



# De geslachtsgeneratie der Marattiaceeën

<https://hdl.handle.net/1874/254781>

A 10192  
Phys  
1879

M. F. Jonkman



GESLACHTSGENERATIE

DER

MARATTIACEEN

ss.  
cht



Den Welverhoorzel. Heer

Prof. Dr. H. Wefers Betlink  
mit hoogachtting en vriendſchap  
aanbehoeden door  
Den Schryver.

THE

END

*Handwritten text, mostly illegible due to fading.*

GESLACHTSGENERATIE

DER

MARATTIACEEËN.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1911

1911

*Diss Utrecht 9u 1879 jon*

# De Geslachtsgeneratie der Marattiaceeën.

PROEFSCHRIFT

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

MR. J. A. FRUIN,

GEWOON HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER RECHTSGELEERDHEID,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER UNIVERSITEIT,

OP VOORDRACHT DER WIS- EN NATUURKUNDIGE FACULTEIT,

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD

VAN

DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE,

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

TE VERDEDIGEN

op Zaterdag den 12. Juli 1879, des namiddags te 3 uren,

DOOR

**HENRICUS FRANCISCUS JONKMAN,**

geboren te Leeuwarden.







*Aan zynen broeder*

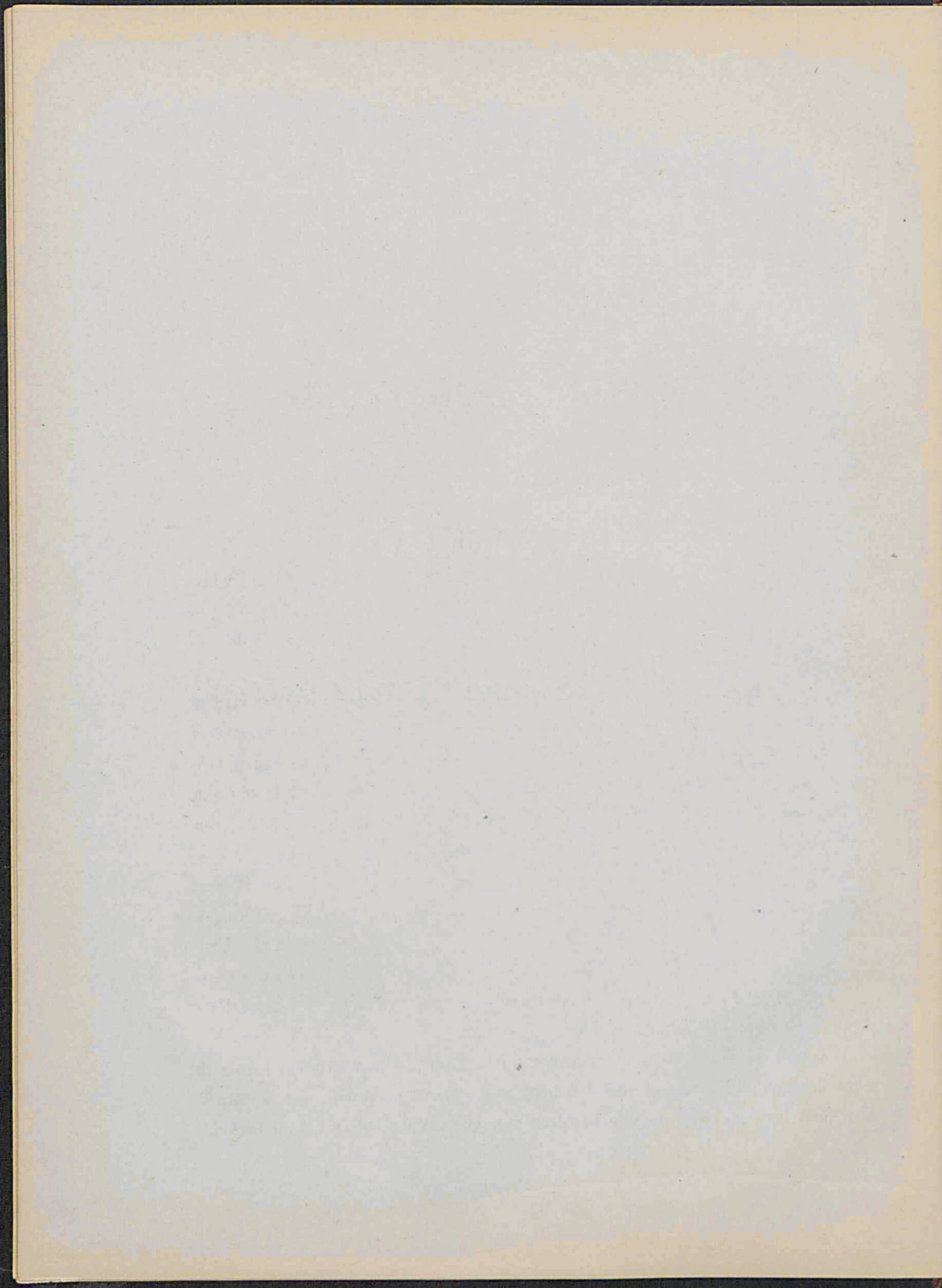
JAN JONKMAN,

*uit diep gevoelde erkentelykheid*

*opgedragen*

door

den Schrijver.



## V O O R W O O R D.

---

In de volgende bladzijden vindt men eene beschrijving van de geslachts-generatie der Marattiaceën, met name van de geslachten *Angiopteris* en *Marattia*. Later zal die van *Kaulfussia* gegeven worden, zoodra de cultuur van dit geslacht is afgelopen.

Aan dit onderzoek zal zich aansluiten de beschrijving van de verdere ontwikkelingstoestanden, welke betrekking hebben op de geslachtelooze of sporendragende generatie van *Angiopteris* en *Marattia*; reeds liggen vele afbeeldingen voor deze verhandeling gereed. Dan eerst zal het mogelijk zijn aan de Marattiaceën, zooals ik aan het slot van dit geschrift heb gezegd, een vaste plaats te geven in het systeem.

Gaarne maak ik van deze gelegenheid gebruik U Hooggeleerde Heeren Professoren der Wis- en Natuurkundige Faculteit, mijne dankbaarheid te betuigen voor de vele blijken van belangstelling en welwillendheid, welke ik van Uwe zijde mocht ontvangen. In het bijzonder breng ik mijn dank aan mijne leermeesters *HARTING*, *BUYS BALLOT* en *GRINWIS* voor hun onderwijs, dat zooveel tot mijne wetenschappelijke vorming heeft bijgedragen.

Voor al U Hooggeschatte Promotor, Hooggeleerde *RAUWENHOFF*, betuig ik mijne erkentelijkheid zoowel voor het hoog gewaardeerd onderwijs, dat ik van U ontvangen heb, als voor de vele bewijzen van vriendschap, door U mij betoond.

De gelegenheid mij door U aangeboden gedurende de laatste jaren als Uw assistent werkzaam te zijn, heeft mij de scientia venusta steeds meer en meer doen lief krijgen. Op Uwe vriendelijke hulp heb ik nooit te vergeefs een beroep gedaan. Dankbaar voor de vele raadgevingen, ook in de laatste weken in zoo ruime mate van U ontvangen, blijf ik mij bij voortduring in Uwe welwillende vriendschap aanbevelen.

Het is mij een aangename plicht hier openlijk mijn dank te betuigen aan den Heer J. A. WILLINK WZN. te Amsterdam, die met de grootste vrijgevigheid mij veroorloofde om, voor hetgeen ik voor mijn onderzoek noodig had, gebruik te maken van zijne prachtige verzameling Marattiaceeën op den huize Beerschoten te Driebergen. Zonder zijne krachtige ondersteuning zou ik van deze zeldzame planten bezwaarlijk zoo dikwijls zulk uitstekend materiaal hebben kunnen verkrijgen.

Aan mijne vrienden een handdruk en een groet; zij kunnen er van overtuigd zijn, dat bij mij

*tout peut vieillir, sauf le coeur.*

---

# INHOUD.

---

Voorwoord . . . . .	Bladz. 5
Inleiding . . . . .	„ 9
Onderzoekingen van den schrijver:	
I. Vroegere mededeelingen . . . . .	„ 18
II. Opmerkingen over de cultuur . . . . .	„ 21
III. Bouw der sporen. . . . .	„ 29
IV. Kieming der sporen en ontwikkeling van de voorkiem . . . . .	„ 34
V. Ontwikkeling der antheridiën . . . . .	„ 42
VI. Ontwikkeling der archegonien en bevruchting . . . . .	„ 47
VII. Uitkomsten . . . . .	„ 51
Verklaring der figuren . . . . .	„ 53

---



# INLEIDING.

---

Soll dich das Ganze im Grossen erquicken,  
Musst du das Grosse im Kleinen erblicken.

GOETHE.

Eene der gewichtigste ontdekkingen, die ooit op het gebied der plantenkunde gemaakt werden, is zeer zeker die van HOFMEISTER, waardoor merkwaardige overeenkomsten tusschen de voortplanting der hoogere Cryptogamen en de zaadvorming der Phanerogamen aan het licht kwamen. Meende men vroeger, dat er tusschen de Cryptogamen en Phanerogamen een onoverkomelijke kloof bestond en waren dientengevolge de onderzoekingen omtrent de eerstgenoemden, hoe belangrijk overigens ook, onbegrepen en zonder samenhang, uit HOFMEISTER'S *Vergleichende Untersuchungen* bleek er een genetisch verband te bestaan tusschen de meest verschillende groepen van het plantenrijk, tusschen Muscineeën, Filicineeën, Equiseten, Lycopodineeën, Gymnospermen en Angiospermen. De generatiewisseling vertoonde zich als de hoogste ontwikkelingswet, welke naar een eenvoudig schema de geheele lange rij van deze planten beheerscht. Het duidelijkst kwam deze generatiewisseling bij de Mossen en Varens uit, hoewel toch in een zekere tegenstelling bij beide. Bij de Mossen ontstaat uit de kiemende spoor een voorkiem of protonema, een vertakt, draadvormig, zelden vlakvormig lichaam, waaraan door knopvorming de jonge mosplant met de geslachtsorganen,



antheridiën en archeconiën, te voorschijn komt, terwijl uit de bevruchte eicel zich de mosvrucht of het sporogonium ontwikkelt, hetwelk met de plant in geen organischen samenhang staat en langs geslachteloozen weg de sporen voortbrengt. Bij de Varens daarentegen ontstaat uit de sporen bij kieming een cellichaam, de voorkiem of het prothallium, hetwelk terstond de geslachtsorganen ontwikkelt, terwijl uit de bevruchte eicel de met wortels en bladen voorziene stam van de Varen te voorschijn komt, welke op hare beurt weer geslachtelooze sporen vormt. In deze groep staan dus de beide afdeelingen der generatiewisseling zoo tegenover die der Mossen, dat de volkomen ontwikkelde, geslachtelooze plant der Varens aan het sporogonium der Mossen, het geslachtelijke prothallium van de eersten aan de voorkiem en de bladen dragende plant der laatsten beantwoordt. Maar HOFMEISTER'S onderzoekingen toonden eveneens, dat hetzelfde schema van ontwikkeling ook geldt voor de Rhizocarpeën en Selaginella's, waar mannelijke en vrouwelijke sporen, micro- en macrosporten, gevormd worden. Terwijl bij Varens en verwante vormen het prothallium onafhankelijk van de spoor leeft, verliest dit daarentegen bij Rhizocarpeën en Selaginella's al meer en meer het karakter eener zelfstandige plant. Bij deze laatsten ontstaat het prothallium binnen de spoor; het wordt echter bij de Rhizocarpeën nog uit de spoor naar buiten gedrongen, hoewel het met deze verbonden blijft, terwijl het bij de Selaginella's in nog hooger grad endogeen gevormd is. De kennis van hetgeen in de vrouwelijke spoor der hoogste Cryptogamen plaats heeft, leerde nu ook de zaadvorming der Gymnospermen beter begrijpen; het prothallium, dat hier endosperm genoemd wordt, blijft in de macrospoor, den kiemzak, voor altijd opgesloten; het vormt vóór de bevruchting eenige groote, op archeconiën gelijkende cellen, de corpuscula, waarin de eicellen ontstaan. Ook bij een vergelijking tusschen de microsporen der hoogere Cryptogamen en de pollenkorrels der Gymnospermen vindt men vele analogieën. Bij de Angiospermen eindelijk treden dergelijke analogieën gedeeltelijk meer op den achtergrond, maar worden echter door tusschenkomst van de Gymnospermen verstaanbaar. In de zaadvorming der Phanerogamen vertoonen zich dus de laatste sporen van de generatiewisseling, welke bij de Mossen en Varens zoo duidelijk aanwezig is. En zoo ziet men ook hier een langzamen overgang van het eenvoudigste tot het volkomenste, een aaneenschakeling van de groote hoofdgroepen van het plantenrijk, een wijzen op

de eenheid van afstamming aller vormen, en onwillekeurig komen de woorden van den dichter voor den geest:

Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleichet der andern  
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz.

De in bovenstaande algemeene trekken ontwikkelde analogie was door HOFMEISTER niet slechts als een geniaal denkbeeld aangegeven, maar hij heeft door de nauwkeurigste onderzoekingen een tal van hoogst belangrijke feiten aangaande de ontwikkeling der hoogere Cryptogamen aan het licht gebracht en hierdoor dit denkbeeld tot wetenschappelijke waarheid verheven. Thans was het duidelijk, dat een volledig inzicht in de verwantschapsbetrekkingen eener plant slechts dan te verkrijgen is, wanneer het gelukt, hare geslachtelijke voortplanting, het eerste ontstaan van den embryo tot uitgangspunt van het onderzoek te maken.<sup>1)</sup>

Door HOFMEISTER's *Vergleichende Untersuchungen* was echter de arbeid niet voltooid; hij zelf werkte verder en ook anderen hebben zijne ontdekkingen uitgebreid en zijne voorstelling bevestigd. Zoo deden, om slechts enkelen te noemen, PRINGSHEIM onderzoekingen over *Salvinia*, LEITGEB over *Mossen*, BRAUN en HANSTEIN over *Marsilia*, PFEFFER over *Selaginella*, STRASBURGER over *Coniferen*. In den laatsten tijd worden vooral de *Varens* door velen in de genoemde richting nagegaan. Toch zijn er nog talrijke leemten en blijft het nog lang een vruchtbare taak de hoogere Cryptogamen in vergelijkenden zin morphologisch te onderzoeken; er zijn nog verschillende grootere en kleinere groepen, welke, hetzij door haar zeldzaam voorkomen, hetzij door bezwaren aan de cultuur verbonden, nog onvolledig bekend zijn; zoo weten wij b. v. nog weinig van de geslachtsgeneratie van *Lycopodium*, zoo is onze kennis van de *Ophioglosseeën*, niettegenstaande de onderzoekingen van METTENIUS e. a., nog zeer gebrekkig. Vooral mag dit gezegd worden van de *Marattiaceeën*, een plantengroep vroeger onder de *Filices* gebracht, maar tegenwoordig, en om den afwijkenden bouw der sporangia en om de aanwezigheid van stipulae, daar-

---

1) Wie meer wil weten over de groote beteekenis van HOFMEISTER's *Vergleichende Untersuchungen*, leze hetgeen daarover zoo schoon en met zoo veel gloed en warmte geschreven is in het hoofdstuk „Morphologie und Systematik unter dem Einfluss der Entwicklungsgeschichte und Kryptogamenkunde” van SACHS' *Geschichte der Botanik*.

van afgescheiden. Daar deze groep uit een vergelijkend oogpunt zeer belangrijk geacht moet worden, zoo was het zeker niet overbodig haar nader te onderzoeken en, zoo mogelijk, hare geslachtsgeneratie en de ontwikkeling van den embryo vast te stellen. Met dit onderzoek heb ik mij in den laatsten tijd beziggehouden. Ik wensch thans in de volgende bladzijden de geslachtsgeneratie te beschrijven, in de hoop later het overige te geven.

Reeds vroeger waren pogingen aangewend om de sporen der *Marattiacées* te doen kiemen, en zoodoende de geslachtsgeneratie te leeren kennen, maar die pogingen waren niet met den besten uitslag bekroond. De moeilijkheid, om goed materiaal voor het onderzoek te bekomen, de voortdurende zorg, bijna dagelijks aan de culturen te besteden om de teedere plantjes bij te staan in den strijd tegen allerlei nadeelige invloeden, eindelijk de bezwaren, verbonden aan elk onderzoek dat zich bezighoudt met de ontwikkelingsgeschiedenis, hier nog vermeerderd, zooals later zal blijken, door de diepe ligging der voornaamste organen, hebben wellicht menigeen afgeschrikt om dit onderzoek te beginnen of voort te zetten. Wie weet, hoevele malen vergeefsche pogingen zijn aangewend, om de sporen te doen kiemen! Van twee onderzoekers althans, METTENIUS<sup>1)</sup> en HARTING<sup>2)</sup>, die beiden ondanks veel moeite hierin niet geslaagd zijn, is dit bekend geworden, terwijl een derde, VON MERCKLIN<sup>3)</sup>, geloovende dat het hem gelukt was, mededeelingen gedaan en figuren gegeven heeft van een door hem vermeende *Marattia*, waarvan niet één op een *Marattia* betrekking kan hebben en die thans zeer zeker wel overtuigd zal wezen, dat al zijne mededeelingen hieromtrent niet de geringste

---

1) In de *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot.* van SCHENK en LUERSSEN, I. p. 329 schrijft LUERSSEN hierover: „METTENIUS hat sich, soviel mir bekannt geworden ist, viel mit dem Keimungsversuche der Sporen abgemüht, ohne zum Ziele gelangt zu sein, so dass er auch von den Marattiensporen sagt, dass dieselben in unseren Gärten niemals ihre normale Ausbildung erreichten.“

2) In de *Monographie des Marattiacées* par W. H. DE VRIESE et P. HARTING, p. 55 leest men: „toutes mes tentatives pour faire germer les spores ont été infructueuses“ en eenige regels later: „enfin je regrette beaucoup de n'avoir pas réussi à faire germer les spores, puisque l'occasion m'a ainsi manqué de me procurer les proëmbryons de la plante, pour combler ainsi la lacune dans l'histoire du développement de l'axe dès sa première origine, et d'étudier en même temps les organes remarquables, qui, depuis les recherches du comte LESZCZYC-SUMINSKI, ont attiré l'attention des botanistes à un si haut degré.“

3) C. E. VON MERCKLIN *Beobachtungen an dem Prothallium der Farrnkräuter.*

waarde bezitten en zonder eenig bezwaar gelegd kunnen worden bij de verzameling van curiositeiten.

De eerste, wien het gelukte, sporen van *Marattia* te doen kiemen, was LUERSSEN<sup>1)</sup>; hij gaf omtrent de eerste ontwikkelingstoestanden van de voorkiem van *Marattia* eenige weinige mededeelingen, welke aldus samengevat kunnen worden.

