



Het mikroskoop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand : een handboek voor natuur- en geneeskundigen

<https://hdl.handle.net/1874/209692>

9201

HET MIKROSKOOP,
DESZEELFS GEBRUIK, GESCHIEDENIS
EN
TEGENWOORDIGE TOESTAND.

EEN HANDBOEK VOOR NATUUR- EN GENEESKUNDIGEN,

DOOR

P. HARTING,

Hoogleraar aan de Utrechtsche Hoogeschool.

VIERDE DEEL.



Met drie Platen.



Te TIEL,
bij **GEBR. CAMPAGNE.**
1854.

VOORREDE.



In de Voorrede, geplaatst voor het derde deel van *Het Mikroskoop*, enzv., heb ik een oordeel uitgesproken, dat bij den eersten blik welligt toepasselijk kan schijnen op den inhoud der volgende bladen. Ik ben derhalve aan den lezer verschuldigd de redenen te ontvouwen, die mij tot hunne uitgave bewogen hebben, waarbij het tevens van zelf blijken zal, wat hij daarin al en niet te wachten heeft, en uit welk oogpunt ik wensch, dat het daarin bevatte beschouwd worde.

Nog steeds ben ik, even als vroeger, van meening, dat eene beschrijving van hetgeen de waarneming door het mikroskoop ons leert eigenlijk te huis behoort in de verschillende werken, die over de onderscheidene vakken der natuurkennis handelen, en dat: » handboeken over ontleedkunde, zonder dat er de leer der weefsels en van het fijnere maaksel der dierlijke organen in is opgenomen, — over plantenkunde, zonder eene ontwikkelingsgeschiedenis der cel en

der organen, die de plant zamenstellen, — over dierkunde, zonder vermelding der alleen met het mikroskoop zichtbare dieren, — over geologie, zonder gewagmaking van den invloed, dien tallooze kleine organismen op de vorming der korst onzer aarde hebben gehad, — thans even zoovele anachronismen zouden zijn.”

Ook zoude de lezer, die hier eene weefselleer van planten en dieren verwacht, zich geheel bedrogen vinden. Mijn doel was eeniglijk hem gelegenheid te geven, om een geschikt praktisch beoefenaar dier weefselleer te worden, en de medegedeelde waarnemingen en gegeven beschrijvingen van een aantal mikroskopische voorwerpen moesten daartoe het middel zijn. Eigenlijk is derhalve dit geschrift eene uitbreiding van het vroeger verschenen tweede deel van genoemd werk, en de daarin bevatte algemeene voorschriften worden hier op bijzondere gevallen toegepast. Ik ben daartoe overgegaan, omdat men er mij van verschillende zijden toe uitnoodigde, terwijl bovendien mijne eigene ondervinding mij meer en meer geleerd heeft, dat zeer vele beginnende waarnemers werkelijk behoefte hebben aan zulk eene tot in de bijzonderheden tredende handleiding. Aan dit zuiver praktische doel getrouw, heb ik dan ook nergens naar eenige volledigheid gestreefd. Integendeel heb ik dikwijls opzettelijk veel onvermeld gelaten, hetwelk, indien de beschrijvingen doel in stede van middel waren geweest, niet onvermeld had mogen blijven, en heb ik mij bovendien, bij de keuze der voorbeelden tot oefening, slechts tot diegenen be-

perkt, welke mij toeschenen het best aan het voorgestelde oogmerk te beantwoorden.

Met de beknoptheid, die ik mij overal ten pligt heb gesteld, zoude eene uitvoerige literatuur der behandelde onderwerpen weinig gestrookt hebben. Waar ik derhalve, gelijk voor de eigenlijke weefselleer van planten en dieren (aan het slot van elke afdeeling), naar algemeene werken heb kunnen verwijzen, waarin die literatuur tevens te vinden is, heb ik mij daartoe bepaald. Alleen ten opzichte der mikroskopische planten en dieren heb ik eene uitzondering gemaakt, omdat de literatuur daarvan veel meer verspreid is. Over het algemeen zijn namen van anderen slechts dan genoemd, wanneer mijne eigene waarnemingen te kort schoten. Hier en daar zijn daaronder eenige, welke nieuw zijn, doch ik heb deze nergens als zoodanig aangewezen, ten einde niet te schijnen eene uitzondering ten voordeele van mij zelve te willen maken op den regel, dien ik mij had voorgeschreven.

