. De onderstelling van Prof. Rauwenhoff is daardoor aanmerkelijk gesteund, en wordt zij eenmaal proefondervindelijk bevestigd ³⁾, dan twijfel ik niet, of hetzelfde zal tevens voor de lenticellen van toepassing zijn.

Het is hier insgelijks de plaats, melding te maken van Stahl's „Verschlusschicht.” Deze schrijver zegt, dat in den herfst, nog vòòr het afvallen van de bladeren, de vormlaag geen „Füllzellen” meer voortbrengt, maar „echte kurkcellen”, die volkomen aan elkander sluiten en dus de

1) Observations sur les caractères et la formation du liége dans les Dicotylédones par N. W. P. Rauwenhoff, in Archives Néerlandaises. Tom. V. 1870 p. 144.

2) Ueber den Einfluss des Druckes auf die Ausbildung des Herbstholzes. Flora 1872. p. 241.

3) Verg. Noot op p. 30.

gaswisseling buiten en binnen de plant doen ophouden. Deze sluitlaag bestaat bij de verschillende gewassen uit een ongelijk aantal celrijen, 't geen evenwel niets tot hare deugdelijkheid afdoet, aangezien (zooals Sanio reeds aantoonde) bij het geheele geslacht *Salix* een periderma ter dikte van ééne cel denzelfden dienst doet als bij andere planten een van veel aanzienlijker dikte. Deze sluitlaag wordt in de volgende lente door den aandrang van nieuwe „Füllzellen” weer doorbroken en op die wijze wordt de gemeenschap tusschen de plant en den dampkring hersteld. Ofschoon ik met het oog op deze eigenschap der vormlaag niet zoovele planten heb onderzocht als Stahl, meen ik toch redenen te kunnen aanvoeren om het besluit, dat deze uit zijne waarnemingen trekt, als niet volkomen nauwkeurig te beschouwen. Vooreerst strookt daarmede mijne waarneming niet, dat uit sommige lenticellen van een Vliertak in wintertoestand (p. 42) luchtbelllen oprijzen. In de tweede plaats is het mij niet gelukt eene dergelijke sluitlaag bij *Ampelopsis hederacea* aantetreffen, ofschoon ik vele lenticellen dezer plant onderzocht. Ook bij *Sambucus* bleken eenige dier organen van de bedoelde laag verstoken te zijn, ofschoon zij bij vele andere duidelijk in 't oog viel. Het is dus niet aan de juistheid van Stahl's waarneming dat men behoeft te twijfelen, (want om daarvan overtuigd te zijn, heeft men slechts een paar der door hem genoemde voorbeelden te onderzoeken) maar aan den regel door hem uit die waarneming afgeleid.

Er blijft namelijk nog ruimte over voor de vraag, of

alle lenticellen eener plant zich sluiten, m. a. w. of een voor alle gemeenschappelijke omstandigheid oorzaak der sluiting is, òf dat deze voorwaarde tot sluiting gelegen is in het wezen van het orgaan zelf. Ik voor mij zou meenen, dat, door de aanhoudende celvermenigvuldiging in de vormlaag, de elementen der lenticel onder eene veranderlijke drukking ontstaan, gelijk de onderzochte Monocotylen, die altijd in den zomertoestand verkeeren, dit geleerd hebben, en dientengevolge meer of minder eng aaneensluiten. Bij onze inheemsche boomen zal de drukking, waaronder zij worden afgezet, tegen den herfst wel de grootste zijn; alsdan worden in 't algemeen dikwandige, vast verbonden cellen voortgebracht, zonder dat daaruit behoeft te volgen, dat dit voor al die organen eener bepaalde plant het geval moet wezen; er kunnen er immers zijn, die eerst kortelings zijn aangelegd en waarin de drukking, wjl slechts weinige elementen zijn afgezet, een geringe is.

De wintertoestand der lenticellen zal zich dus in den regel kenmerken door nauw vereenigde sluitcellen, maar de gemeenschap tusschen plant en buitenlucht is daarom niet geheel afgesloten. Het optreden van een „Verschlusschicht” en van „Zwischenstreifen” is, volgens deze opvatting een gevolg van dezelfde oorzaken en wordt bepaald door den groei zelven van de lenticel met betrekking tot hare omgeving. Wel zegt Stahl, dāt de „Verschlusschichten nicht mit den früher besprochenen Zwischenstreifen zu verwechseln sind,” maar wanneer men hem

iets vroeger hoort zeggen, dat in het najaar in plaats van gewone elementen eenige echte kurkcellen worden voortgebracht, en nog iets vroeger dat de tusschenstrepen bestaan uit eenige samenhangende cellenlagen, welker bestanddeelen hetzelfde verband, denzelfden vorm en dezelfde structuur vertoonen als kurkcellen, dan is zulk een verwisseling volkomen gewettigd.