De sporen zijn niet alleen bij een en dezelfde soort, maar zelfs in hetzelfde sporangium van tweeërlei vorm, namelijk bilateraal en radiaal. Uit hetgeen bij de kieming van *Marattia cicutaeifolia* Klf. werd waargenomen, scheen te blijken, dat de radiaire sporen de volkomen normaal ontwikkelden waren, daar 24 dagen na de uitzaaiing de bilaterale sporen niet de geringste verandering vertoonden. In de radiaire werd daarentegen chlorophyl gevormd, hetwelk eerst in meer vlokke massa's, later in den vorm van korrels te voorschijn kwam, nadat het endosporium het exosporium, dat ter plaatse van de drie lijsten barstte, doorbroken had en in de gedaante eener stompe papil naar buiten was getreden. Met in joodkalium opgelost jodium behandeld, werden de sporen zeer snel gekleurd, de membranen helder geelbruin, de inhoud intensief donkerbruin. De fijnkorrelige, tot kleurlooze klompen saamgebalde inhoud, alsmede de membraan der bilaterale sporen daarentegen bleven, zelfs na langer liggen in overvloedig voorhanden jodiumoplossing, zoo goed als kleurloos. Ook 18 dagen later was de verhouding der sporen dezelfde en ook nu vertoonden de bilaterale geen spoor van verandering, terwijl de radiaire in de kieming aanzienlijk vooruitgegaan waren. De papil der primaire voorkiemcel werd namelijk allengs grooter; de voorkiemcel neemt meer en meer een kogelvormige gedaante aan, wordt spoedig 5 tot 6 maal grooter dan de sporen en vormt daarbij een vrij dikke membraan (tot 0,0013 millimeter en meer in doorsnede). De chlorophylkorrels leggen zich langzamerhand tegen den celwand aan en vertoonen nu reeds elk eenige zetmeelkorreltjes. Ongeveer 7 weken na de uitzaaiing werd de eerste deeling der voorkiemcel waargenomen. De ligging van den eersten wand ten opzichte van den aequator der spoor verschilt, naarmate de voorkiemcel haar sterksten groei in eene richting loodrecht op den aequator of in een vlak evenwijdig aan dezen heeft. In het eerste, meest voorkomend geval, is de tusschenwand der beide dochtercellen parallel aan

1) SCHENK und LUERSSEN *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot.* I. 329.

den aequator van de spoor, in het laatste loodrecht op dezen geplaatst. Beide cellen deelen zich elk in 2 cellen, zoodat de voorkiem nu uit 4 als kogelkwadranten gerangschikte cellen bestaat. In enkele gevallen heeft in een der eerste dochtercellen, wanneer deze zich namelijk door meerdere grootte van hare zuster cel onderscheidt, nogmaals een deeling, evenwijdig aan den eersten wand, plaats, voordat de verdere deelingen ontstaan. Deze leiden allengs, wanneer zij in alle cellen regelmatig plaats grijpen, tot een voorkiem van ei- of ellipsvormige gedaante, wier cellen in een vlak liggen; of ook er vertoonen zich reeds zeer vroeg, dikwijls reeds bij 4 cellen, wanden, welke tot de vorming van een cellichaam leiden, en die bij de vlakvormig ontwikkelde voorkiemen zich eerst iets later in de middelste cellen voordoen. De aan de buitenzijde der voorkiem gelegen wanden der afzonderlijke cellen worden, in tegenoverstelling met de binnenste, dun blijvende wanden, zeer dik en differentieeren spoedig (dikwijls reeds aan de eencellige voorkiem te herkennen) twee membraanlagen, een buitenste, minder sterke en een binnenste, dikkere, die ter plaatse, waar de zijwanden der cellen aansluiten, met een boog in deze overgaat. De buitenste dezer beide membraanlagen wordt door chloorzinkjodiumoplossing licht bruingeel, de binnenste blauw gekleurd, zoodat men bij zulke jonge voorkiemen reeds met een gecuticulariseerde laag nevens de uit zuivere cellulose bestaande te doen heeft, iets, dat, samengenomen met de aanzienlijke dikte van beide celwandlagen, de voorkiem der *Marattia's* uitnemend karakteriseert. Ten slotte zij nog vermeld, dat later in een randcel of in 2 aan tegenovergestelde punten gelegen randcellen door het ontstaan van een scheeven wand een topcel gevormd wordt en dat de eerste wortelharen van de voorkiem eerst 15 weken na de uitzaaiing gevormd worden aan voorkiemen, welke reeds uit een tamelijk groot aantal cellen bestonden.

LUERSEN bepaalde zich tot deze weinige opgaven, uitvoeriger mededeelingen tot later uitstellend. Daarentegen scheen hem nu reeds de gemaakte gevolgtrekking wel geoorloofd, dat de radiaire sporen bij *Marattia* de normale, alleen tot voortplanting geschikte ontwikkelingsvorm zouden zijn.

Geruimen tijd later gaf LUERSEN eene tweede voorloopige mededeeling<sup>1)</sup>, door SCHENK den 14<sup>en</sup> Mei 1875 in de zitting der Naturforschenden Gesellschaft

---

1) Zie *Bot. Zeitg.* 1875 n<sup>o</sup>. 32 en 33.

te Leipzig gedaan. Daar zijn materiaal van onderzoek was afgestorven, had LUERSEN den 5<sup>den</sup> Januari 1874 opnieuw sporen van *Marattia cicutaefolia* Klf. en van *Angiopteris evecta* Hoffm. uitgezaaid, van welke intusschen slechts de eersten een klein getal van goed ontwikkelde prothalliën vormden. Op den 20<sup>sten</sup> Januari werd in beide gevallen het eerste ontstaan van vlokkige chlorophylmassa's, rondom de celkern van de spoor gelegen, opgemerkt, welke na verloop van weinige dagen den vorm van korrels aannamen. Spoedig nadat dit geschied was, barstte ook het exosporium, bij *Marattia cicutaefolia* echter eerst slechts bij de radiair-, niet bij de bilateraal-gebouwde sporen. Van de laatsten meende LUERSEN vroeger<sup>1)</sup> te moeten aannemen, dat zij niet kiemen, daar zij vele weken na de uitzaaiing onveranderd waren. Intusschen hadden nieuwe onderzoekingen hem geleerd, dat ook de bilaterale sporen kiemen, maar eerst laat en op een wijze geheel van de normale afwijkend, dewijl het naar buiten komende endosporium sterk knodsvormig verlengd wordt en zijn eerste deelingen op de wijze der voorkiemen van de Polypodiaceeën maakt. Bij de radiaire sporen blijft het endosporium als eerste voorkiemcel bolvormig of bijna bolvormig. Haar grootkorrelig chlorophyl is tegen den wand alsmede om de kern gelegen en gewoonlijk vindt vóór de eerste deeling nog een sterke groei plaats, welke dikwijls vele dagen aanhoudt, zoodat de diameter 6 tot 10 maal grooter dan de sporen wordt. De eerste wand is nu eens loodrecht op den aequator der spoor, dan weer aan dezen evenwijdig of bijna evenwijdig geplaatst. Terwijl echter bij *Angiopteris* uit de onderste cel reeds nu de eerste haarwortel gevormd wordt, komt deze bij *Marattia* eerst veel later te voorschijn, wanneer de voorkiem reeds uit vele cellen bestaat.

In het volgende stadium van deeling worden in den regel de quadrantwanden gevormd, op welke dikwijls reeds nu octantwanden volgen, zoodat de voorkiem vroeg tot een celkogel wordt. Even dikwijls scheiden echter ook de quadrantcellen vooraf segmenten af, welke de voorkiem van *Marattia* eerst tot een celvlak maken; enkele malen (bij *Angiopteris*) wordt zelfs een cel-draad gevormd. Dikwijls wordt een topcel gevormd, wier verjonging beperkt is.

---

1) Zie bladz. 5 en 6 onderaan.

Bij vlakvormig ontwikkelde voorkiemen van *Marattia* wordt het benedenste gedeelte spoedig door aan de onderzijde evenwijdigen wanden in een celkussen veranderd, waaraan dan de haarwortels ontspringen. Bij de voorkiemen, welke zich terstond als een cellichaam voordoen, wordt later in 't bijzonder de voorste helft, welke in elk geval hartvormig of onregelmatig gelobd wordt, door het achterwege blijven der horizontale deelingen ten minste plaatselijk tot een vlak uit één laag cellen bestaande, hetwelk door radiale en tangentiale deelingen in de randcellen grooter wordt. Veelvuldig voorkomende adventiefspruiten maken later menige voorkiem zeer onregelmatig, soms zelfs aan de oppervlakte golvend-gelobd. De groei is uiterst langzaam, zoodat eerst na verloop van meer dan een jaar de eerste antheridiën gevonden werden, terwijl ook dan nog tusschen voorkiemen, die reeds zoo ver in ontwikkeling gevorderd waren, er andere gevonden werden, welke slechts uit weinige cellen opgebouwd waren. Reeds vroeg echter onderscheiden zich de voorkiemen door ontwikkeling eener plaatselijk tamelijk dikke cuticula, alsmede door de donkergroene kleur, van andere voorkiemen van *Varens*. De antheridiën worden zoowel op de onder- als bovenzijde van de voorkiem gevormd, nooit, voor zoover tot heden werd waargenomen, aan den rand. Zij ontstaan bij voorkeur in de streek van het bijna halvebolvormig uitspringende weefselkussen van de onderzijde, daar, waar geen der over 't geheel niet in grooten getale gevormde haarwortels meer voorkomen. Altijd liggen zij in het weefsel van de voorkiem weggedoken; nooit komen zij, zooals bij andere *Varens* het geval is, halvebolvormig te voorschijn. Een cel der oppervlakte van de voorkiem wordt door een slechts weinig gebogen horizontalen wand verdeeld in een buitenste, kleine dekselcel en een groote, binnenste moedercel der spermatozoïden, nadat het korrelig chlorophyl is opgelost, zoodat het hoogstens in de dekselcel aan het plasma nog een groenachtige tint geeft. De dekselcel verdeelt zich door een dikwijls ietwat gebogen verticalen wand in 2 zusterzellen van ongelijke grootte, waarvan de kleinste zich weer op gelijke wijze zoodanig deelt, dat een kleine cel, gelijkende op een gelijkbeenigen driehoek met weinig gebogen zijden, ontstaat, waaruit eindelijk door een derden wand de top als een kleiner driehoek zich afscheidt. Van de 4 aldus ontstane dekselcellen wordt de jongste (middelste) bij het naar buiten komen der spermatozoïden doorbroken, terwijl de 3 andere dikwijls nog verdere onregelmatige deelingen maken. Ligt de

moedercel van het antheridium in het gedeelte van de voorkiem, dat uit één laag cellen bestaat, zooals hier en daar het geval is, dan worden er aan beide zijden dekselcellen van afgescheiden. De cellen binnen de voorkiem, welke de moedercel der spermatozoïden omgeven, deelen zich dikwijls zoodanig, dat een mantel van smalle, tafelvormige cellen, die de moedercel meer of minder volkomen omsluit, gevormd wordt. De moedercel zelve verdeelt zich, door kruiselings naar alle drie richtingen der ruimte afwisselende wanden, in een groot aantal van ten laatste rond wordende cellen, waarvan elke de moedercel van een spermatozoïd is. De spermatozoïden vertoonen geen opmerkenswaardige verschillen met dezelfde organen van andere Varens.

Archegoniën van Marattiaceeën waren den 14<sup>den</sup> Mei 1875 door LUERSSEN nog niet gevonden, terwijl hij ten slotte mededeelt, dat de uitvoerige, door talrijke figuren opgehelderde beschrijving der tot nu toe gedane waarnemingen op een andere plaats zou gegeven worden.

Onze kennis van de geslachtsgeneratie der Marattiaceeën bepaalde zich alzoo door de onderzoekingen van LUERSSEN tot het volgende: de sporen zijn niet alleen bij een en dezelfde soort, maar zelfs in hetzelfde sporangium van tweeërlei vorm, namelijk radiaal en bilateraal; uit hetgeen bij de kieming van *Marattia eicutaefolia* Klf. werd waargenomen, bleek, dat uit de eersten normaal ontwikkelde, uit de laatsten in den beginne draadvormige voorkiemen ontstaan. In de eerste voorkiemcel, welke bij de radiaire sporen bolvormig wordt, legt zich het chlorophyl tegen den wand. De nu volgende deelingen leiden tot het ontstaan van een vlakvormige of lichamelijke voorkiem, welke donkergroen van kleur is en plaatselijk een tamelijk dikke cuticula bezit, terwijl na verloop van meer dan een jaar antheridiën gevormd worden, welke nooit boven de oppervlakte der voorkiem uitsteken.



# ONDERZOEKINGEN VAN DEN SCHRIJVER.

---

## I. Vroegere mededeelingen.

Voordat de eerste mededeeling van LUERSEN over de eerste kiemingsstadiën van *Marattia cicutaefolia* mij bekend werd, waren mijne culturen van verschillende soorten van de geslachten *Angiopteris* en *Marattia* begonnen en had ik reeds de eerste ontwikkelingstoestanden waargenomen. Nadat ik zijne beschrijving gelezen had, zag ik, dat er niet de geringste reden bestond, mijne culturen te staken, daar LUERSEN's onderzoekingen slechts liepen over één soort van *Marattia*; dit was te minder noodig, daar de uitvoerige mededeeling, door den schrijver beloofd, nog niet verschenen was, hetgeen toch het vermoeden wettigde, dat zijne zaailingen waren afgestorven, hetwelk bij de groote bezwaren, aan de kieming verbonden, gemakkelijk het geval kon zijn. Dit is dan ook, zooals uit zijne tweede mededeeling <sup>1)</sup> blijkt, werkelijk het geval geweest.

Nadat ik van deze laatste kennis gekregen had, heb ik gemeend van mijne onderzoekingen de voorloopige uitkomsten, die voornamelijk betrekking hadden op

---

1) Zie bladz. 15 bovenaan.

Marattia Kaulfussii J. Sm., te mogen mededeelen, vooral daar deze op een hoofdpunt in strijd waren met de resultaten door LUERSEN verkregen. Prof. RAUWENHOFF had de goedheid, die uitkomsten in de zitting der Koninklijke Akademie van Wetenschappen<sup>1)</sup> te Amsterdam van 25 September 1875 bekend te maken.

Uit mijne waarnemingen was mij gebleken, dat van de radiaire en bilaterale sporen bij Marattia slechts de laatstgenoemden kiemden, terwijl de eerstgenoemden in het geheel geen verschijnselen van kieming opleverden, hetgeen voor beide vormen van sporen juist het tegengestelde was van hetgeen LUERSEN in zijn eerste mededeeling<sup>2)</sup> had gemeld. Wel had LUERSEN in zijn tweede mededeeling de gevolgtrekking, door hem in de eerste gemaakt (dat namelijk de radiaire sporen bij Marattia de normale, alleen tot voortplanting geschikte ontwikkelingsvorm zijn) teruggetrokken, daar hij later gezien had, dat ook de bilaterale sporen kiemden; maar met de door hem in de tweede mededeeling gegeven uitspraak<sup>3)</sup>, dat de laatstgenoemden zouden kiemen op een wijze geheel verschillend van de radiaire, kon ik mij evenmin vereenigen. Bij mijne culturen kiemden bij Marattia uitsluitend de bilaterale sporen en deze vormden òf terstond een vlakvormige of lichamelijke òf eerst een draadvormige voorkiem. Het verschil in kieming, hetwelk LUERSEN in het verschil tusschen de sporen meende gevonden te hebben, kon dus onmogelijk hieraan toegeschreven worden. De oorzaak van dit onderscheid vond ik, door rekening te houden met de verschillende omstandigheden, waaronder de sporen kiemen, wanneer zij vrij of nog opgesloten binnen het sporangium zijn uitgezaaid. In het eerste geval vindt men weinig of geen draadvormige voorkiemen; zijn daarentegen de sporen nog in het sporangium liggende uitgezaaid, dan vindt men zeer vele draadvormige voorkiemen en het vermoeden was dus gewettigd, dat bij de vorming van deze laatsten een groote rol moest worden toegeschreven aan den invloed van het licht. Van daar, dat men dan ook in mijne voorloopige mededeeling vond aangegeven, dat veelvuldig de eerste cel, die uit de spoor ontstaat, niet bol- maar knodsvormig

---

1) Zie *Proces-Verbaal* van de gew. verg. der *Afd. Natuurkunde* der *Koninkl. Akad. v. Wet. te Amsterdam* van 25 Sept. 1875. — Overgenomen in de *Bot. Zeitg.* 1876, n<sup>o</sup>. 12.

2) Zie bladz. 13 en 14 onderaan.

3) Zie bladz. 15 onderaan.

is; dat door herhaalde deelingen uit deze cel aanvankelijk een draadvormig prothallium ontstaat en dat deze toestanden, — vooral voorkomende, wanneer de sporen binnen het sporangium of dicht opeengehoopt kiemen, — te beschouwen zijn als wijzigingen of abnormale vormingen, ten gevolge van gebrek aan licht en ruimte

Overigens bevatte mijne mededeeling nog een korte beschrijving van de ontwikkeling van de voorkiem en van de antheridiën van *Marattia Kaulfussii*, welke niet in alle punten met die van LUERSEN overeenstemde; maar op de verschillen ga ik te dezer plaatse niet verder in. Tevens voegde ik er nog aan toe, dat de ontwikkeling der prothalliën bij andere soorten van *Marattia* over 't geheel met die bij *Marattia Kaulfussii* overeenkwam, en dat bij *Angiopteris* de antheridiën reeds zichtbaar werden vier maanden na uitzaaiing der sporen.

Kon ik toen nog niets mededeelen omtrent de archegoniën, daar deze nog niet gevonden waren, zoo gelukte het mij toch na eenigen tijd bij voortgezette cultuur geslachtsrijpe prothalliën te verkrijgen, hetgeen tot een tweede mededeeling <sup>1)</sup>, eveneens door Prof. RAUWENHOFF op mijn verzoek in de zitting van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen van 27 Mei 1876 gedaan, aanleiding gaf, waarin aan de korte beschrijving der archegoniën van *Angiopteris* en *Marattia* nog toegevoegd werd, dat de prothalliën der *Marattiaceeën* monoecisch zijn met neiging tot dioecie <sup>2)</sup>.

---

1) Zie *Proces-Verbaal* van de gew. verg. der *Afd. Natuurkunde* der *Koninkl. Akad. v. Wet.* te *Amsterdam* van 27 Mei 1876.

2) Een iets uitvoeriger beschrijving van de geslachtsgeneratie der *Marattiaceeën* vindt men in mijne in het Duitsch geschreven mededeeling, voorkomende in de *Actes du Congrès international de botanistes etc. à Amsterdam* 1877 p. 163—171.

Verder heb ik een mededeeling omtrent den bouw en de kieming der sporen en de ontwikkeling van de voorkiem, toegelicht door figuren, gegeven in de *Bot. Zeitg.* 1878, n<sup>o</sup>. 9 en volg.