Het noodzakelijk gevolg der fragmentarische behandeling van een aantal verschillende onderwerpen was echter, dat aan het geheel die eenheid moest ontbreken, welke men in een wetenschappelijk werk teregt ongaarne mist. Ten einde deze zooveel mogelijk te herstellen, zijn er de twee hoofdstukken over de levensgeschiedenis der cel bijgevoegd. Deze zijn in eenen geheel anderen stijl geschreven dan het overige, en bestaan uit eene reeks van aphorismen, waarin ik getracht heb de hoofduitkomsten van het onderzoek der ontwikkelingsgeschiedenis van de organische weefsels kortelijk

zamen te vatten, inzonderheid ook met het doel, om de overeenkomst dier ontwikkeling in beide organische rijken nog duidelijker te doen uitkomen, dan zulks tot hiertoe geschied is (1). Ik ontveins niet, dat het mij, bij het schrijven dezer twee hoofdstukken, eenige moeite gekost heeft mijne pen in toom te houden. Had ik haar den vrijen loop gelaten, dan zoude elk dier hoofdstukken tot een boekdeel zijn uitgedijd. Waarschijnlijk zal ik echter elders op eenige der daarin besproken onderwerpen uitvoeriger terugkomen. Zij bevatten overigens het bewijs der volstrekte noodzakelijkheid, om zich geenszins, gelijk nog velen doen, alleen tot het mikroskopisch onderzoek van menschelijke en dierlijke weefsels te bepalen, maar van zich evenzeer bekend te maken met de weefsels, die de planten zamenstellen. Indien de lezer mijnen raad wil volgen, dan houde hij zich een tijdlang voornamelijk, zoo niet uitsluitend, met de laatste

(1) Ik kan mij niet weerhouden hier eene merkwaardige, doch, naar het schijnt, weinig bekende zinsnede uit te schrijven uit de *Considerations sur la théorie de l'auteur*, door Bilderdijk in 1808 geschreven en geplaatst voor het werk van Brisseau-Mirbel, *Exposition de la théorie de l'organisation végétale*, Paris 1809, p. 30. Deze zinsnede luidt aldus: » Une fibre n'est pas plus simple qu'une cellule aux yeux de la nature; et quoiqu'il y ait une différence très essentielle entre le tissu cellulaire animal et celui des végétaux, et que, comme l'observe l'illustre Blumenbach, le premier ne porte ce nom qu'improprement, il se pourroit qu'un jour on découvrit que toute espèce de fibre se réduit, en dernière analyse, à une conformation analogue à ce tissu qu'on reconnaît dans les plantes. En bonne logique il est assurément bien difficile de concevoir la fibre, comme un être primitif dans l'organisation. » Inderdaad bevatten deze woorden van den dichtsterlijken kenner der natuur de voorspelling van hetgeen dertig jaren later door Schwann werkelijk is aangewezen.

bezig. De grootere gemakkelijkheid van hun onderzoek, de meerdere zekerheid, welke de daaraan verkregen uitkomsten bezitten, verschaffen eene uitmuntende gelegenheid, om zich tot een grondig waarnemer te vormen. Eerst wanneer hij deze eerste oefenschool heeft doorgeloopt, begeve hij zich tot het onderzoek van dierlijke weefsels, daarbij aanvangende met die voorwerpen, welke door de eenvoudigheid van hun maaksel nog het meest tot dat der planten naderen. Het is ook deze volgorde, welke in de tweede afdeeling zooveel mogelijk is in het oog gehouden.

Ik voeg hier nog slechts bij, dat, ter bevordering der verspreiding dezer Handleiding, de tegenwoordige uitgever op mijn voorstel besloten heeft haar ook afzonderlijk en onder eenen bijzonderen titel verkrijgbaar te stellen. Zij maakt dan ook tot op eene zekere hoogte een op zich zelf staand werk uit, ofschoon zij zich onmiddellijk sluit aan het vroeger verschenen grootere werk, en voor eene meer uitvoerige uiteenzetting van verschillende handelwijzen en der gronden waarop deze berusten herhaaldelijk daarheen verwezen is.

UTRECHT 1 November 1855.

HARTING.



INHOUD.