Al de genoemde kenmerken bewijzen ten duidelijkste, dat de verwantschap tusschen de elementen van periderma en die van lenticellen groot is, en wat meer zegt, dat zelfs geen bepaald morphologisch onderscheid kan worden aangewezen. Er is wellicht slechts één sprekend onderscheid tusschen periderm- en lenticel-elementen, en dat onderscheid betreft den vorm. Eerstgenoemde zijn polyedrisch en kunnen derhalve zonder tusschenruimten aan elkander sluiten; de andere zijn rond en veroorzaken juist daardoor de aanwezigheid van intercellulaire kanalen, die tijdelijk weer afgesloten worden door reeksen van polyedrische cellen. Dit onderscheid is echter niet voldoende om er genetisch verschillende weefsels in te zien. Als conclusie moet dus volgen, dat de bestanddeelen van de lenticellen en van het periderma beide kurkcellen zijn.

Is alzoo de morphologische waarde van beide weefsels dezelfde, geenszins is dit het geval met hunne physiologische beteekenis. Alle kurkcellen ontstaan op gelijksoortige wijze, maar naar gelang van de behoefte der plant kunnen ze aan verschillende functiën dienstbaar worden. Plante-deelen, die langer dan een jaar leven, verliezen gewoon-

lijk de opperhuid; een kurkweefsel vervangt haar en vormt een omhullend periderma; planten, die gewond zijn, vormen onder de plaats der wond een samenhangend kurkweefsel, en daardoor zijn ze tegen vochtverlies beschermd; planten, in wier binnenste geen genoegzame hoeveelheid lucht kan doordringen, vormen door middel van ronde kurkcellen weefsels met stelsels van kanalen, die de toetreding van voldoende hoeveelheden lucht mogelijk maken. Deze laatste noemt men lenticellen.

HOOFDUITKOMSTEN VAN HET ONDERZOEK.

1°. Lenticellen worden, behalve bij Dicotylen en Gymnospermen, ook bij Monocotylen en Cryptogamen aangetroffen. Haar voorkomen is dus algemeen.

2°. In het algemeen vindt men de lenticellen op die deelen, welke door een dikke opperhuid of door een gesloten periderma van de omgevende dampkringslucht zijn afgesloten.

3°. Waar stomata aanwezig zijn, geschiedt de eerste aanleg der lenticellen onder deze; waar de stomata ontbreken, treft men het begin eener lenticel òf onder de opperhuid, òf onder het periderm op onbepaalde plaatsen aan.

4°. Het ontstaan van lenticellen hangt in geenendeele samen met afgestorven haren, noch met spleten of verwondingen, die toevallig op den stengel of den wortel voorkomen.

5°. De elementen eener lenticel zijn voor het meeren-deel rond en sluiten derhalve niet volkomen aan elkaar; de elementen van periderma en van kurkwoekering, die boven spleten en wonden ontstaat, zijn polyedrisch en

sluiten daarom in den regel aan elkander zonder luchthoudende tusschenruimten.

6°. De drukking, waaronder de bestanddeelen der lenticel worden afgezet, is aan wisseling onderhevig; dientengevolge worden nu eens dikwandige, dan weder dunwandige elementen afgezet. In den regel vindt men bij inheemsche planten de dikwandige het veelvuldigst tegen het naderen van den winter, bij planten uit warmer streken ten allen tijde even menigvuldig als de dunwandige.

7°. In elke lenticel wordt daardoor de gaswisseling tijdelijk gestoord, om eerst later, wanneer de laag van dikwandige elementen door nieuwen toevoer van dunwandige gespleten is, weder te beginnen.

8°. De overeenkomst tusschen phellogeen en vormlaag, de gelijksoortigheid van beider producten, het ontstaan van lenticel-elementen uit het phellogeen en omgekeerd van polyedrische dikwandige cellen uit de vormlaag, doen beide soorten van elementen als producten eener kurkvorming kennen, welke kurkvorming nu eens een beschuttend omhulsel (periderma), dan weder een los met luchtkanalen voorzien weefsel (lenticellen) wordt.

VERKLARING DER FIGUREN.

In alle figuren is de beteekenis der bijgevoegde letters dezelfde en wel deze:

<p><i>a.</i> Ronde elementen der lenticel.</p> <p><i>a'</i>. Polyedrische elementen der lenticel.</p> <p><i>b.</i> Vormlaag der lenticel.</p> <p><i>c.</i> Elementen van het periderma.</p> <p><i>d.</i> Phellogeen.</p>		<p><i>e.</i> Epidermis.</p> <p><i>f.</i> Cuticula.</p> <p><i>g.</i> Twee rijen verdikte cellen.</p> <p><i>i</i> Cilinder van verdikte vezels.</p> <p><i>p.</i> Kurkcellen.</p> <p><i>w.</i> Wortelharen.</p>
--	--	--