---

## II. Opmerkingen over de cultuur.

---

Reeds vroeger <sup>1)</sup> zagen wij, dat het METTENIUS en HARTING ondanks vele pogingen niet gelukt is de sporen der Marattiaceëen te doen kiemen, om van de ongelukkige uitkomsten, door VON MERCKLIN verkregen, nu maar verder te zwijgen. Ook bij LUERSSEN <sup>2)</sup> gingen de culturen te gronde en ik zelf moet erkennen, dat van mijne eerste uitzaaiing, waarvoor sporen van verscheidene soorten van de geslachten *Marattia* en *Angiopteris* gebruikt werden, onbedreven als ik toen nog was, betrekkelijk weinig is terecht gekomen. Eerst later ben ik door herhaald uitzaaien, door groote voorzorgen en voortdurend toezicht geslaagd en, naar ik mag zeggen, volkomen geslaagd, niet alleen bij de kieming der sporen en ontwikkeling der voorkiemen, maar ook bij het verkrijgen van jonge planten. Ik meen, dat het daarom niet ondienstig kan zijn, omtrent mijne wijze van cultuur eenige opmerkingen mede te deelen, daar deze meerendeels van algemeenen aard zijn en bij de cultuur van vele andere Cryptogamen in toepassing gebracht, zeer zeker even goede uitkomsten zullen opleveren.

Een hoofdbezwaar is het verkrijgen van goed materiaal voor het onderzoek. Wel worden in verschillende botanische tuinen exemplaren van *Marattia* en *Angiopteris* gevonden en komen dientengevolge de sporen ook op de zaadlijsten van deze inrichtingen voor, maar het materiaal, dat men gewoonlijk ontvangt,

---

1) Zie bladz. 12.

2) Zie bladz. 15 bovenaan.

is ongeschikt, daar het, door onkundige hand verzameld, of te rijp of nog niet rijp genoeg is.

Goed materiaal, in staat om gezonde voorkiemen te geven, moet afkomstig zijn (natuurlijk *ceteris paribus*) van krachtige planten, wier sporangiën hun volle rijpheid bereikt hebben en op het punt staan van open te gaan. Men moet dus bladen kiezen, waaraan enkele sporangiën reeds geopend zijn; men kan dan vrij zeker er op vertrouwen, dat de overigen rijp zullen wezen. Dan hebben ook de sporen haar volkomen ontwikkeling bereikt en zijn verreweg het best voor uitzaaiing geschikt.

Het spreekt wel van zelf, dat het verkieslijkst is, de sporen microscopisch te onderzoeken. Na eenige vergelijking leert men dan al spoedig de eigenschappen van de rijpe spoor<sup>1)</sup> kennen, en men voorkomt de teleurstelling van, bij overigens uitstekende voorzorgen, geen of gebrekkige uitkomsten te verkrijgen.

Zijn de sporen te oud, dan kiemen zij in 't geheel niet. Uit de afbeeldingen, door HARTING<sup>2)</sup> van de sporen van *Angiopteris Teysmanniana* gegeven, blijkt mij, dat dit bij zijne onderzoekingen het geval moet geweest zijn en dat hieraan zonder twijfel het mislukken der kieming moet worden toegeschreven. Zijn daarentegen de sporen te jong, dan kiemen zij nog dikwijls later (soms eerst na meer dan een jaar uitgezaaid geweest te zijn), maar zij leveren slechts zwakke voorkiemen, welke niet opgewassen blijken te wezen tegen den strijd om het leven en zeer spoedig afsterven.

Een andere vraag is deze, welke tijd het geschiktst is voor uitzaaiing der sporen? De beantwoording hiervan hangt af van die der vraag, waar de cultuur zal plaats hebben. Geschiedt deze, zooals gewoonlijk en zooals ook met mijne culturen het geval is geweest, in een plantenkas, dan is zeer zeker het laatste gedeelte van het najaar en de winter de geschiktste tijd, daar dan het zonlicht niet te sterk en de warmtegraad beter te regelen is. Wil men daarentegen op eene andere plaats, b. v. in een laboratorium, zijn culturen volbrengen, dan is het vrij onverschillig, welken tijd van het jaar men kiest, daar men op alle tijden ge-

1) Zie het volgend hoofdstuk „Over den bouw der sporen.”

2) *Monographie des Marattiacées* par W. H. DE VRIESE et P. HARTING, pl. VIII fig. 23. Zie ook het volgende hoofdstuk „Over den bouw der sporen.”

schikt materiaal verkrijgen kan, wanneer men over een zeker getal planten te beschikken heeft. Aan de cultuur in laboratorien zijn echter ook eigenaardige zwaarigheden verbonden, b. v. het regelen der temperatuur en vochtigheid, bezwaren, welke, hoewel niet onoverkomelijk, toch door de trage ontwikkeling van sommige voorkiemen veel moeite zouden veroorzaken.

Wanneer men nu door microscopisch onderzoek zeker is van zijn materiaal, welke maatregelen dient men dan verder te nemen om te slagen?

Het geschiktste materiaal, hetwelk als substraat gebruikt kan worden voor het uitzaaien der sporen, bleek mij turf te zijn en wel een soort zware, zeer donker gekleurde turf. Ook andere grondstoffen kwamen in gebruik, zooals zand, een mengsel van zand en tuinaarde enz., maar geen enkele leverde die goede uitkomsten, welke met turf verkregen werden. Nu is het algemeen bekend, dat turf tal van kiemen en sporen van dieren en planten, van Insecten, Wormen, Algen, Fungi, Mossen enz. bevat, welke, gebracht onder omstandigheden, gunstig voor de cultuur van het uitgezaaide materiaal van onderzoek, in grooten getale voor den dag komen en een strijd op leven en dood aanbinden met de teedere plantjes, welke er niet tegen opgewassen zijn. Of sommige nu al, zooals Algen en protonema's van Mossen, hen wel niet als voedsel gebruiken, maar slechts bedekken, en hun daardoor licht en ruimte, beide zoo noodig voor een goede cultuur, ontnemen of dat anderen zich met hen voeden, is in de gevolgen natuurlijk hetzelfde. Nergens wordt dan ook de strijd om het bestaan heftiger gestreden dan in deze kleine, dikwijls microscopische wereld, en de jeugdige voorkiemen zouden moeten bezwijken tegen hun sneller zich ontwikkelende of krachtiger gebouwde mededingers in plant- en dierenwereld, zoo niet de machtige hand van den onderzoeker in dezen ongelijken strijd zoo veel mogelijk te hulp kwam. Het beste en eenvoudigste middel, waardoor alle kiemen vernietigd worden, is alles wat bij de culturen gebruikt wordt, zooals turf, potjes enz. gedurende geruimen tijd te koken. Heeft men dit gedaan, dan zorg men, dat de sporangiën, wier sporen men wenscht uit te zaaien, gezuiverd zijn van alle mogelijk daaraan vastgehechte voorwerpen, zooals sporen van Varens, enz., die bijna altijd daaraan voorkomen, maar gemakkelijk door middel van een penseel verwijderd kunnen worden. Nu kan men de sporen uitzaaien hetzij nog liggende in het sporangium, hetzij geheel vrij. In het eerste geval heeft men natuurlijk de sporangiën slechts op het substraat te leggen;

deze wijze van uitzaaien, waardoor meerendeels onregelmatige ontwikkelingsvormen, vooral bij het begin der kieming, ontstaan, levert juist daarom echter ook een zeker voordeel op, daar zij namelijk vormen doet kennen, welke anders dikwijls onbekend blijven en menigmaal de normale cultuur beter leert begrijpen. Wil men de sporen vrij uitzaaien, dan kan dit het best geschieden, door sporangiën, die op het punt staan van zich te openen, op te sluiten in glad papier, waarin zij dan gewoonlijk zeer spoedig (hetgeen vooral van de meerdere of mindere rijpheid afhankelijk is) opengaan; de sporen komen dan vrij en kunnen op het substraat uitgestrooid worden, nadat de hulsels der sporangiën zijn weggenomen; men kan natuurlijk deze laatsten, wanneer zij met de sporen zijn uitgestrooid, ook van het substraat wegnemen, zoo men dit gemakkelijker vindt. Ook op een andere wijze kunnen de sporen vrij gemaakt worden, door namelijk de sporangiën, in een keukenzoutoplossing van 1 op 200 te openen, wanneer men door microscopisch onderzoek er zeker van is, dat de sporen rijp zijn; dit heeft echter het nadeel, dat hierbij vele sporen gebroken worden en verloren gaan met het wegnemen der stukken van de sporangiën.

In ieder geval moet men steeds zorgen een gedeelte van den voorraad van sporen vrij uit te zaaien, daar men er dan op kan vertrouwen, dat men normale ontwikkelingstoestanden van voorkiemen zal verkrijgen, ten minste zoo men de sporen in niet al te groote hoeveelheid uitzaait. Anders ontstaan dezelfde vormen, welke te voorschijn komen uit sporen, die, nog in het sporangium liggend, kiemen, omdat ook dan door bedekking de sporen bij hare ontwikkeling niet de noodige ruimte hebben en geen voldoende licht bekomen. Een te dicht uitgezaaide cultuur geeft spichtig opschietende, bleek uitziende individu's, teringlijders onder hun natuurgenoeten, welke zeer vroeg antheridiën vormen en spoedig afsterven.

Men zaaie dus niet te veel, maar men zaaie ook niet te weinig uit. Doet men het laatste en komen daardoor de voorkiemen te ver van elkaar te staan, dan zal dit de bevruchting tegenwerken, daar deze zonder eenigen twijfel slechts hoogst zelden zal geschieden door spermatozoïden, van dezelfde voorkiem afkomstig, omdat de archeconiën meest aan de onderzijde, de antheridiën meerendeels aan de bovenzijde gevonden worden bij voorkiemen, welke beiderlei geslachtsorganen voortbrengen; en dewijl bovendien de archeconiën bijna altijd hooger

dan de antheridiën voorkomen <sup>1)</sup> en meest later dan deze zich ontwikkelen. Te afgezonderd, te zelfstandig levende voorkiemen zullen dus geen nakomeling-schap voortbrengen; zij gaan voort met te groeien, met talrijke archegoniën te vormen, eerst aan de onder-, later ook aan de bovenzijde <sup>2)</sup>, vruchteloos wachtende op

den kleinen, kleinen Mann,  
der Gutes, leider auch so Böses schaffen kann.

Wanneer nu op de boven beschreven wijze de sporen zijn uitgezaaid, komen de potjes (gewone aarden potjes) te staan in een vierkanten ijzeren bak, waarin eene een paar centimeters dikke laag zand zich bevindt; over elk potje wordt een glazen stolpje geplaatst, dat met zijn rand in het zand sluit, terwijl daarna in den bak een zoo groote hoeveelheid water wordt gebracht, dat dit iets hoger staat dan het zand. Dit water wordt telkens vernieuwd; te dien einde kan men door een opening in den bodem van den bak, welke willekeurig gesloten en geopend kan worden, het vroegere water laten afloopen. Van tijd tot tijd wordt ook de bak geheel schoon gemaakt en nieuw zand daarin gedaan. Daar er stolpjes over de potjes zijn, zoo kunnen deze laatste nooit rechtstreeks begoten worden, hetgeen natuurlijk ook bij zulke kleine plantjes als voorkiemen volstrekt niet wenschelijk is; maar de turf in de potjes bekomt genoeg water door de opening, welke zich steeds in den bodem daarvan bevindt, terwijl onder de stolpjes een zeer vochtige atmosfeer ontstaat, zoodat waterdruppels tegen den binnenwand der stolpjes zich neerslaan. Zonder deze vochtige atmosfeer zou de cultuur onmogelijk zijn; zij is een eerste vereischte.

De aldus ingerichte bak nu bevindt zich in de onmiddellijke nabijheid van het verwarmingstoestel van een der plantenkassen, waar, met uitzondering van de warme zomermaanden, dag en nacht gestookt wordt. Reeds vroeger zagen wij, dat de zomermaanden niet de beste zijn voor de cultuur, omdat dan de warmtegraad in den loop van 24 uren te veel verschillen kan en het dikwijls zeer lastig is, het al te sterke zonlicht te regelen, hetgeen nadeelig voor de culturen is,

1) Zie Pl. **III**, fig. **55**, **56** en **57**.

2) Zie Pl. **III**, fig. **56** en **57**.



hoewel ook voor deze licht van een bepaalde intensiteit noodig is. Maar evenzeer als vochtige lucht, is vooral warmte een onmisbaar vereischte, en de ondervinding heeft mij geleerd, hoewel daarvoor door mij geen opzettelijke proeven genomen zijn, dat het beste is, den warmtegraad van het water in den bak te houden op 20° à 25° C.

Hoeveel voorzorgen men nu ook bij het uitzaaien moge genomen hebben, men moet toch, vooral waar de cultuur in den regel zoo uiterst langzaam is als bij de Marattiaceën, bijna dagelijks zijne culturen bewaken, wil men zich niet bloot stellen aan groote teleurstellingen, door te lang uitstel veroorzaakt. Het spreekt van zelf, dat het gemakkelijk kan gebeuren, dat bij het uitzaaien of later, toch nog vreemde sporen of kiemen op de potjes geraken, hoezeer men ook moge oppassen, dat zulks niet geschiede. Men ziet dan ook somtijds, kort na de uitzaaiing, enkele voorkiemen te voorschijn komen, die slechts den beginner vreugde, maar dan toch ook maar een korte vreugde, veroorzaken.

Men vertrouwe de sporadische, vroegtijdig zich vertoonende voorkiemen nooit; bij onderzoek van den wand der sporen, die in den beginne steeds aanwezig is, blijkt het zeer spoedig, dat zij van andere, gemakkelijker kiemende sporen afkomstig, dus kaf onder het koren zijn. Met het ongewapend oog de culturen onderzoekende, kan men alleen dan er vrij zeker van zijn, dat de sporen werkelijk kiemen, wanneer men op vele plaatsen een groenachtige tint waarneemt, daar zij meerendeels ongeveer gelijktijdig zich beginnen te ontwikkelen; brengt men een kleine hoeveelheid er van onder den microscoop, dan is natuurlijk een enkele blik op den wand der sporen voldoende, om te beslissen of men met het echte materiaal te doen heeft. Men vergete dan ook nooit dit laatste te doen, daar het steeds noodzakelijk is; had men het wat minder nagelaten, ik ben er zeker van, dat we dan niet zoo veel verhandelingen over de kieming van sporen zouden bezitten, maar ook niet zoo veel verkeerde opgaven.

Maar de vreemde voorkiemen, welke zich op de culturen vertoonen, zijn niet de gevaarlijkste vijanden en gemakkelijk te verwijderen. Gevaarlijker zijn lagere Algen, protonema's van Mossen of Fungi, welke in korten tijd in groote hoeveelheden voor den dag kunnen komen. Vertoonen zich deze, dan is het bijna onmogelijk ze weer te verwijderen; het beste middel is dan, te redden wat te redden valt, namelijk de voorkiemen, hoe klein ook, op een ander potje over te brengen, natuurlijk alleen die, welke nog niet bedekt zijn door de snel groeiende of zich

sterk vermenigvuldigende vijanden; de anderen moeten ondergaan in den strijd om het leven. Hoewel zulke verwoestingen niet altijd kunnen voorkomen worden, zoo zijn zij toch grootendeels een gevolg hiervan, dat men niet genoeg zorgen aan zijn culturen wijdt. Schrijver dezes beschouwt nog dikwijls met diep weemoedigen blik sommige zijner culturen, die, in den beginne met zorg gekweekt en bewaakt, een schitterende nakomelingschap beloofden, en thans, ten gevolge van onachtzaamheid, zulk een schamelen oogst hebben opgeleverd.

Ook zelfs zonder dat op de culturen dergelijke vijanden zich vertoonen, is het goed van tijd tot tijd, vooral wanneer de voorkiemen een zekere grootte bereikt hebben, deze op versche potjes over te brengen, waardoor een krachtiger ontwikkeling bevorderd wordt; men neme daarbij natuurlijk dezelfde voorzorgen in acht, als vroeger zijn aangegeven en brenge ze op de oude plaats terug, onder dezelfde omstandigheden van vochtigheid, warmte, enz.

Op de in de vorige bladzijden beschreven wijze nu, zijn door mij talrijke soorten van de geslachten *Angiopteris* en *Marattia* gekweekt en met het beste gevolg. Al die soorten hier op te noemen acht ik overbodig, te meer daar het ten opzichte van sommigen zeer twijfelachtig is, of zij wel werkelijk voor soorten kunnen doorgaan en niet veeleer als variëteiten moeten beschouwd worden. Wanneer ik dan ook in 't vervolg hetzij in den tekst, hetzij bij de verklaring der figuren, bepaalde soortsnamen aangeef, dan wensch ik daarmede niet beschouwd te hebben, dat ik ze als zoodanig erken, maar slechts aan te geven, onder welken naam de plant, waarvan de sporen afkomstig zijn, bekend staat.

Aan het slot van mijne opmerkingen over de cultuur, wensch ik nog even de aandacht te vestigen op een mededeeling van E. MAYER<sup>1)</sup> over het kweken van *Varens* uit sporen. Deze mededeeling werd mij bekend door een referaat, voorkomende in *JUST's Bot. Jahresbericht*, III bladz. 330. Daaruit bleek mij, dat ook MAYER reeds vroeger tal van de door mij aangegeven voorzorgsmaatregelen in praktijk had gebracht en evenzeer met uitstekend gevolg. MAYER voegt daaraan toe eenige opmerkingen omtrent de kieming van *Marattia latifolia*. Uit zijne opgaven kan niet uitgemaakt worden, of hij werkelijk goede

---

1) Zie REGEL's *Gartenflora* 1875 bladz. 45 en volg.

kiemingstoestanden heeft gehad; maar zijn zorgvuldige en in 't algemeen hoogst verdienstelijke wijze van uitzaaien doet me zulks gelooven. MAYER zelf noemt zijn mededeelingen schraal, en waar hij de kieming van *Marattia* analoog aan die der *Polypodiaceeën* noemt, zijn deze zelfs geheel onjuist. Maar daar hij blijkbaar zijn onderzoekingen slechts gedaan heeft om jonge planten te verkrijgen, zoo zou het onbillijk zijn andere eischen te stellen.

---

### III. Bouw der Sporen.

---

Zooals METTENIUS<sup>1)</sup> en LUERSEN<sup>2)</sup> reeds hebben opgemerkt, zijn de sporen der *Marattia*'s van tweeërlei gedaante. In verreweg de meeste gevallen zijn zij bilateraal of niervormig en gelijken in vorm wel eenigszins op boontjes (Pl. I. fig. 1 en 2); zij bezitten aan hare concave zijde eene lijst, welke niet volkomen tot de einden der spoor zich uitstrekt (Pl. I. fig. 2).

Buitendien komen nog radiaire<sup>3)</sup> of kogel-tetraëdrische sporen voor, echter slechts in geringen getale. Deze bestaan uit een bolsegment, aan welks vlakke zijde zich een tetraëder bevindt; op elke der drie opstaande ribben ziet men een lijst, welke van den top der spoor (het vereenigingspunt der drie lijsten) af gerekend, ongeveer ter halver hoogte dezer ribben eindigt (Pl. I. fig. 3).