EERSTE AFDEELING. PLANTENWEEFSELS	bl. 1.
<i>Eerste Hoofdstuk.</i> Beknopte levensgeschiedenis der plantencel en van de voornaamste der door haar gevormde weefsels.	» »
<i>Tweede Hoofdstuk.</i> Algemeene gang des onderzoeks	» 45.
Onderzoek van den vorm	» 47.
» » de stof	» 54.
» » » grootte en het getal	» 58.
<i>Derde Hoofdstuk.</i> Voorbeelden tot oefening.	» 62.
Mikroskopische planten	» »
Aanhangselen der opperhuid	» 78.
Het zetmeel of amyllum	» 86.
Asorganen der dicotyledone planten	» 92.
» » monocotyledone planten	» 128.
Bladeren	» 140.
TWEEDE AFDEELING. DIERLIJKE WEEFSELS	» 159.
<i>Eerste Hoofdstuk.</i> Beknopte levensgeschiedenis der dierlijke cel in vergelijking met die der plantencel. » »	» »
<i>Tweede Hoofdstuk.</i> Algemeene gang des onderzoeks	» 193.
<i>Derde Hoofdstuk.</i> Voorbeelden tot oefening.	» 200.
Mikroskopische dieren	» »
De bloedcellen	» 235.
» bekleedingscellen	» 245.
» haren der zoogdieren.	» 247.
Het veerkrachtige weefsel	» 252.
De lijmgevende weefsels	» 257.
» spieren der willekeurige beweging	» 264.
» » onwillekeurige beweging	» 275.
» kraakbeenderen	» 277.
» beenderen	» 284.
» tanden	» 293.
Het zenuwweefsel	» 298

EERSTE AFDEELING.

PLANTENWEEFSELS.

EERSTE HOOFDSTUK.

Beknopte levensgeschiedenis der plantencel en van de voornaamste der door haar gevormde weefsels.

1. De cel is het grondorgaan van elke plant. Zij kan reeds op zich zelve een plantaardig individu daarstellen, doch naar gelang eene plant hooger georganiseerd is, bestaat deze uit cellen van een meer onderling verschillend maaksel.

2. De grootte der cellen is zeer onderscheiden, van $\frac{1}{200}$ millimeter, en welligt kleiner, af, tot eenige centimeters toe. Die grootte verschilt reeds bij haar eerste ontstaan, naar gelang van den aard van het individu en van de weefsels, waarin de celontwikkeling plaats grijpt.

3. De gedaande der cellen is desgelijks reeds verschillend bij haar eerste ontstaan. De jeugdige pas gevormde cellen kunnen bolrond, ellipsoidisch, veelvlakkig, cilindrisch of prismatisch zijn.

Later wordt de gedaante der cellen nog gewijzigd door vier omstandigheden :

a. door hunne onderlinge aaneensluiting en gelijktijdige ontwikkeling in eene beperkte ruimte ;

b. door de rigting, waarin de celvorming door verdeeling geschiedt ;

c. door de ongelijkmatige en ongelijktijdige ontwikkeling der verschillende weefsels, welke een plantenorgaan zamenstellen ;

d. door ongelijkmatigen groei van het celvlies zelve, hetzij dat het zich in eene enkele bepaalde rigting vergroot, of dat het op sommige punten uitgroeit, zoodat de cel zich vertakt.

In weefsels, uit eene vereeniging van cellen bestaande, wordt hunne gedaante dikwerf door de gelijktijdige zamenwerking van meer dan ééne dezer omstandigheden bepaald.

4. Alle cellen bestaan uit een vlies, den celwand, en uit den daarin besloten inhoud. Zoowel de celwand als de celinhoud ondergaan, na eenmaal ontstaan te zijn, gedurende de verdere ontwikkeling, velerlei veranderingen.

5. In alle jeugdige pas gevormde cellen bestaat de inhoud (*protoplasma*) uit een troebel vocht, waarvan de hoofdzakelijke bestanddeelen zijn: water, gom (dextrine) en proteïne. Deze laatste is er hoogstwaarschijnlijk in tweederlei toestand in aanwezig, namelijk als oplosbaar eiwit en onder den vorm van zeer kleine moleculen.

6. De inhoud, niet alleen van alle jeugdige, maar ook van alle nog aan de levensverschijnselen deelnemende en vochtbevattende cellen is omgeven door een zeer dun, met den eigenlijken celwand niet zamenhangend, maar daarvan af-

scheidbaar vliesje, het binnenblaasje (*utriculus internus* (1)). Hoogstwaarschijnlijk bestaat dit vliesje uit eene proteïne-zelfstandigheid.