- Fig. 1. Dwarse doorsnede eener jonge lenticel van *Tornekia fragrans* *Gutier.* $\frac{110}{1}$
- Fig. 2. Eenige cellen eener tangenciale doorsnede eener lenticel van *T. fragrans.* $\frac{240}{1}$
- Fig. 3. Eenige cellen van het periderma van *T. fragrans.* $\frac{240}{1}$
- Fig. 4. " " van het kurkweefsel ontstaan op de plaats waar de wortel van *T. fragrans* verwond is. $\frac{240}{1}$
- Fig. 5. Dwarse doorsnede van een oudere lenticel der zelfde plant. $\frac{30}{1}$
- Fig. 6. " " van een jonge lenticel van *T. fragrans*, die nog niet door het periderma is heengebroken. $\frac{110}{1}$
- Fig. 7. " " van de pas ontstane vormlaag in den luchtwortel van *Philodendron cuspidatum* *C. Kch.* $\frac{490}{1}$

- Fig. 8. Dwarse doorsnede eener vormlaag in een verderen toestand. $\frac{410}{1}$
- Fig. 9. Dwarse doorsnede van de volwassen lenticel der zelfde plant. $\frac{60}{1}$
- Fig. 10. Lensvormige ruimte in den luchtwortel van *Ph. bipennifolium* S. in dwarse doorsnede. $\frac{110}{1}$
- Fig. 11. Dwarse doorsnede van een bruine vlek (lenticel) op den stam van *Angiopteris*. $\frac{60}{1}$
- Fig. 12. " " van een beginnende lenticel derzelfde plant. $\frac{60}{1}$
- Fig. 13. " " van een stoma en de gewijzigde ademholte uit den bladsteel der zelfde plant. $\frac{490}{1}$
- Fig. 14. " " van een nog verder veranderde ademholte van *Angiopteris*. $\frac{490}{1}$
- Fig. 15. " " eener volkomen lenticel van *Angiopteris*; de cilinder is onder de lenticel afgebroken. $\frac{120}{1}$
- Fig. 16. Dwarse doorsnede van den bladsteel van *Angiopteris*. $\frac{5}{1}$
- Fig. 17. Idem; de cilinder (*i*) is doorbroken op twee plaatsen, waarboven zich eene lenticel (*l*) bevindt. $\frac{5}{1}$



J. V. Costerus, del.

STELLINGEN.

I.

Voor het onderzoek van drinkwater, met betrekking tot de organische bestanddeelen, verdient de methode van Frankland en Armstrong de voorkeur.

II.

Het verlies van gebonden stikstof is geen overwegend bezwaar tegen de invoering der lijkenverbranding.

III.

De Psittaci behooren aan het hoofd van de klasse der Vogels gesteld te worden.

IV.

De schedel heeft, om in omvang toetenemen, niet uit afzonderlijke stukken te bestaan.

V.

Ter onderscheiding der menschenrassen is de ook door Haeckel gebruikte maatstaf, het haar, onvoldoende.

VI.

De Lemuria-hypothese kan als aanprijzenswaardig beschouwd worden.

VII.

De zoogenoemde metamorphische gesteenten zijn van sedimentairen oorsprong en na hunne afzetting niet gemetamorphoseerd.

VIII.

Ongewettigd is het tweede deel van de zinsnede van Klotzsch (Begoniacëen-Gattungen und Arten), „dass es den Bestrebungen der Palaeontologen bisher weder gelungen ist, *noch später gelingen wird, wirkliche Verwandtschaften der Begoniacëen in den Pflanzenabdrücken der Vorwelt nachzuweisen.*”

IX.

Het perianthium der bloemen van *Caltha*, *Ane-
mone*, *Thalictrum*, *Hydrastis* en *Actaea* is een
corolla, *geen* calyx.

X.

De inrichting eener bloem is alleen dan bekend,
wanneer nevens hare kenmerken wordt opgegeven, door
welke insecten de bevruchting bewerkstelligd wordt.

XI.

Het optreden van *stamina petalis opposita* wordt het
best verklaard door aantenemen, dat van twee oorspron-
kelijk aanwezige kransen, één, en wel de buitenste,
niet tot ontwikkeling is gekomen.

XII.

De zelf-registreerende auxanometer van Sachs levert
geen volkomen zuivere resultaten.

XIII.

Het is verkeerd, eene plant individu te noemen; eene
plant is eene kolonie van voedsters of van deze en
geslachts-individuen.

XIV.

De ademhalings-organen van *Marchantia* komen meer met lenticellen, dan met stomata overeen.

XV.

Terecht verklaart von Mohl, dat de lenticel eene partiëele kurkvorming is.

XVI.

De verdeeling van de wijze van kurkvorming in vijf rubrieken, voorgeslagen door Sanio, is goed te keuren.

XVII.

Zichtbare waterdamp bestaat niet uit dampblaasjes, maar uit waterbolletjes.

XVIII.

Tusschen de kleinste deeltjes van een lichaam werken geen afstootende krachten.