De oppervlakte der sporen, zoowel der radiaire als der bilaterale, is met wratachtige stekeltjes bezet. Hare membranen zijn doorschijnend en kleurloos, en haar inhoud bevat een groot aantal glinsterende droppeltjes; de celkern, waarvan protoplasmadraden naar den omtrek uitgaan, vertoont zich nu eens als een heldere vlek en is dan weer onzichtbaar; daarentegen komt zij bij oude sporen of bij

---

1) In zijn werk *Fil. hort. bot. Lips.* schrijft METTENIUS op bladz. 118: „die Sporen der cultivirten Arten erreichen niemals ihre normale Ausbildung und sind bei der nämlichen Art bald länglich, bald kugelig, bald mit einer, bald mit drei Leisten versehen.“

2) SCHENK und LUERSEN *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot. I.* bladz. 328.

3) De uitdrukkingen: radiaire en bilaterale sporen zijn van Russow afkomstig en worden tegenwoordig algemeen gebruikt. Zie Russow's *Vergleich. Unters.* bladz. 88.

zoodanige, welke verscheidene dagen in een jodiumoplossing gelegen hebben, zeer duidelijk te voorschijn.

Maakt men van de sporen, die daarvoor in een gomoplossing zijn ingesloten, doorsneden, dan ziet men, dat de wand der sporen uit drie lagen bestaat (Pl. I. fig. 4). De binnenste laag vormt het endosporium, terwijl het exosporium twee lagen vertoont: een buitenste, minder sterke en een binnenste, dikkere. Deze beide lagen laten elkaar dikwijls los, en dan blijkt duidelijk, dat de wratachtige stekeltjes hun oorsprong, niet zooals LUERSSEN<sup>1)</sup> aangeeft, van de buitenste, maar van de binnenste laag van het exosporium nemen.

Voegt men aan de sporen kali toe, dan wordt het exosporium zeer fraai goudgeel gekleurd, terwijl bij behandeling met in joodkalium opgelost jodium de sporen een geelbruine kleur aannemen. Volgens LUERSSENS'S onderzoekingen had dit laatste reagens niet denzelfden invloed op de bilaterale als op de radiaire sporen; terwijl volgens hem de laatsten zeer snel gekleurd worden, de membranen helder geelbruin, de inhoud intensief donkerbruin, bleef daarentegen de fijnkorrelige, tot klompen saamgebalde inhoud, alsmede de membraan der eersten, zelfs na langer liggen in overvloedig voorhanden jodiumoplossing, zoo goed als kleurloos.<sup>2)</sup> Ik vind echter dit verschil niet en bij mijne onderzoekingen heeft het genoemde reagens op beiderlei sporen steeds dezelfde uitwerking gehad.

De lengte der bilaterale sporen bedraagt meest 0,027—0,029 mm. (Pl. I. fig. 1 en 2 I), de breedte 0,018—0,020 mm. (ibid. b), de dikte 0,020—0,022 mm. (ibid. d). De radiaire sporen hebben in de meeste gevallen een diameter van 0,025—0,027 mm. (Pl. I. fig. 3).

Wat nu de door mij onderzochte soorten van het geslacht *Angiopteris* betreft, zoo worden ook hier, evenals bij *Marattia*, de tweeërlei vormen van sporen, namelijk bilaterale (Pl. II. fig. 28) en radiaire (Pl. II. fig. 29), gevonden. De laatsten zijn hier echter, in tegenstelling met hetgeen bij het geslacht *Marattia* het geval is, in veel grooter getale voorhanden dan de eersten.

1) SCHENK und LUERSSEN *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot.* I. bladz. 333.

2) Zie bladz. 13.

Volgens METTENIUS <sup>1)</sup> komen bij *Angiopteris spora globosae striis tribus notatae* voor, terwijl eveneens door TSCHISTIAKOFF van *Angiopteris longifolia* slechts radiaire sporen worden vermeld. De tegenspraak tusschen de opgave van deze beide onderzoekers en de mijne is slechts schijnbaar en wordt door de waarnemingen van LUERSSSEN <sup>2)</sup> opgehelderd; volgens hem komen bij de in tuinen gekweekte exemplaren van *Angiopteris evecta* de tweeërlei vormen van sporen, bilaterale en radiaire, voor, terwijl hij bij de in het wild gegroeide planten van de Samoa-eilanden, die hieromtrent onderzocht werden, slechts radiaire sporen kon vinden.

Met uitzondering der lijsten is de oppervlakte der sporen met zeer kleine knobbeltjes bezet.

Voor den inhoud der sporen geldt hetzelfde, als boven is aangegeven voor dien van *Marattia*.

Wanneer men zeer dunne sneedjes van den wand der sporen (Pl. II. fig. 30 en 31.) maakt, dan herkent men daaraan verscheidene lagen: een binnenste, tamelijk dikke, welke door chloorzinkjodiumoplossing blauw gekleurd wordt, dus uit cellulose bestaat, het zoogenaamde endosporium; hierop volgen twee of drie lagen, welke het exosporium samenstellen, terwijl ten laatste nog een buitenste laag gevonden wordt, het episporium, door TSCHISTIAKOFF perisporium <sup>3)</sup> genoemd.

1) *Fil. hort. bot. Lips.* bladz. 117.

2) SCHENK und LUERSSSEN *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot.* II. bladz. 31.

3) TSCHISTIAKOFF noemt dit episporium perisporium „pour distinguer cette sorte d'episporium de ce qui existe sur les oospores de champignons (*Peronospora*, *Cystopus*), où il s'est formé d'une tout autre manière, c'est-à-dire aux dépens de vrais epiplasma.” Volgens hem wordt het perisporium uit de binnenste laag der „Specialzelle” gevormd. Wie er meer van weten wil, kan dit vinden in de *Bot. Zeitg.* 1875, n<sup>o</sup>. 1, 2 en 3, waar TSCHISTIAKOFF een beknopte beschrijving van de ontwikkeling der sporen van *Angiopteris longifolia* heeft gegeven, terwijl zijn uitvoeriger mededeelingen hieromtrent voorkomen in de *Ann. des sc. nat.* 1874, T. XIX n<sup>o</sup>. 4 en 5. — Men vergelijk ook omtrent ditzelfde onderwerp LUERSSSEN (SCHENK und LUERSSSEN *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot.* II. bladz. 30 en volg.), die blijkbaar het perisporium niet heeft opgemerkt. — Daarentegen maakt HARTING er melding van in zijn onderzoek (*Monographie des Marattiacées* par W. H. DE VRIESE et P. HARTING, bladz. 55, Pl. VIII. fig. 23 a en b.). Over den bouw der sporen sprekende, schrijft hij: „elles possèdent au moins deux enveloppes: l'episporium et l'endosporium; quelques-unes (a et b) montrent en outre de petits appendices membraneux qui ne sont probablement que les restes des

De membranen zijn doorschijnend en kleurloos, met uitzondering echter van het perisporium, hetwelk geelachtig bruin is. De knobbeltjes, aan de oppervlakte der sporen voorkomende, zijn, zooals uit de figuren (Pl. II. fig. 30 en 31) duidelijk blijkt, afkomstig van het exosporium. Dit laatste wordt door kali goudgeel en, na verscheidene dagen in een jodiumoplossing gelegen te hebben, geelachtig bruin gekleurd.

De diameter der radiaire sporen bedraagt gemiddeld ongeveer 0,024 mm., terwijl de afmetingen der bilaterale sporen gewoonlijk met die der bilaterale sporen van *Marattia* overeenstemmen.

Worden de sporen aan eene zekere drukking blootgesteld, dan wordt het perisporium gedestrugeerd, omdat het zeer broos is; het komt dan ook dikwijls bij rijpe sporen niet meer voor.

Aan de beschrijving van den bouw der normale sporen van *Angiopteris* en *Marattia* wensch ik een paar woorden toe te voegen over dien der abnormale. Men vindt er, die de dubbele grootte der eersten hebben, ook de zoodanigen, welke meer of minder onregelmatig gelobd zijn. Deze vormen zijn ontstaan, zooals LUERSSEN <sup>1)</sup> aangeeft, door het achterwege blijven eener tweede deeling of omdat deze laatste niet volkomen heeft plaats gehad. Men verkrijgt daardoor allerlei vreemde vormen, waarvan men afbeeldingen kan vinden in de beide zoo even door mij aangehaalde verhandelingen van LUERSSEN.

Een andere wijziging is deze, dat namelijk bij sommige bilaterale sporen de lijst aan een harer einden een zeer korte gaffel bezit.

Zooals mij meermalen gebleken is, kunnen al deze abnormale vormen volkomen dezelfde ontwikkelingstoestanden opleveren als de normale sporen; zij mogen dus slechts abnormaal worden genoemd, wat haar vorm, niet wat de kieming betreft.

---

cellules génératrices." Hetgeen HARTING episporium noemt, heet tegenwoordig exosporium en de „petits appendices membraneux" zijn overblijfselen van het perisporium, dat zeer broos is.

Ik heb hierop reeds in mijn bovengenoemd opstel in de *Bot. Zeitg.* 1878 opmerkzaam gemaakt.

1) SCHENK und LUERSSEN *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot.* I. bladz. 332; Pl. XX, fig. 13 en 14 en II. bladz. 32, Pl. I, fig. 16.

Van veel belang is het te weten, waaraan men herkennen kan, dat de sporen te oud zijn om te kiemen; daarom wensch ik nog een korte mededeeling hieromtrent te geven. Oude sporen, zoowel van *Marattia* als van *Angiopteris*, hebben een geheel ander voorkomen dan de versche. Haar inhoud vertoont zich samengeklompt en hare membranen zijn aan een of meer punten ingezonken. Maar reeds zoodra de glinsterende droppeltjes in de spoor beginnen samen te vloeien, om eindelijk slechts een enkelen grooten druppel te vormen of zoodra zich ook maar de geringste inzinking vertoont, kan men zich de moeite van uitzaaien besparen. Zooals ik reeds in het vorige hoofdstuk gezegd heb, kan de mislukking der kieming van de sporen, door HARTING uitgezaaid, hieraan toegeschreven worden. Uit zijne beschrijving en afbeeldingen <sup>1)</sup> blijkt, dat zijn materiaal, hoewel nog niet zeer oud daar de droppeltjes nog gescheiden waren, toch niet meer geheel versch was, hetgeen de inzinking verraadt, welke in zijn figuren is aangegeven. Zijn de sporen dus niet meer volkomen opgezwollen, begint de inhoud, al is het ook nog maar weinig, samen te vloeien, dan kan men veilig zijne verdere onderzoekingen staken.

---

1) *Monographie des Marattiacées* par W. H. DE VRIESE et P. HARTING. bladz. 55 Pl. VIII, fig. 23.



#### IV. Kieming der sporen en ontwikkeling der voorkiem.

---

Terwijl bij alle door mij onderzochte Marattia's slechts de bilaterale sporen kiemen, zoo kiemen daarentegen van de sporen van het geslacht *Angiopteris* zoowel de radiaire als de bilaterale. Echter heb ik slechts zelden bij *Angiopteris* kiemende bilaterale sporen gevonden, hetgeen natuurlijk een gevolg hiervan is, dat bij het laatstgenoemde geslacht de bilaterale sporen, zooals wij in het vorige hoofdstuk gezien hebben, slechts in geringen getale voorkomen.

De sporen van *Angiopteris* kiemen zoowel met als zonder perisporium, hetgeen ik mededeel, omdat TSCHISTIAKOFF<sup>1)</sup> beweert, dat bij de rijpe sporen geen perisporium meer gevonden wordt.

De kieming der sporen begint onder gunstige omstandigheden zeer spoedig na de uitzaaiing. Terwijl mijn eerste zaaisel, deels omdat het gebrekkig materiaal was, deels ten gevolge van onvoldoende behandeling, zeer laat begon te kiemen, zoo was dit daarentegen veel vroeger het geval met de vele latere uitzaaiingen, welke ik deed. Wanneer ik nu alleen deze laatsten in aanmerking neem, dan mag ik aangeven, dat men de eerste kiemingsstadiën bij *Marattia* na verloop van 7—8, bij *Angiopteris* na 5—6 dagen kan waarnemen. De sporen beginnen dan chlorophyl te ontwikkelen, hetwelk zich eerst als vlokkige massa's vertoont, gelegen rondom de celkern en de protoplasmadraden, welke deze laatste met den

---

1) *Ann. des sc. nat.* 1874, T. XIX. Op bladz. 277 lezen wij: "il n'existe pas du tout de périspore dans les spores tout à fait mûres." Vergelijk ook bladz. 225 en de *Bot. Zeitg.* 1875 n<sup>o</sup>. 1, bladz. 6.

omtrek verbinden. Daarna neemt het chlorophyl den vorm van korrels aan. Reeds spoedig nadat dit geschied is, blijkt de wand der sporen niet langer in staat, aan de opzwellling van den inhoud weerstand te bieden, zoodat hij zich langzamerhand splijt, en wel bij de bilaterale sporen in de lijst en bij de radiaire in de drie lijsten. De inhoud der spoor komt nu in de gedaante eener stomp-kegelvormige papil uit de gapende spleet te voorschijn, bij *Marattia* tusschen de twee lobben van het exosporium, bij *Angiopteris* tusschen de twee of drie lobben van het exosporium of van het exo- en perisporium. Deze papil, dat wil zeggen, de eerste voorkiemcel, wordt steeds grooter, terwijl een deel van den inhoud in haar overgaat; zij neemt meer en meer een bolvormige gedaante aan en vertoont na eenigen tijd een grootte, tienmaal en meer die der sporen overtreffende (Pl. I. fig. 5, Pl. II. fig. 32). Het grootkorrelige chlorophyl legt zich allengs tegen den celwand aan en is hier dan dikwijls in zoo grooten getale aanwezig, dat de korrels door wederzijdsche drukking veelhoekig worden. Zeer fraai kan men hier, zooals reeds LUERSEN<sup>1)</sup> heeft aangegeven, de verdeeling der chlorophylkorrels (Pl. I. fig. 5 c, Pl. II. fig. 37 c) door insnoering waarnemen; men vindt dikwijls aan ééne cel al de verschillende stadiën. Bovendien ziet men in elke chlorophylkorrel een of meer lichte puntjes, welke bij nader onderzoek zetmeelkorreltjes blijken te wezen.

Vóór ik met de beschrijving van de ontwikkeling der voorkiem verder ga, wensch ik eerst even terug te komen op mijn vroegere mededeeling<sup>2)</sup>. Hierin heb ik toen een scherpe grens getrokken tusschen de voorkiemen, bij welke de cellen tot een celvlak en diegenen, bij wie deze tot een cellichaam gerangschikt zijn. Ik heb toen deze voorkiemen vlakvormig en lichamelijk ontwikkelde genoemd, in navolging van LUERSEN<sup>3)</sup>. Deze namen zijn nu zeker wel niet juist, daar ook bij de vlakvormig ontwikkelde voorkiemen zeer spoedig aan de oppervlakte evenwijdige wanden ontstaan, zoodat zij dan ook met recht aanspraak op de benaming van lichamelijk ontwikkelde kunnen maken. Maar deze namen zijn nog wel te

1) SCHENK und LUERSEN *Mittheil. a. d. Gesamtgebiete d. Bot.* I. bladz. 330.

2) Zie *Actes du Congrès international de botanistes etc. à Amsterdam 1877* en eveneens *Bot. Zeitg.* 1878.

3) Zie *Bot. Zeitg.* 1875 n°. 33, bladz. 547.

verdedigen, in zoo verre men daarmede wil te kennen geven, dat er oorspronkelijk eenig verschil in de ontwikkeling der voorkiemen bestaat. Ik zal dan ook die benamingen blijven gebruiken.

Maar daar mij bij nader onderzoek gebleken is, dat er talrijke overgangsvormen tusschen de vlakvormige en lichamelijke voorkiemen bestaan, zoo meen ik mijne vroegere beschouwingwijze, alsof men met twee verschillende ontwikkelingstypen te doen heeft, te moeten opgeven, hetgeen een wijziging in mijn beschrijving van de ontwikkeling der voorkiem ten gevolge heeft <sup>1)</sup>.

Keeren wij nu weder tot de eerste voorkiemcel terug. Na verloop van ongeveer vier weken heeft bij *Angiopteris* de eerste deeling plaats, terwijl deze bij *Marattia* iets later te voorschijn komt, ongeveer vijf weken nadat de sporen zijn uitgezaaid. De eerste wand staat loodrecht op de tot hier toe gevolgde richting van den groei der voorkiem (Pl. I. fig. 6, Pl. II. fig. 33). Nog vóór deze eerste deeling heeft plaats gehad of terstond nadat zulks geschied is, ontstaat dikwijls reeds het eerste rhizoïd; dit kan zoowel bij *Marattia* als bij *Angiopteris* het geval zijn (Pl. I. fig. 15 h en 16 h, Pl. II. fig. 37 h en 38 h). Dit rhizoïd ontstaat op de volgende wijze: de moedercel verkrijgt een kleine, conische uitstulping, waarin zich een deel van het protoplasma begeeft; deze uitstulping wordt zeer spoedig door een dwarswand van de moedercel afgesnoerd en bevat in den beginne eenige chlorophylkorrels, welke echter later verdwijnen (Pl. II. fig. 37 h); door snellen groei wordt het spoedig een lang draadvormig lichaam van een cilindervormig voorkomen, hetwelk met breede basis op de moedercel is ingeplant. Later verkrijgt het ten gevolge van het zich aanleggen tegen oneffenheden van het substraat een meer onregelmatige gedaante. Dit eerste rhizoïd kan echter ook

---

1) Kort na het verschijnen van mijn opstel in de *Bot. Zeitg.* had BAUKE de goedheid mij mede te deelen, dat hij sporen van *Angiopteris evecata* had uitgezaaid, welke reeds flinke voorkiemen, echter nog geen antheridiën hadden ontwikkeld. Tevens meldde hij mij, dat hij mijne waarnemingen volkomen kon bevestigen, maar dat zijne onderzoekingen hem in één punt tot een ander resultaat leidden, namelijk dat er geen grens tusschen de vlakvormig en lichamelijk ontwikkelde voorkiemen te trekken is, daar hij alle overgangsvormen tusschen beide gevonden had. Toen ik dit punt nader onderzocht, bleek mij, dat BAUKE gelijk heeft. Ik maak van deze gelegenheid gebruik, hem openlijk mijn dank te betuigen voor zijn vriendelijk schrijven. Het zal hem zeker niet onaangenaam zijn te zien, dat ik zijne opmerkingen op hoogen prijs stel.

veel later gevormd worden, zooals blijkt uit vele der op Pl. I. en II. voorkomende figuren.

Kort nadat de moedercel van de voorkiem zich in twee dochtercellen heeft verdeeld, ontstaat in elke dezer nogmaals een deeling; in de bovenste cel heeft dit gewoonlijk iets eerder plaats dan in de onderste (Pl. I. fig. 7, 8, 17 en 18, Pl. II. fig. 34, 35, 39 en 40), waar zij zelfs een enkele maal wel eens achterwege blijft. De jonge voorkiem bestaat nu uit vier als cirkelquadranten gerangschikte cellen. Een der beide bovenste cellen wordt daarop meest reeds nu tot topcel van de voorkiem (Pl. I. fig. 9). Soms gaan echter nog andere deelingen vooraf, ten gevolge waarvan de voorkiem eerst een eivormige of elliptische gedaante aanneemt, vóór de topcel gevormd wordt; deze laatste kan zelfs geheel achterwege blijven, zoodat de voorkiem in dit geval hare volkomen ontwikkeling kan bereiken, zonder dat er ooit een topcel gevormd is. Daarentegen komt ook het geval voor, dat in de beide bovenste quadrantcellen een topcel ontstaat (Pl. I. fig. 13 t en t'); soms zelfs heb ik waargenomen, dat er nog bovendien een topcel in eene der onderste quadrantcellen gevormd wordt<sup>1)</sup>. Deze hebben dan later een zeer onregelmatige gedaante en splitsen zich gewoonlijk in evenveel stukken, als er topcellen aanwezig zijn, hetzij omdat op sommige plaatsen de wanden der cellen van elkander loslaten, hetzij dat sommige cellen afsterven. Elk deel gaat dan voort zelfstandig zich verder te ontwikkelen.

Maar hoe dit ook zij, de verjonging der topeel t<sup>2)</sup> door achtereenvolgens loodrecht op elkaar geplaatste wanden is beperkt; nadat zich dit een grooter of kleiner aantal malen herhaald heeft, wordt de laatste topcel door een aan den omtrek evenwijdigen wand verdeeld in een randcel en een vlaktecel (Pl. I. fig. 13 t'). Dit heeft gewoonlijk dan plaats, wanneer de voorkiem aan haar top de hartvormige insnijding begint te vormen, welke ten gevolge hiervan ontstaat, dat de door de topcel aan weerskanten afgescheiden randcellen niet slechts even sterk

1) Het gebeurt wel, dat eerst zeer laat in de andere quadrantcellen topcellen gevormd worden, wanneer reeds uit eene der quadrantcellen een hartvormige voorkiem ontstaan is. Men kan dan toch evenwel nog zeer duidelijk de ontwikkeling van een dergelijke voorkiem uit vier quadrantcellen waarnemen (Pl. I. fig. 14).

2) Vergelijk van Pl. I. de fig. 10, 11, 12 en 13 en van Pl. II. fig. 36 A en B; zie tevens de verklaring dezer figuren, waar nadere bijzonderheden te vinden zijn.

maar nog sterker zich verdeelen door tangentiale en radiale wanden dan deze. De aldus gevormde randcel verdeelt zich dan evenals de naburige randcellen herhaaldelijk door anti- en periclinen, terwijl de verdere lengtegroei geschiedt door verscheidene naast elkaar in de hartvormige insnijding liggende randcellen.

Wij moeten nog even tot de jeugdige voorkiem terugkeeren, om te zien, wat er met de drie overige quadrantcellen geschiedt, wanneer deze namelijk geen topceel vormen. In de bovenste ontstaan gewoonlijk nog eenige anti- en periclinen, terwijl in de beide onderste nog minder verdeelingen voorkomen.

Reeds wanneer de jonge voorkiemen nog slechts uit weinige cellen bestaan, ontstaan er aan boven- en onderzijde evenwijdige wanden, welke aan het benedenste gedeelte beginnende, van daar uit zich verder naar den top van de voorkiem verspreiden (Pl. I. fig. 10, Pl. II. fig. 36 B); in de as van de voorkiem herhalen zich zulke deelingen het meest, waardoor een sterker verdikt middelgedeelte (Pl. III. fig. 53) ontstaat, terwijl naar beide zijden deze deelingen minder in getal worden, en de cellen, meer aan den rand gelegen, aan deze wijze van celvorming geen deel nemen. Uit cellen van de onderzijde ontstaan nu verscheidene rhizoïden, in den beginne dikwijls meerendeels uit randcellen, of uit cellen, in de onmiddellijke nabijheid van deze gelegen (Pl. III. fig. 53), later voornamelijk uit het sterker verdikte middelgedeelte en wel aan het onderste deel er van (Pl. III. fig. 54). Enkele rhizoïden worden ook gevormd uit randcellen der bovenzijde of uit cellen, onmiddellijk aan deze grenzende.

De rhizoïden worden nooit bruin, zelfs niet bij zeer oude voorkiemen en zijn steeds door een wand van de moedercel gescheiden; dit is, zooals we boven gezien hebben, ook het geval met het rhizoïd, dat reeds vroeger aan sommige één- of tweecellige voorkiemen ontstaat, hoewel dit ten gevolge van het achterwege blijven van den deelingswand, een enkele maal bij *Marattia*, tamelijk dikwijls bij *Angiopteris*, in open gemeenschap is met de moedercel (Pl. II. fig. 51 h'). In de rhizoïden vinden geen deelingen meer plaats; slechts hoogst zelden ziet men aan de basis een wand, waardoor het zich gedeeld heeft.

Hoewel nu het grootste getal der rhizoïden op het benedendeel van het sterk verdikte middelgedeelte der onderzijde voorkomt, zoo worden zij evenwel ook soms talrijk gevonden aan het benedenste gedeelte van het halvebolvormig uitspringend weefselkussen derzelfde zijde; zij komen sporadisch zelfs nog hooger

voor<sup>1)</sup>. Splitst zich, zooals bij zeer oude voorkiemen het geval kan zijn, het sterk uitspringende gedeelte van den top in tweeën<sup>2)</sup>, dan ontstaan ter plaatse dezer splitsing talrijke nieuwe rhizoïden, welke echter duidelijkheidshalve in de figuur niet geteekend zijn.

In de as der krachtig ontwikkelde voorkiemen vindt men een centrale streng, welke uit smalle, in de richting der as verlengde cellen bestaat; deze laatsten bevatten veel chlorophyl en zetmeel. Vrij zeker gaat van deze streng de vorming van het sterker verdikte middelgedeelte uit; men vindt dit somtijds vijftien en meer cellagen dik.

Voor ik er toe overga, om eenige wijzigingen in de eerste ontwikkelings-toestanden te beschrijven, wil ik nog vermelden, dat de voorkiemen der Marattiaceën zich reeds van den beginne af van andere voorkiemen onderscheiden door haar donkergroene kleur en de aanzienlijke dikte der buitenwanden van de cellen der oppervlakte, zoodat men zelfs reeds aan zeer jonge voorkiemen een gecuticulariseerde laag kan herkennen.

Een der wijzigingen in de eerste ontwikkelingstoestanden der voorkiemen, welke ik echter veelvuldiger bij *Angiopteris* dan bij *Marattia* opmerkte, was, dat de quadrantcellen in plaats van eerst een celvlak, terstond een cellichaam ontwikkelden. Ik gebruik nu deze beide benamingen met verwijzing naar hetgeen ik daarover op bladzijde 35 gezegd heb. Op de quadrantwanden volgen dan terstond de octantwanden (Pl. I. fig. 19 en 20, Pl. II. fig. 41). De vorming van het eigenlijk prothallium geschiedt door de vier bovenste octantcellen (Pl. I. fig. 21 A en B, Pl. II. fig. 42 A, B en C), waarin, meest terstond met hare verdere ontwikkeling, aan de oppervlakte evenwijdige deelingen ontstaan; het komt zelfs dikwijls voor, dat reeds eene aan de oppervlakte evenwijdige wand, althans bij *Angiopteris*, in een der beide bovenste quadrantcellen ontstaat, vóór het tot de vorming van den octantwand gekomen is (Pl. II. fig. 43 a en 52 a). Ook bij deze prothalliën wordt gewoonlijk een topcel (Pl. I. fig. 22 t) gevormd, wier verjonging beperkt is.

---

1) Zie Pl. III. fig. 54, 55 A en 56 A; men vergelijke vooral hierbij de verklaring dezer figuren.

2) Zie Pl. III. fig. 37 A.

De octantcellen kunnen zich ook nog op eene andere wijze ontwikkelen. Niet zelden ziet men, dat deze een celdraad vormen, uit welks cellen later een celvlak ontstaat (Pl. I. fig. 23 a, b en c en 24 a); zulke voorkiemen splitsen zich later meestal in evenveel prothalliën als er celvlakken zijn en gaan zich dan verder zelfstandig ontwikkelen. Men vindt ook voorkiemen, waarbij de vier bovenste octantcellen een celvlak vormen, terwijl een der onderste tot een celdraad uitgroeit (Pl. I. fig. 25 a en b, Pl. II. fig. 48 a en b).

Wat nu die celdraden betreft, zoo ontstaat daaruit niet altijd een celvlak; in verreweg de meeste gevallen ontstaan bij *Angiopteris* in de eindcel van dezen draad verschillende deelingswanden (Pl. II. fig. 46 a), hetgeen de vorming van een antheridium (Pl. II. fig. 47 an) binnen de aldus ontstane cellen ten gevolge heeft; dit heb ik nooit bij *Marattia* waargenomen; nooit zag ik bij *Marattia* een celdraad met een antheridium eindigen.

De octantcellen kunnen zich ook nog zeer onregelmatig ontwikkelen, terwijl dan eerst veel later de voorkiem een rand verkrijgt, welke uit slechts ééne laag cellen bestaat (Pl. I. fig. 26). Zulke prothalliën vormen ook dikwijls antheridiën (Pl. II. fig. 49 an), vóór de uit eene laag cellen bestaande rand ontstaan is; zij vormen dan adventiefspruiten of sterven af. Ook in dit geval zag ik de ontwikkeling van antheridiën slechts bij *Angiopteris*, nooit bij *Marattia*.

Andere ontwikkelingstoestanden, afgeteekend op Pl. II. fig. 44 en 45, welke ik slechts bij *Angiopteris* waarnam, behoeven geen nadere verklaring en dienen slechts, om aan te geven, dat er nog meerdere wijzigingen voorkomen. Aan al deze wijzigingen, meerendeels te brengen tot de zoogenaamde lichamelijke voorkiemen, heb ik vroeger te veel waarde gehecht; ik deel ze thans slechts mede, om zoo volledig mogelijk te zijn.

Zooals reeds LUERSEN<sup>1)</sup> aangaf, maken veelvuldig voorkomende adventiefspruiten menige voorkiem zeer onregelmatig, soms zelfs aan de oppervlakte golvend-gelobd. Uitvoeriger op de beschrijving van het ontstaan en de verdere ontwikkeling van deze in te gaan, acht ik overbodig, daar zij geen verschillen opleveren met die, welke door KNY<sup>2)</sup> en BAUKE<sup>3)</sup> voor andere voorkiemen zijn beschreven.

1) *Bot. Zeitg.* 1875, n<sup>o</sup>. 33.

2) PRINGSHEIM's *Jahrb.* VIII bladz. 7.

3) PRINGSHEIM's *Jahrb.* X bladz. 97 en volg.

Eindelijk nog een enkel woord over de draadvormige voorkiemen, welke terstond uit de sporen ontstaan (Pl. I. fig. 27, Pl. II. fig. 50, 51 en 52), waarover ik reeds op bladz. 19 en volgende heb gesproken. Wij hebben gezien, dat LUERSSEN de draadvormige ontwikkeling van het prothallium aan de bilaterale sporen toeschreef, terwijl volgens hem uit de radiaire sporen der *Marattia's* terstond een celvlak of een cellichaam zou ontstaan. LUERSSEN zocht dus het verschil in kieming in het verschil tusschen de sporen. Mijne onderzoekingen bewezen daarentegen, dat LUERSSEN hierin dwaalt, daar bij alle door mij onderzochte *Marattia's* slechts de bilaterale sporen kiemden en niet slechts op de wijze als LUERSSEN voor de bilaterale sporen, maar ook op die, welke hij voor de radiaire aangaf. Bovendien vond ik, dat bij het geslacht *Angiopteris* de beide vormen van sporen kiemden en dat zoowel de radiaire als de bilaterale sporen, òf zich in den beginne draadvormig ontwikkelden òf terstond een celvlak of cellichaam vormden. Men kan dus het verschil in kieming niet toeschrijven aan het verschil in sporen. Daarentegen meende ik, dat de draadvormige voorkiemen te beschouwen zijn als abnormale vormingen, ontstaan tengevolge van gebrek aan licht en ruimte. Dit is thans geen punt van verschil meer, daar LUERSSEN <sup>1)</sup> later heeft medegedeeld, dat de beide vormen van sporen op dezelfde wijze kiemen en dat hij de door hem vroeger aangegeven verschillen thans met mij toeschrijft aan den invloed van het licht enz.

Reeds vroeger had BAUKE mij geschreven, dat hij, tengevolge van zijn waarnemingen aan *Angiopteris evecta* gedaan, omtrent dit punt van verschil het volkomen met mij eens was; hij heeft dit later ook medegedeeld in *Just's Bot. Jahresbericht V* op bladz. 280 in zijn referaat over een mijner vroegere mededeelingen.

---

1) *Medicinisch-Pharmaceutische Botanik (Handbuch der Systematischen Botanik)* bladz. 580.



## V. Ontwikkeling der antheridiën.

---

De antheridiën vertoonen zich in de gunstigste gevallen bij *Marattia* in ongeveer vijf, bij *Angiopteris* in ongeveer vier maanden.

Bij *Angiopteris* kunnen zij, zooals wij reeds in het vorige hoofdstuk zagen, nog vroeger ontstaan, wanneer namelijk de celdraden, uit lichamelijke voorkiemen ontstaan, aan hun top een antheridium vormen (Pl. II. fig. 47 an), of wanneer bij lichamelijke voorkiemen, welke zich verder onregelmatig hebben ontwikkeld, antheridiën ontstaan, voordat de uit eene laag cellen bestaande rand ontstaan is (Pl. II. fig. 49 an).

De antheridiën ontstaan zoowel aan de boven- als aan de onderzijde der voorkiem (Pl. III. fig. 53, 54, 55 A en B, 56 B en 57 A en B); nooit worden zij aan den rand gevonden. Evenmin heb ik ze ooit, zooals LUERSSEN<sup>1)</sup> aangeeft, op de vleugels of zijlobben van de voorkiem aangetroffen, maar steeds op het sterk verdikte middelgedeelte; aan het bovenste deel hiervan, zoodra zich dit meer tot een halvebolvormig uitspringend weefselkussen aan de onderzijde ontwikkelt, komen zij niet meer voor. Dan ontstaan daar ter plaatse de archegoniën en hoogst zelden zag ik nog een paar antheridiën ontstaan hooger dan de archegoniën; ook neemt aan de bovenzijde der voorkiemen de vorming van antheridiën dan spoedig een einde (Pl. III. fig. 55 B en 56 B).

---

1) *Medicinisch-Pharmaceutische Botanik (Handbuch der Systematischen Botanik)* bladz. 581.

Men besluite uit het hier boven medegedeelde niet, dat, behalve de opgegeven uitzonderingen voor *Angiopteris*, er geen voorkiemen gevonden worden, welke uitsluitend antheridiën dragen. Zoowel bij *Marattia* als bij *Angiopteris* komen prothalliën voor, welke, na zich eerst vrij krachtig ontwikkeld te hebben, toch slechts antheridiën vormen en eindelijk afsterven.

De ontwikkeling der antheridiën heeft binnen het prothallium plaats; nooit steken zij buiten de oppervlakte der voorkiem uit. Zij geschiedt op de volgende wijze. In een cel der oppervlakte begint zich het protoplasma met het chlorophyl in het midden der cel samen te trekken (Pl. III. fig. 60a en 75a). Kort daarna ontstaat in deze cel een aan de oppervlakte der voorkiem evenwijdige wand, waardoor een buitenste, *buitencel* en een binnenste, centraalcel gevormd worden (Pl. III. fig. 76 A en B)<sup>1)</sup>. De inhoud van beide bevindt zich in het midden der cellen, met protoplasmadraden aan den omtrek verbonden. Zeer spoedig volgt nu in de buitencel een deeling loodrecht op den benedenwand, welke deze verdeelt in twee cellen van ongelijke grootte (Pl. III. fig. 61 en 77 A), terwijl de centraalcel, waaruit later de spermatozoiden zullen ontstaan, geen merkbare veranderingen heeft ondergaan (Pl. III. fig. 77 B). In de kleinste der beide dochtercellen van de buitencel ontstaat nu nogmaals een dergelijke wand als de eerste, waardoor een kleine cel gevormd wordt, eenigszins gelijkende op een gelijkbeenigen driehoek (Pl. III. fig. 62 en 78), waaruit eindelijk door een derden wand de top als een kleiner driehoek zich afscheidt (Pl. III. fig. 63, 66, 67 en 79). Meest vinden bij *Marattia* in de buitencel geen verdere verdeelingen plaats en wordt bij de rijpheid van het antheridium de laatstgevormde cel, *dekselcel* geheeten, afgeworpen. Maar zeer dikwijls ontstaan ook nog andere verdeelingen in de buitencel, waarvan eene nog al tamelijk veelvuldig voorkomt; namelijk ongeveer gelijktijdig met de vorming van een wand in de kleinste der beide dochtercellen van de buitencel ontstaat eveneens een nieuwe wand in de grootste dochtercel. De figuren 58, 64, 65, 68, 69, 70, 71 en 72 van Pl. III. geven dit duidelijk genoeg aan, zonder dat het noodig is, alle afzonderlijk te beschrijven. Voor bijzonderheden kan men de verklaring der figuren naslaan.

1) Vergelijk ook Pl. IV. fig. 87, hoewel daar reeds een verdere ontwikkelingstoestand is geteekend.

Hoewel nu bij *Angiopteris* evenals bij *Marattia* in de buitencel niet meer dan drie deelingen kunnen ontstaan (Pl. III. fig. 79), zoo is dit toch gewoonlijk niet het geval en verdeelt zich de laatstgevormde cel nogmaals, waardoor een kleinere cel ontstaat, welke dan later afgeworpen wordt en daarom dan ook hier *dekselcel* genoemd wordt. (Pl. III. fig. 80<sup>1)</sup>.

Zoowel bij *Marattia* als bij *Angiopteris* verdwijnt met deze achter-eenvolgende deelingen in de buitencel langzamerhand het chlorophyl; de chlorophylkorreltjes worden steeds kleiner, hoe meer de buitencel zich verdeelt, en zijn meestal bij de rijpheid van het antheridium geheel (Pl. III. fig. 67) of zoo goed als geheel (Pl. III. fig. 66) verdwenen. Nu en dan echter kunnen nog een vrij aanzienlijke hoeveelheid chlorophylkorreltjes voorkomen (Pl. III. fig. 65, 79 en 80). Het moet dan ook zeer zeker als een vergissing van LUERSSEN<sup>2)</sup> worden aange-merkt, wanneer deze beweert, dat de deelingen in de buitencel eerst plaats grijpen, nadat het korrelig chlorophyl is opgelost, zoodat het hoogstens in de buitencel aan het plasma nog een groenachtige tint verleent. Uit mijne figuren blijkt duidelijk, dat dit niet het geval is.

Gedurende de verdeelingen der buitencel ontwikkelt zich nu ook de centraalcel verder. De oorspronkelijk naar het midden samengetrokken inhoud (Pl. III. fig. 76 B. en 77 B.) begint zich meer en meer gelijkmatig in de cel te verspreiden, terwijl de nog aanwezige chlorophylkorreltjes allengs verdwijnen. Spoedig volgen hierop verdeelingen<sup>3)</sup> door kruiselings naar alle drie richtingen der ruimte afwisselende wanden, waardoor een groot aantal cellen ontstaan, welke korrelig protoplasma en een in het midden gelegen celkern bezitten. Door wederzijdsche drukking worden deze cellen veelhoekig; de celkern wordt spoedig onzichtbaar en een gelijkmatig korrelige massa vult nu de cellen (Pl. IV. fig. 88), terwijl deze laatste, de moedercellen der spermatozoïden, zich afronden (ibid.). Het aantal dezer moedercellen der spermatozoïden, en dus ook dat der spermato-

1) Zie ook op Pl. III. fig. 59 en 82; bij fig. 81 is de rangschikking der wanden een andere, hoewel er ook hier vier gevormd zijn.

2) *Bot. Zeitg.* 1875 n<sup>o</sup>. 33.

3) Zie Pl. IV. fig. 83, 84, 85, 86 en 87; vergelijk de verklaring dezer figuren.

zoïden, kan zeer verschillen; bij antheridiën, welke afgebeeld zijn op Pl. II. fig. 47 an en 49 an, is dit getal zeer gering, niet veel meer dan 20, terwijl het meest voorkomende getal 200 bedraagt en dit soms kan klimmen tot 500 en meer. Kort nadat de moederzellen der spermatozoïden zich afgerond hebben, legt zich het plasma der moedercel tegen den wand aan, terwijl in het midden een vacuole ontstaat, welke zeer kleine korreltjes bevat. Hierna ontwikkelt zich in het aan den wand gelegen protoplasma het spermatozoïd rondom de vacuole. Komt nu het rijpe antheridium in het water, dan kan de dekselcel aan de drukking niet meer weerstand bieden en wordt afgeworpen (Pl. III. fig. 80 d, Pl. IV. fig. 89 en 90). De moederzellen der spermatozoïden komen dan door deze opening naar buiten (Pl. IV. fig. 89) en liggen eenigen tijd rustig vóór de opening of in de onmiddellijke nabijheid van deze. Eindelijk komt het spermatozoïd (Pl. IV. fig. 91 A en B) plotseling uit den moederwand vrij en ijlt weg. Het draait zich gedurende de beweging snel om zijn as en vertoont aan zijn voorste gedeelte vrij lange ciliën en aan zijn achterste een blaasje met kleine korreltjes, de vacuole. De beweging van het spermatozoïd kan soms wel een half uur duren; zij is in den beginne zeer snel, maar wordt steeds langzamer, om eindelijk geheel op te houden. In het volgende hoofdstuk bij de bevruchting kom ik nog even op de spermatozoïden terug.

Reeds rondom de nog zeer jonge centraalcel ontstaan smalle cellen, welke uit de omringende voorkiemcellen gevormd worden en de centraalcel als een mantel omgeven; waarom ik ze dan ook *mantelcellen* m heb genoemd (Pl. IV. fig. 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89 en 90). Bij het ledigen van het antheridium zijn zij behulpzaam, daar zij dan sterk opzwellen (Pl. IV. fig. 90). Soms reiken een of twee dezer mantelcellen tot de oppervlakte der voorkiemen (Pl. III. fig. 62, 67, Pl. IV. fig. 87 en 89). Het chlorophyl verdwijnt uit deze mantelcellen gelijktijdig met dat, in de buitencel voorkomende.

Nog zij vermeld, dat het soms gebeurt, dat twee antheridiën onmiddellijk naast elkaar gelegen zijn, zoodat hun centraalcellen door enkele gemeenschappelijke mantelcellen omgeven zijn (Pl. III. fig. 73). Ook komt het voor, dat twee buitencellen ééne centraalcel bedekken (Pl. III. fig. 74 c); in elke der buitencellen ontstaan dan vervolgens dezelfde deelingen als vroeger zijn aangegeven; er worden zodoende twee dekselcellen gevormd, zoodat er later twee openingen ontstaan, waardoor de spermatozoïden naar buiten kunnen komen.

De antheridiën, welke in de eindcel van een draad (Pl. II. fig. 47 an) of in jonge onregelmatig ontwikkelde voorkiemen (Pl. II. fig. 49 an) gevormd worden, zijn eenvoudiger gebouwd dan de overigen, maar steken evenmin boven de oppervlakte der cellen uit dan deze. Deze beide gevallen werden, zooals wij reeds vroeger gezien hebben, slechts bij *Angiopteris* gevonden.

---

## VI. Ontwikkeling der archegoniën en bevruchting.

---

De archegoniën ontstaan veel later dan de antheridiën. Aan krachtig ontwikkelde voorkiemen zoowel van *Angiopteris* als van *Marattia* komen zij ongeveer tien maanden na de uitzaaiing der sporen te voorschijn <sup>1)</sup>.

De archegoniën **ar** ontwikkelen zich meest aan de onderzijde (Pl. III. fig. 54, 55 A, 56 A en 57 A), soms ook aan de bovenzijde (Pl. III. fig. 56 B en 57 B) der voorkiemen en wel steeds in het sterk verdikte middelgedeelte of halvebolvormig uitspringende weefselkussen. Zij komen bijna altijd hooger dan de antheridiën voor; slechts zelden ziet men, zooals reeds in het vorige hoofdstuk is aangegeven, dat enkele antheridiën nog boven de archegoniën ontstaan. Zijn er voorkiemen, welke uitsluitend antheridiën vormen, er zijn er niet, die alleen archegoniën ontwikkelen, hoewel bij sommige het getal der antheridiën al zeer gering is en zich tot het benedenste gedeelte van de voorkiem beperkt. (Pl. III. fig. 56 A en B en 57 A en B).

De ontwikkeling van het archegonium geschiedt op de volgende wijze. Een cel der oppervlakte van de voorkiem wordt tot moedercel van het archegonium; haar inhoud trekt zich daarbij naar het midden samen en is slechts door protoplasmadraden met den omtrek verbonden. (Pl. IV. fig. 94). Spoedig verdeelt zich zulk een cel door een aan de oppervlakte der voorkiem evenwijdigen wand

---

1) In zijn *Medicinisich-Pharmaceutische Botanik (Handbuch der Systematischen Botanik)* deelt LUERSEN mede, dat hij bij *Marattia cicutaefolia* na verloop van ongeveer 1½ jaar archegoniën heeft gekregen.

in twee cellen van ongelijke grootte, een buitenste, kleinste (Pl. **IV.** fig. **95 ar**), welke de moedercel van het halsgedeelte van het archegonium is en een binnenste, grootste, de centraalcel. <sup>1)</sup> Nu ontwikkelt zich de eerste der beide genoemde cellen in de eerste plaats verder; er ontstaat namelijk bij haar een tusschenwand, waardoor zij verdeeld wordt in twee even groote cellen, elke met eene celkern voorzien (Pl. **IV.** fig. **95 ar'** en **99 hc**). Hierop volgt in elke der beide dochtercellen een nieuwe deeling, waardoor de oorspronkelijke halscel uit vier gelijke cellen bestaat, in wier binnenhoeken zich een kern bevindt (Pl. **IV.** fig. **96**), welke later meer in het midden der cellen gevonden wordt (Pl. **IV.** fig. **97** en **99 hc**). Elke dezer vier dochtercellen is de moedercel van een rij halscellen, waardoor men dus vier rijen van deze laatste verkrijgt. Zelden ontstaan er, ten gevolge van een latere verdeeling in een der vier dochtercellen, vijf zulke rijen; op Pl. **IV.** fig. **93**, waar twee vlak naast elkaar gelegen archegoniën zijn afgeteekend, is dit aan het rechts gelegene te zien <sup>2)</sup>. Te gelijk met de volgende deelingen der halscellen ontwikkelt zich ook de centraalcel verder. Naarmate de eersten uitgroeien en zich verder verdeelen (Pl. **IV.** fig. **98**), wordt ook de laatste grooter en schuift als het ware de eersten in de hoogte. Spoedig hierop wordt de centraalcel door een naar beneden convexen wand verdeeld in twee cellen, een onderste, welke ik *buikcel* zal noemen en een bovenste, de halskanaalcel; beide bezitten een groote hoeveelheid zetmeel. De halskanaalcel dringt zich bij verderen groei steeds meer en meer tusschen de halscellen (Pl. **IV.** fig. **100**).

Reeds iets vroeger heeft zich rondom de buikcel en een gedeelte der halskanaalcel een meer of minder volkomen gesloten hulsel van smalle cellen (*ibid.*) gevormd, welke ik *mantelcellen* noem, omdat zij herinneren aan de cellen, rondom de centraalcellen van het antheridium gelegen, welke in het vorige hoofdstuk beschreven zijn.

Met de vermeerdering der halscellen, waardoor het archegonium een weinig boven de buitenvlakte der voorkiem begint uit te steken (Pl. **IV.** fig. **92**, **100**, **101**, **102** en **103**), groeien ook de buikcel en de halskanaalcel verder; daarna

1) Zie Pl. **IV.** fig. **99**, hoewel deze een iets verderen ontwikkelingstoestand vertegenwoordigt.

2) Men vergelijk ook Pl. **IV.** fig. **104**.

wordt dan ook een nieuwe naar onder convexe deelingswand in de buikeel gevormd, welke twee cellen doet ontstaan, een onderste, de eicel en een bovenste, de buikkanaalcel (Pl. IV. fig. 101). Zeer veelvuldig komt het ook voor, dat ook in de halskanaalcel een dergelijke wand gevormd wordt, waardoor deze in een bovenste en onderste halskanaalcel zich verdeelt (Pl. IV. fig. 102 en 103).

Hiermede zijn dan de celdeelingen in het archegonium afgelopen. Het getal der halscellen bedraagt bij rijpe archegoniën in twee der halsrijen meest vier, in de twee andere meest drie, waarvan hoogstens slechts de twee bovenste buiten de oppervlakte van de voorkiem uitsteken (Pl. IV. fig. 103). Slechts zelden klimt dit getal tot vier en vijf (Pl. IV. fig. 102); soms daalt het tot twee en drie. Ook kan het getal in alle vier rijen gelijk zijn.

Spoedig nadat het archegonium zijn volkomen grootte bereikt heeft, vertoonen de twee of drie kanaalcellen zich met een slijmige zelfstandigheid gevuld, terwijl de wanden dezer cellen verdwijnen; over het ontstaan van deze slijm-massa ben ik het met mij zelven nog niet eens; ik hoop daarop terug te komen bij de beschrijving van de geslachtsgeneratie van *Kaulfussia*.

Komen nu de rijpe archegoniën met water in aanraking, dan zwelt de inhoud van het kanaal sterk op, hetgeen een spanning veroorzaakt tegen de bovenste halscellen, waaraan deze eindelijk niet meer in staat zijn weerstand te bieden; zij laten elkander plotseling los, waardoor het archegonium geopend wordt en het slijm met kracht naar buiten komt. Gewoonlijk wordt er meer dan eens kort na elkaar een hoeveelheid slijm naar buiten gestooten, hetwelk voor den mond van het archegonium liggen blijft.

Na de uitstooting van het slijm, rondt zich de eicel, welke een kern en talrijke zetmeelkorreltjes bevat, af, wachtende op de bevruchting (Pl. IV. fig. 105).

Keeren wij thans nog even tot de spermatozoïden terug. Deze, dartel spelend rondom de gesloten archegoniën, gedragen zich geheel anders, wanneer de laatste geopend zijn. In het slijm gekomen, dat voor den mond der archegoniën ligt, wordt hunne beweging trager; blijkbaar worden zij hier door een weerstand biedend medium in hun beweging gehinderd. Langzaam bereikt het spermatozoïd het kanaal van het archegonium, als door een geheime macht getrokken. Soms gebeurt het evenwel, dat het, in den mond van het kanaal aangekomen, plotseling met een ruk zich vrijmaakt en wegijlt. Niet altijd gelukt



het echter aan een spermatozoïd om weer vrij te komen; een of meerdere verdwijnen in het kanaal van het archegonium.

Van hetgeen er verder met de spermatozoïden geschiedt, weet ik geen bijzonderheden te vermelden. Door de diepe ligging der eicel in een sterk chlorophylhoudend weefsel is het mij onmogelijk geweest, den sluier verder op te lichten van hetgeen er geschiedt op de plaats, waar het geheimzinnigst levensraadsel wordt afgespeeld. Ik kan slechts verwijzen naar fig. 104 <sup>1)</sup> van Pl. IV, waar in het geopend archegonium op de eicel twee spermatozoïden liggen, vóór het beloofde land, maar er niet binnengetreden. Dat echter ook dikwijls een spermatozoïd in de eicel binnendringt en haar bevrucht, hebben mijne onderzoekingen aangaande de eerste ontwikkelingstoestanden der geslachtelooze generatie der Marattiaceeën mij geleerd.

Ik treed hierover thans echter niet in nadere beschouwingen, daar ik in dit geschrift alleen de geslachtsgeneratie behandel.

---

1) Deze figuur heb ik verkregen door het maken van eene zeer dunne, aan de oppervlakte van de voorkiem evenwijdige doorsnede.

---

## VII. Uitkomsten.

---

Aan het einde van mijne mededeelingen omtrent de geslachtsgeneratie der Marattiaceeën gekomen, wensch ik nog kortelijk de voornaamste punten samen te vatten.

Er worden bij deze planten tweeërlei vormen van sporen gevonden, bilaterale en radiaire, welke in de kieming geen verschil vertoonen. Uit de sporen ontstaat een eerste voorkiemcel, die spoedig bolvormig wordt en waarin het chlorophyl aan den wand gelegen is. Worden draadvormige voorkiemen gevormd, dan moeten deze als abnormale vormingen beschouwd worden, ten gevolge van gebrek aan licht, enz.

Reeds de allereerste deelingen leiden tot de ontwikkeling van een vlakvormige voorkiem, hetgeen ook, zooals bekend is, van de Osmundaceeën gezegd kan worden. Spoedig ontstaat in de meeste gevallen een topcel, wier groei beperkt is; de verdere lengtegroei van het prothallium geschiedt dan door aan den top gelegen randcellen.

Reeds vroeg onderscheidt zich de voorkiem der Marattiaceeën van voorkiemen van andere Varens door haar donkergroene kleur en eene plaatselijk tamelijke dikke cuticula.

Er ontstaat reeds zeer vroeg een sterk verdikt middelgedeelte in de lengteas der voorkiemen, hetwelk aan het bij *Osmunda* voorkomende herinnert, waar de antheridiën gevormd worden; later vertoont het gedeelte, hetwelk bij den top van de voorkiem ligt, een halvebolvormig uitspringend weefselkussen, waarin dan de archegoniën ontstaan.

De rhizoïden, welke meest aan het benedenste deel van dit sterk verdikt middelgedeelte ontspringen, worden nooit bruin.

De bouw der antheridiën wijkt geheel af van dien der Filices, zelfs van dien der Osmundaceeën, met welke familie de Marattiaceeën anders nog de meeste punten van overeenkomst vertoonen. Daarentegen komen zij met dien der Ophioglosseeën overeen, welke eveneens binnen het celweefsel van de voorkiem ontstaan en slechts weinig buiten de oppervlakte van deze uitsteken.

Ook de archegoniën stemmen het meest met die der Ophioglosseeën en van *Salvinia* overeen; hoogstens steken de beide bovenste halscellen buiten de voorkiem uit, terwijl, zooals bekend is, de archegoniën bij de Filices niet zoo diep in het celweefsel liggen opgesloten. De rijkdom der eicel en der kanaalcellen aan zetmeel doet denken aan den inhoud dier cellen bij de Osmundaceeën.

Omdat sommige voorkiemen aan de bovenzijde antheridiën en aan de onderzijde archegoniën dragen, andere daarentegen meerendeels slechts een geringe grootte bereiken en slechts antheridiën vormen, zoo zijn de voorkiemen der Marattiaceeën monoecisch met neiging tot dioecie. Reeds zooveel blijkt, dat, vooral door den bouw der geslachtsorganen, antheridiën en archegoniën, de klove, in den laatsten tijd tusschen Filices en Marattiaceeën ontstaan, door de kennis der geslachtsgeneratie dezer laatsten niet smaller, integendeel breeder geworden is.

Maar de tijd is nog niet gekomen, om een bepaalde beslissing te nemen; daarvoor moeten wij wachten tot wij bekend zijn met de vorming van den embryo en met de eerste ontwikkelingstoestanden van de geslachtelooze of sporendragende generatie. Eerst dan zal men aan de Marattiaceeën een vaste plaats kunnen geven in het systeem.

---

# VERKLARING DER FIGUREN.

De vergrooting is overal rechts onder aan de figuren aangegeven.

## PLAAT I.

### MARATTIA Sm.

Bij de figuren beteekent **h** rhizoïd en **ex** exosporium.

De op deze plaat voorkomende figuren **5—27** zijn alle afbeeldingen van voorkiemen, uit bilaterale sporen ontstaan.

**Fig. 1.** *M. fraxinea* Sm. Bilaterale spoor, van ter zijde gezien; **l** lengte; **b** breedte (in het snijvlak der lijst).

**Fig. 2.** *M. fraxinea* Sm. Bilaterale spoor, van de zijde der lijst gezien; **l** lengte; **d** dikte (loodrecht op het snijvlak der lijst).

**Fig. 3.** *M. fraxinea* Sm. Radiaire spoor, van de zijde der lijsten gezien.

**Fig. 4.** *M. fraxinea* Sm. Doorsnede der spoor; **end** endosporium; **ex. i** binnenste laag en **ex. e** buitenste laag van het exosporium.

**Fig. 5.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem uit ééne cel bestaande; de aan den wand gelegen chlorophylkorrels **c** vertoonen meest alle één of meer zetmeelkorreltjes.

**Fig. 6.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem uit twee cellen bestaande.

**Fig. 7.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem uit drie cellen bestaande.

**Fig. 8.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem uit vier cellen bestaande.

**Fig. 9.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Voorkiem uit vijf cellen bestaande.

**Fig. 10.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Verder ontwikkelde, maar nog zeer jonge voorkiem, met topcel **t**, van de onderzijde gezien; deelingen, evenwijdig aan boven- en onderzijde van de voorkiem, zijn begonnen; **h** jonge rhizoïden, reeds door een wand van de moedercel gescheiden.

**Fig. 11.** *M. fraxinea* Sm. Nog verder ontwikkelde voorkiem, van de bovenzijde gezien; de topcel **t** heeft zich vijfmaal verjongd; door de cijfers **I—V** is deze achtereenvolgende verjonging in het topkwadrant aangegeven.

**Fig. 12.** *M. fraxinea* Sm. Een nog verder ontwikkelde voorkiem van de onderzijde gezien; de topcel **t** heeft zich in het topkwadrant **p q s** reeds negenmaal verjongd.

**Fig. 13.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, ongeveer even ver ontwikkeld als de vorige; van de onderzijde gezien; de topcel **t** in het kwadrant **p q r** heeft zich reeds achtmaal verjongd; in de celgroep, uit kwadrant **p q s** ontstaan, heeft de verjonging der topcel reeds opgehouden; nadat deze zich driemaal verjongd had, is een tangentialwand **t'** gevormd.

**Fig. 14.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Voorkiem, van de bovenzijde gezien; ééne der vier celgroepen heeft reeds de hartvormige gedaante aangenomen; gemakshalve is van deze slechts de omtrek geteekend; nog zeer duidelijk ziet men, dat de celgroepen uit 4 kwadrantcellen zijn ontstaan; twee dezer groepen beginnen zich thans verder te ontwikkelen door haar topcellen **t** en **t'**.

**Fig. 15.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, uit ééne cel bestaande; het eerste rhizoïd **h** heeft zich reeds afgescheiden.

**Fig. 16.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, uit twee cellen bestaande, met de papil **h** van het eerste rhizoïd.

**Fig. 17.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, uit drie cellen bestaande.

**Fig. 18.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, uit vier cellen bestaande, met het exosporium **ex** aan den top.

**Fig. 19.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, uit zes cellen bestaande, met het exosporium **ex** aan den top.

**Fig. 20.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, uit acht cellen bestaande; de bovenste octantcellen door de letters **a, b, c** en **d** aangeduid.

**Fig. 21. A en B.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Iets verder ontwikkelde voorkiem, **A** van ter zijde, **B** van boven gezien; dezelfde cel is in beide figuren met dezelfde letter aangeduid; de cellen **b', c', c''** en **d''** zijn door achtereenvolgende deelingen uit de bovenste octantcellen **b, c** en **d** (zie vorige fig.) ontstaan; octantcel **a** is ongedeeld gebleven.

**Fig. 22.** *M. fraxinea* Sm. Een nog verder ontwikkelde voorkiem, van de bovenzijde gezien; de topcel **t** in het octant **p q s** heeft zich zesmaal verjongd.

**Fig. 23.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem, met drie celvlakken **a, b** en **c**; deze zijn uit celdraden ontstaan, zooals nog duidelijk uit **c** blijkt; de celdraden ontstonden uit octantcellen.

**Fig. 24.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Voorkiem, met een celvlak **a**, uit een celdraad ontstaan; de celdraad werd gevormd uit ééne der octantcellen.

**Fig. 25.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Voorkiem, welke zoowel een celvlak **a** als een celdraad **b** vertoont.

**Fig. 26.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Voorkiem, wier octantcellen zich onregelmatig ontwikkelen.

**Fig. 27.** *M. fraxinea* Sm. Draadvormige voorkiem.

## PLAAT II.

### ANGIOPTERIS Hoffm.

Bij de figuren beteekent **h** rhizoïd en **ex** exosporium of exosporium + perisporium.

De op deze plaat voorkomende figuren **32—40, 42, 44—52** zijn alle afbeeldingen van voorkiemen, uit radiaire, de figuren **41** en **43** van voorkiemen, uit bilaterale sporen ontstaan.

**Fig. 28.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Bilaterale spoor, van de zijde der lijst gezien.

**Fig. 29.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Radiaire spoor, van de zijde der lijsten gezien.

**Fig. 30.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Doorsnede der spoor; **end** endosporium; **ex. i** binnenste laag en **ex. e** buitenste laag van het exosporium; **per** perisporium.

**Fig. 31.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Doorsnede der spoor; **end** endosporium; **ex. i** binnenste laag en **ex. e** buitenste laag van het exosporium.

**Fig. 32.** *A. pruinosa* Kze. Voorkiem uit ééne cel bestaande.

**Fig. 33.** *A. pruinosa* Kze. Voorkiem uit twee cellen bestaande.

**Fig. 34.** *A. pruinosa* Kze. Voorkiem uit drie cellen bestaande.

**Fig. 35.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Voorkiem uit vier cellen bestaande.

**Fig. 36 A** en **B.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Verder ontwikkelde voorkiem met topceel **t**; **A** van de bovenzijde, **B** van de onderzijde gezien; deelingen, evenwijdig aan boven- en onderzijde (**B**), zijn begonnen.

**Fig. 37.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Voorkiem uit ééne cel bestaande; de aan den wand gelegen chlorophylkorrels **c** vertoonen meest alle één of meer zetmeelkorreltjes; het eerste rhizoïd **h** heeft zich reeds afgescheiden en bevat chlorophylkorrels, welke later verdwijnen.

**Fig. 38.** *A. pruinosa* Kze. Voorkiem uit twee cellen bestaande.

**Fig. 39.** *A. pruinosa* Kze. Voorkiem uit drie cellen bestaande.

**Fig. 40.** *A. pruinosa* Kze. Voorkiem uit vier cellen bestaande.

**Fig. 41.** *A. pruinosa* Kze. Voorkiem uit acht cellen bestaande; de bovenste octantcellen door de letters **a, b, c** en **d** aangeduid.

**Fig. 42 A—C.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Iets verder ontwikkelde voorkiem, **A** van de rechter-, **B** van de linker-, **C** van de bovenzijde gezien; deelingen, evenwijdig aan de bovenzijde, zijn in de cellen der linkerzijde **B** begonnen; dezelfde cel is in de drie figuren met dezelfde letter aangeduid; de cellen **c', d', d''** en **d'''** zijn door achtereenvolgende deelingen uit de bovenste octantcellen **c** en **d** (zie vorige fig.) ontstaan; de octantcellen **a** en **b** zijn ongedeeld gebleven. Een der onderste quadrantcellen (**B**) heeft zich eveneens niet verdeeld.

**Fig. 43.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Voorkiem uit acht cellen bestaande; in ééne der beide bovenste quadrantcellen is reeds eene deeling **a**, evenwijdig aan de bovenzijde, ontstaan, vóór de octantwand gevormd is.

**Fig. 44.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Voorkiem uit vier cellen bestaande.

**Fig. 45.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Iets verder ontwikkelde voorkiem dan de vorige.

**Fig. 46.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Uit ééne der octanteellen is een celdraad ontstaan; in de eindcel **a** van dezen draad hebben verscheidene deelingen plaats gehad.

**Fig. 47.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Uit ééne der octanteellen is een celdraad ontstaan; in de eindcel van dezen draad hebben verscheidene deelingen plaats gehad, welke tot de vorming van een antheridium **an** binnen de eindcel leidden.

**Fig. 48.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Voorkiem, welke zoowel een celvlak **a** als een celdraad **b** vertoont.

**Fig. 49.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Voorkiem, wier octantcellen zich onregelmatig ontwikkelen; een antheridium bij **an**.

**Fig. 50.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Draadvormige voorkiem; de ontwikkeling tot een celvlak is na het ontstaan van den derden dwarswand begonnen.

**Fig. 51.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Verder ontwikkelde, draadvormige voorkiem; uit de twee bovenste cellen van den draad is reeds een cellichaam ontstaan; **h'** rhizoïd in open gemeenschap met de moedercel.

**Fig. 52.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Draadvormige voorkiem; overigens een verdere ontwikkelingstoestand van een voorkiem, als in **fig. 43** is afgebeeld; ook hier is de aan de bovenzijde evenwijdige deeling **a** reeds ontstaan, vóór de octantwand gevormd werd.

---

## PLAAT III.

### ANGIOPTERIS Hoffm. en MARATTIA Sm.

---

Bij de figuren beteekent **h** rhizoïd, **an** antheridium en **ar** archeogonium.

De fig. **58—82** zijn alle van boven gezien; de in vele dezer figuren voorkomende cijfers **1, 2** enz. geven de volgorde van ontstaan der wanden in de buitencellen van antheridiën aan.

De figuren **53, 54, 55, 56** en **57** zijn door den heer SCHIPPERS en mij geteekend.

**Fig. 53.** *M. fraxinea* Sm. Voorkiem van de onderzijde gezien; aan den top begint zich de hartvormige insnijding te vormen. De sterkere verdikking van het middelgedeelte is reeds duidelijk zichtbaar; nabij den top er van bevindt zich een vijftal antheridiën **an**. Aan de bovenzijde van de voorkiem komen geen antheridiën voor. De meeste rhizoïden **h** komen voor aan den rand van de onderzijde; eenige zijn ontstaan uit randcellen der bovenzijde of uit cellen onmiddellijk aan deze grenzende.

**Fig. 54.** *M. Weinmanniaefolia* Liebm. Verder ontwikkelde voorkiem, van de onderzijde gezien; aan den top vertoont zich de hartvormige insnijding. Nabij deze, op het middelgedeelte, bevinden zich 3 archegoniën **ar**; overigens bezit het slechts antheridiën **an**, ook tusschen de rhizoïden **h**. Aan het onderste gedeelte van de bovenzijde komen ook eenige antheridiën voor.

**Fig. 55 A en B.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Volwassen voorkiem, **A** van de onderzijde, **B** van de bovenzijde gezien. Het aan de onderzijde **A** halvebolvormig uitspringende weefselkussen is geheel met archegoniën **ar** bedekt; men vindt ook nog iets lager archegoniën **ar**

tusschen de rhizoïden **h**, welke laatste juist hier in grooten getale gevonden worden, hoewel in de figuur slechts weinige zijn aangegeven, om deze niet onduidelijk te maken. Lager vindt men tusschen de rhizoïden **h** antheridiën **an**. Aan de bovenzijde **B** vindt men slechts antheridiën **an**, geen archegoniën.

**Fig. 56 A en B.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Oudere voorkiem, **A** van de onderzijde, **B** van de bovenzijde gezien. Het sterk uitspringende gedeelte van de onderzijde **A** is geheel met archegoniën **ar** bezet, ook tusschen de rhizoïden **h**, welke laatste het talrijkst voorkomen, waar het sterk uitspringende gedeelte het breedst is, hoewel ook hier duidelijkshalve slechts weinige zijn geteekend. Aan de bovenzijde **B** vindt men op het benedengedeelte antheridiën **an**, terwijl bovenaan op twee wratachtige verhevenheden archegoniën **ar** gevormd worden.

**Fig. 57 A en B.** *M. Weinmanniaefolia* Liebm. Zeer oude voorkiem, **A** van de onderzijde, **B** van de bovenzijde gezien. Bijna het geheele sterk uitspringende gedeelte van de onderzijde **A** is met archegoniën **ar** bezet; slechts zeer weinige antheridiën **an** komen aan het allerbenedenste gedeelte voor, waar ook het meerendeel der rhizoïden **h** gevonden worden, in de figuur niet alle aangegeven. Daar, waar het sterk uitspringende gedeelte aan den top zich in tweeën heeft gesplitst, ontstaan talrijke nieuwe rhizoïden, duidelijkshalve echter niet geteekend. Aan het benedenste gedeelte van de bovenzijde **B** vindt men een paar antheridiën **an**, terwijl aan het bovenste gedeelte een wratachtige verhevenheid met archegoniën **ar** gevonden wordt.

**Fig. 58.** *M. Verschaffeltiana* De Vriese. Randstuk van den top eener voorkiem, welke reeds vroeg antheridiën vormde; deze zijn in de figuur herkenbaar aan de donkerder lijnen, waarmede hun omtrek geteekend is; men vindt er alle ontwikkelingstoestanden van de buitencel in een kort bestek bijeen. Geteekend na behandeling met alcohol en kali.

**Fig. 59.** *A. pruinosa* Kze. Stuk eener voorkiem met 2 antheridiën, gemakkelijk te herkennen van de overige cellen door de donkerder lijnen, waarmede hun omtrek is weergegeven. Geteekend na behandeling met alcohol en kali.

**Fig. 60.** *M. fraxinea* Sm. Twee cellen der oppervlakte van een voorkiem; **p** gewone voorkiemcel met chlorophyl en zetmeel, **a** moedercel van een antheridium, waarvan de inhoud zich samentrekt.

**Fig. 61.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich in twee cellen van ongelijke grootte verdeeld heeft.

**Fig. 62.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich tweemaal heeft verdeeld; aan de bovenzijde bevinden zich nog 2 cellen, welke als mantelcellen **m** deelnemen aan het omringen der centraalcel. (Zie Pl. **IV**. Fig. **87** en **89**).

**Fig. 63.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich driemaal heeft verdeeld.

**Fig. 64.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich viermaal heeft verdeeld.

**Fig. 65.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich viermaal heeft verdeeld; de dekselcel is niet meer aanwezig.

**Fig. 66.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich driemaal heeft verdeeld; de dekselcel is niet meer aanwezig; het chlorophyl is zoo goed als geheel verdwenen uit de verschillende deelen der buitencel.

**Fig. 67.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich driemaal heeft verdeeld; de dekselcel is niet meer aanwezig; het chlorophyl is geheel verdwenen, eveneens uit de naastliggende mantelcel **m**.

**Fig. 68.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich driemaal heeft verdeeld.



**Fig. 69.** *M. fraxinea* Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich viermaal heeft verdeeld.

**Fig. 70.** *M. Weinmanniaefolia* Liebm. Buitencel van een antheridium, welke zich vijfmaal heeft verdeeld.

**Fig. 71.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich vijfmaal heeft verdeeld.

**Fig. 72.** *M. Kaulfussi* J. Sm. Buitencel van een antheridium, welke zich vijfmaal heeft verdeeld.

**Fig. 73.** *M. Kaulfussi* J. Sm. Twee antheridiën naast elkaar gelegen; hun centraalcellen **c** zijn gedeeltelijk door dezelfde mantelcellen **m** omgeven. Geteekend na behandeling met alcohol en kali.

**Fig. 74.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Een antheridium met twee buitencellen op ééne centraalcel **c**. Geteekend na behandeling met alcohol en kali.

**Fig. 75.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Twee cellen der oppervlakte van een voorkiem, in absoluten alcohol gedaan; **p** gewone voorkiemcel met zetmeelkorrels, **a** moedercel van een antheridium, waarvan de inhoud zich samengetrokken heeft.

**Fig. 76 A en B.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. **A** buitencel, **B** centraalcel van een jong antheridium, afkomstig van een voorkiem, in absoluten alcohol bewaard.

**Fig. 77 A en B.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. **A** buitencel, **B** centraalcel van een jong antheridium, afkomstig van een voorkiem, in absoluten alcohol gedaan; de buitencel **A** heeft zich reeds verdeeld.

**Fig. 78.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Buitencel van een antheridium, welke zich tweemaal verdeeld heeft.

**Fig. 79.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Buitencel van een antheridium, welke zich driemaal verdeeld heeft; de dekselcel is niet meer aanwezig.

**Fig. 80.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Buitencel van een antheridium, welke zich viermaal verdeeld heeft; de dekselcel **d** is afgeworpen en ligt op een der cellen.

**Fig. 81.** *A. pruinosa* Kze. Buitencel van een antheridium, welke zich viermaal heeft verdeeld.

**Fig. 82.** *A. pruinosa* Kze. Buitencel van een antheridium, welke zich viermaal heeft verdeeld.

## PLAAT IV.

## ANGIOPTERIS Hoffm. en MARATTIA Sm.

**Fig. 83.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Centraalcel van een antheridium, van boven gezien, waarin twee deelingswanden; zij is omringd door de mantelcellen **m**. Geteekend na behandeling met kali.

**Fig. 84.** *M. fraxinea* Sm. Vier dochtercellen uit de centraalcel van een antheridium ontstaan, van boven gezien; zij zijn omringd door de mantelcellen **m**. Geteekend na behandeling met kali.

**Fig. 85.** *A. pruinosa* Kze. Dochtercellen door herhaalde deelingen uit de centraalcel van een antheridium ontstaan, van boven gezien; zij zijn omringd door de mantelcellen **m**. Geteekend na behandeling met kali.

**Fig. 86.** *M. Kaulfussii* J. Sm. Verder ontwikkelde centraalcel van een antheridium, van boven gezien; zij is omringd door de mantelcellen **m**. Geteekend na behandeling met kali.

**Fig. 87.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Doorsnede van een voorkiem met een jong antheridium; **b** buitencel; beneden deze ligt de centraalcel, welke zich reeds dikwijls verdeeld heeft; om de centraalcel liggen de mantelcellen, waarvan eene **m** tot de oppervlakte der voorkiem zich uitstrekt; de overige cellen zijn gewone voorkiemcellen, waarin chlorophyl met zetmeel gevonden wordt.

**Fig. 88.** *M. fraxinea* Sm. Doorsnede van een voorkiem met een reeds verder ontwikkeld antheridium; **b** buitencel; beneden deze ligt de centraalcel, waarin zich de moedercellen der spermatozoiden bevinden, welke zich reeds hebben afgerond; om de centraalcel liggen de mantelcellen en rondom deze laatste de gewone voorkiemcellen, waarin chlorophyl met zetmeel voorkomt.

**Fig. 89.** *M. fraxinea* Sm. Doorsnede van een voorkiem met een geopend antheridium; **b** buitencel; de dekselcel is afgeworpen, zoodat de moedercellen der spermatozoiden reeds grootendeels de centraalcel hebben verlaten; nog enkele zijn daarin aanwezig, zooals uit de figuur blijkt. De centraalcel is omgeven door mantelcellen **m** en deze wederom door gewone voorkiemcellen, waarin zich chlorophyl met zetmeel bevindt.

**Fig. 90.** *A. pruinosa* Kze. Doorsnede van een ledig antheridium **an**; **b** buitencel; de dekselcel is afgeworpen; **m** mantelcellen.

**Fig. 91 A.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Een spermatozoïd.

**Fig. 91 B.** *M. Weinmanniaefolia* Liebm. Een spermatozoïd.

**Fig. 92.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Archegonium, van ter zijde gezien; **p** buitenwanden van de naburige cellen der voorkiem.

**Fig. 93.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Twee archegoniën vlak naast elkaar, van boven gezien; het rechts gelegene heeft vijf rijen van halscellen.

**Fig. 94.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Moedercel van een archegonium, wier inhoud samengetrokken is, van boven gezien; zij is omgeven door gewone voorkiemcellen met chlorophylkorreltjes.

**Fig. 95.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Twee jonge archegoniën, van boven gezien; **ar** halscel, welke nog ongedeeld is; **ar'** halscel, welke zich in tweeën verdeeld heeft.

**Fig. 96.** *M. Weinmanniaefolia* Liebm. Jong archegonium, van boven gezien; de halscel heeft zich reeds in vieren gedeeld; de kernen zijn nog in de binnenhoeken der cellen.

**Fig. 97.** *M. Weinmanniaefolia* Liebm. Jong archegonium, van boven gezien; iets verder ontwikkelde toestand dan door de vorige figuur is aangegeven; de kernen hebben zich uit de hoeken meer naar het midden der cellen begeven.

**Fig. 98.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Verder ontwikkeld archegonium, van boven gezien; de acht in de figuur zichtbare halscellen hebben elk een kern; die der laagste vier cellen zijn echter wegens den inhoud der vier bovenste niet te zien. De omringende cellen zijn gewone voorkiemcellen met chlorophylkorrels.

**Fig. 99.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Doorsnede van een voorkiem met een zeer jong archegonium; **hc** halscellen, elke met een kern; beneden deze de centraalcel. De omringende cellen zijn gewone voorkiemcellen.

**Fig. 100.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Doorsnede van een voorkiem met een jong archegonium. De centraalcel heeft zich verdeeld in twee cellen, een bovenste, halskanaalcel en een onderste, buikcel. Een mantel van smalle cellen omringt beide. Van de twee in de figuur zichtbare rijen van halscellen vertoont de rechts gelegene drie, de links gelegene twee cellen en elk dezer bevat een kern.

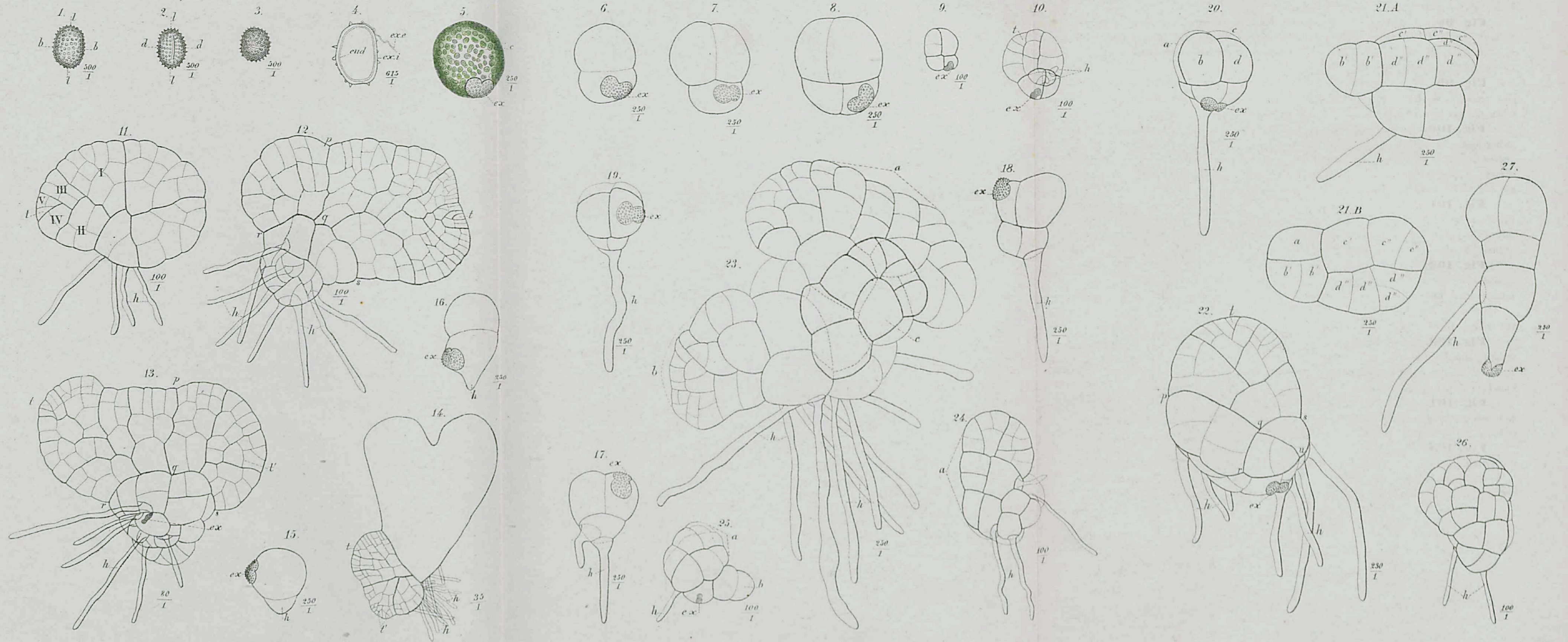
**Fig. 101.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Doorsnede van een voorkiem met verder ontwikkeld archegonium dan in de vorige figuur is aangegeven. De buikcel heeft zich verdeeld in twee cellen, een bovenste, de buikkanaalcel en een onderste, de eicel. Niet alle mantelcellen zijn gevormd. In elke der halscellen, drie in elke rij, bevindt zich een kern.

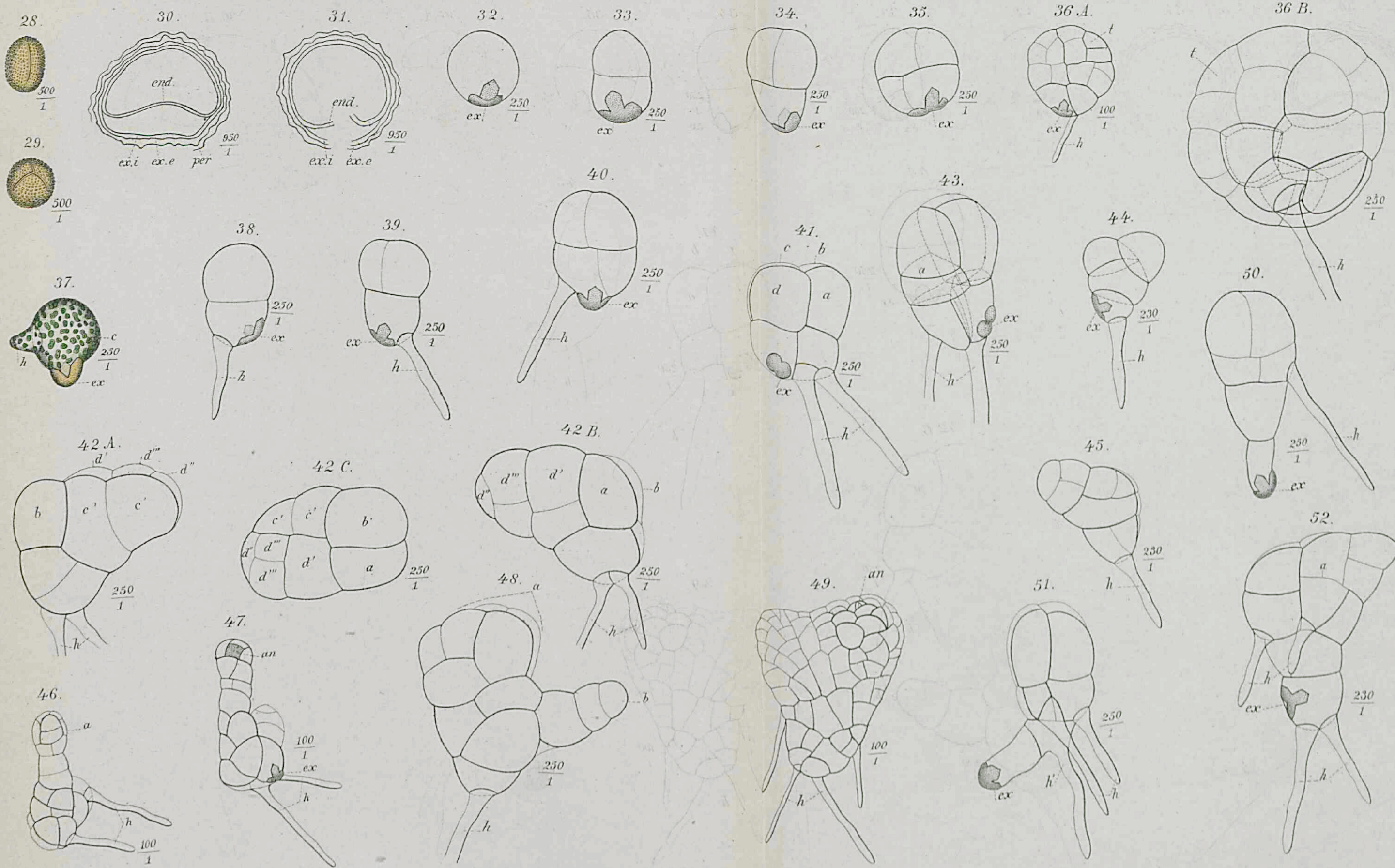
**Fig. 102.** *M. fraxinea* Sm. Doorsnede van een volwassen, maar nog niet geopend archegonium. De halskanaalcel heeft zich in twee cellen verdeeld, in een bovenste en in een onderste halskanaalcel. Lager vindt men de buikkanaalcel en de eicel. Mantelcellen zijn alle aanwezig. Van de twee in de figuur zichtbare rijen van halscellen bestaat de linker rij uit vijf, de rechter rij uit vier cellen. Geteekend na behandeling met kali.

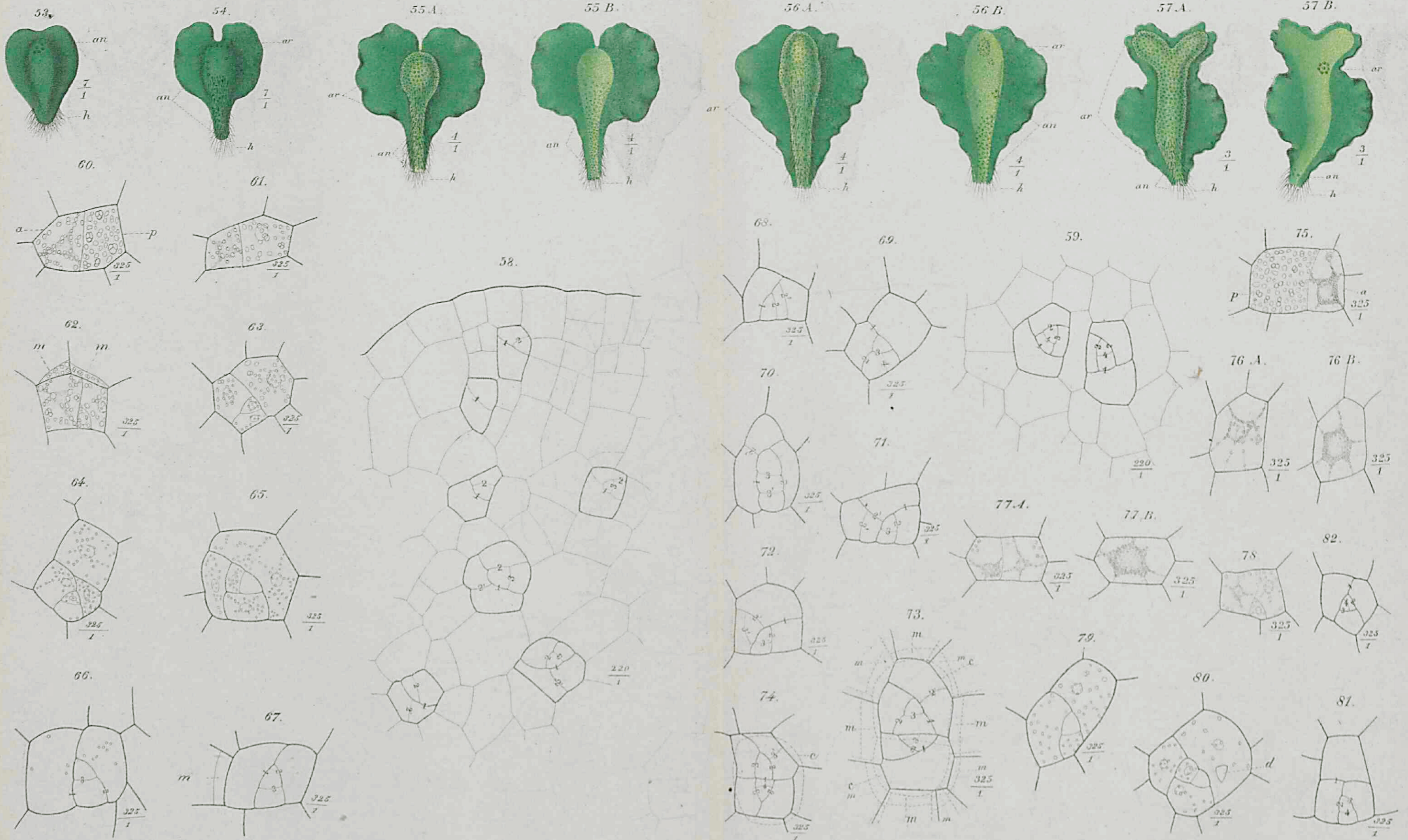
**Fig. 103.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Doorsnede van een volwassen, maar nog gesloten archegonium. Het getal der cellen der linker halsrij bedraagt drie, dat der rechter vier. In de cel beneden de eicel heeft zich geen mantelcel gevormd. Boven de eicel heeft men een buikkanaalcel en nog hooger de onderste en bovenste halskanaalcel. Geteekend na behandeling met kali.

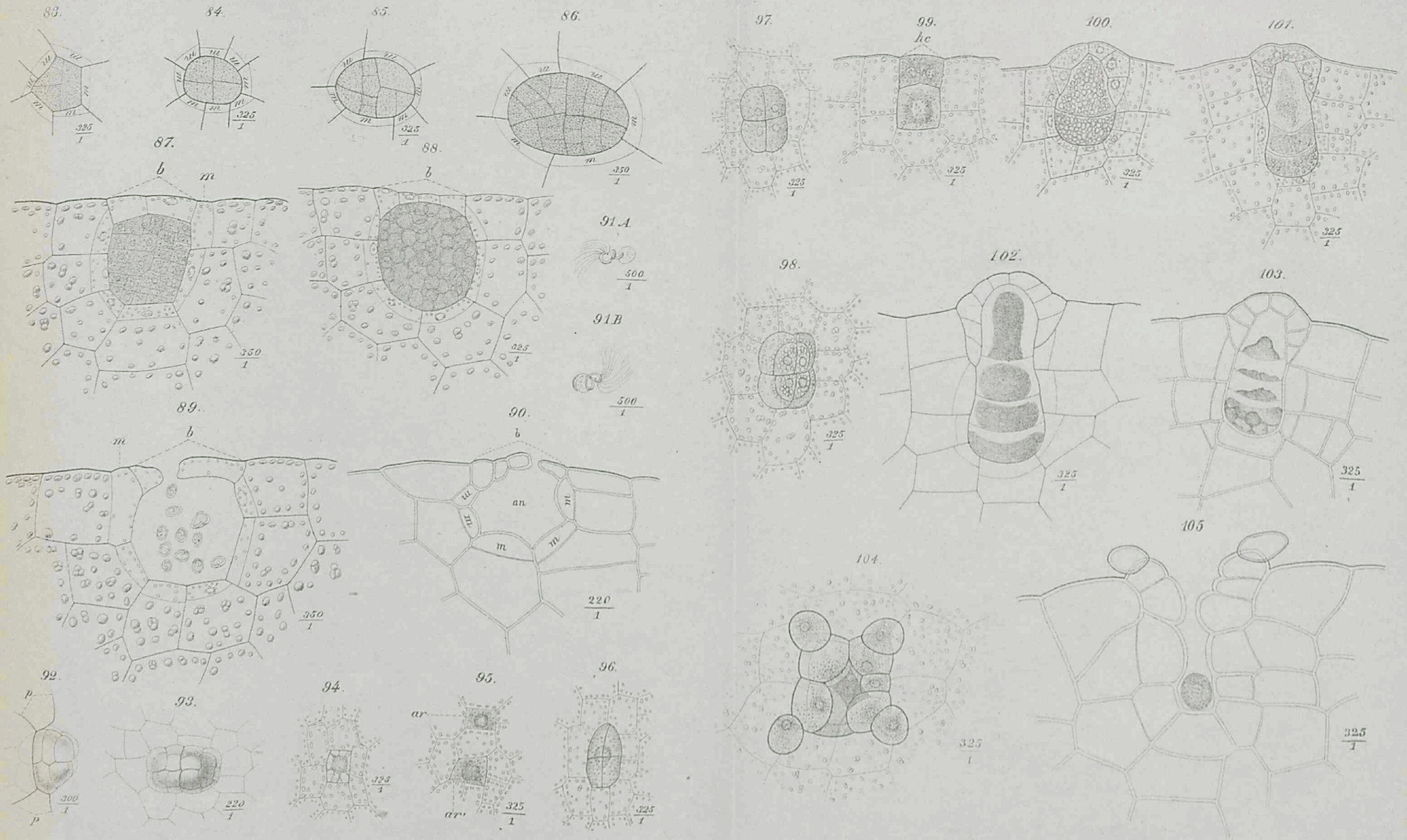
**Fig. 104.** *M. fraxinea* Sm. Geopend archegonium, waarvan de bovenste halscellen zich hebben teruggeslagen; deze zijn evenwel niet alle meer aanwezig; alle halscellen bezitten een celkern. Op de eicel liggen twee spermatozoiden. De omliggende cellen zijn gewone voorkiemcellen.

**Fig. 105.** *A. pruinosa*  $\beta$  *hypoleuca* Miq. Geopend archegonium, wachtende op de bevruchting. De bovenste halscellen hebben zich teruggeslagen; in de linker halsrij telt men drie, in de rechter vier cellen. De eicel heeft zich afgerond, en bezit een duidelijke celkern. De inhoud der overige cellen is niet aangegeven. De cel beneden de eicel heeft geen mantelcel afgescheiden.













# STELLINGEN.

---

## I.

Ten onrechte wordt LINNAEUS de hervormer der plantenkunde genoemd.

## II.

SCHLEIDEN is de hervormer der plantenkunde.

## III.

Ten onrechte wordt beweerd, dat de Systematiek een hulpwetenschap is.

## IV.

De idealistische natuurbeschouwing, door BRAUN e. a. voorgestaan, heeft de plantenkunde in haar vooruitgang tegengehouden.

## V.

Er is geen scherp verschil tusschen de Cryptogamen en Phanerogamen.

## VI.

Te recht worden door SACHS de Marattiaceeën met de Ophioglosseeën in eene orde vereenigd.

## VII.

De door SACHS aangegeven verdeling der weefsels in Hautgewebe, Fibro-vasalstränge en Grundgewebe heeft weinig waarde.

## VIII.

De Osmundaceeën vormen een overgangsgroep tusschen Filices en Stipulatae.

## IX.

Het is ten strengste af te keuren, dat wetenschappelijke mannen als NÄGELI werken als: „Die niederen Pilze enz.” zonder bewijzen in het licht geven.

## X.

Sponsen zijn Coelenteraten.

## XI.

Graniet is een neptunisch gesteente.

## XII.

Voor de verklaring van de werking der vulcanen behoeft men niet aan te nemen, dat de aardkern gloeiend-vloeibaar is.

## XIII.

Voor de bepaling van de snelheid van het licht is de methode van FOUCAULT de beste.

## XIV.

Noch door de theorie van LIEBIG, noch door die van PASTEUR wordt de gisting verklaard.

## XV.

Ten onrechte beweert VON JOLLY, dat het zuurstofgehalte der dampkringslucht aan merkbare afwisselingen onderhevig is.

## XVI.

De proeven van MARIGNAC en STAS omtrent de atoomgewichten der elementen bewijzen niets tegen de eenheid der stof.

---