7. De jeugdige cellen van alle planten, welligt alleen met uitzondering der laagste wieren en zwammen, bevatten eene kern (cytoblast). In zeer jeugdige, zich nog vermenigvuldigende cellen, schijnt deze kern uit eene niet door een vlies begrensde korrelige massa te bestaan. Op een later tijdperk bestaat zij uit een dunvliezig blaasje met eenen door zeer kleine moleculen troebelen inhoud, waarin men doorgaans één, twee, zelden drie iets grootere ronde korreltjes (de kernligchaampjes) waarneemt. In sommige dier kernligchaampjes bespeurt men nog een kleiner daarin besloten korreltje (2).

8. De gedaante der kernen beantwoordt doorgaans min of meer aan die der cellen, waarin zij bevat zijn. Zij zijn gewoonlijk rond in ronde of veelhoekige, langwerpige rond in verlengde cellen.

9. De kernen nemen in de cellen tweederlei plaats in. Zij liggen óf tegen den celwand aan, daarvan alleen gescheiden door het binnenblaasje (3), en heeten dan wandstandige kernen, óf zij liggen binnen in de celholte, in deze stelling bevestigd gehouden door zoogenaamde sapstroompjes, en dragen dan den naam van centrale kernen (4).

(1) Pl. I. fig. 2, jeugdige gesteelde kliertjes uit den bloemknop van *Nicotiana Tabacum*.

(2) Pl. I, fig. 1, bolronde cel op de opperhuid van den stengel van *Mesembryanthemum cristallinum* in den knoptoestand, en fig. 4, cellen uit een jong blaadje in den knop van *Tradescantia crassicaulis*.

(3) Pl. I, fig. 2.

(4) Pl. I, fig. 1.

Deze sapstroompjes zijn de netvormige overblijfselen van den vroegeren troebelen inhoud der cel in den jeugdigen toestand.

10. De kernen zijn betrekkelijk het grootst in de jeugdigste cellen. Naarmate de cel in omvang toeneemt, vergroot zich ook de kern, doch veel langzamer dan de geheele cel. In de volwassen cellen verdwijnen vaak de kernen, zonder sporen achter te laten. In de antheridien der hoogere cryptogamen zouden zich daaruit de zwermdraden vormen.

11. Alleen eene vorming van cellen binnen in andere cellen is tot hiertoe met zekerheid bekend.

Deze celvorming verschilt naar gelang van den aard der weefsels, waarin zij plaats grijpt. Altijd echter ontstaat de celinhoud het eerst, daarna het vlies van het binnenblaasje, en aan de buitenzijde hiervan de eigenlijke celwand.

12. Men kan de verschillende wijzen van celvorming tot twee hoofdklassen brengen:

a. de vrije celvorming. Deze grijpt bij de phanerogame planten alleen plaats in den embryozak, kort vóór het binnendringen van de pollenbuis in den eimond. De daarin bevatte zeer kleine moleculen vereenigen zich groepsgewijs en vormen een klein getal van kernen. Rondom deze hoopt de troebele inhoud zich op, aan de oppervlakte daarvan vormt zich het vlies van het binnenblaasje, en later daar om heen de eigenlijke celwand.

b. De celvorming door verdeeling. Zij is veel algemeener dan de vorige, en bestaat in de voortbrenging van tusschenschotten, waardoor ééne cel in twee cellen wordt geschei-

den, waarin vervolgens op hare beurt dezelfde verdeeling wederom plaats grijpt. Somwijlen gaat daarmede ook eene verdeeling van de celkern gepaard, doch doorgaans verdwijnt de eerste kern en vormen zich twee nieuwe kernen. In zulke gevallen, waar men de vorming der tusschenschotten goed kan waarnemen, ziet men den celinhoud zich allengs in twee helften scheiden, beginnende nabij de randen der cel, daarbij omgeven blijvende van het vlies van het binnenblaasje, zoodat hier eene ringvormige groeve ontstaat, die allengs dieper wordt, naar mate de afsnoering van inhoud en binnenblaasje toeneemt, totdat eindelijk de verdeeling volkomen is. Gelijktijdig hiermede gaat van den aanvang af gepaard eene afscheiding van stoffen tusschen de vrij geworden gedeelten der oppervlakte van het binnenblaasje, waardoor de eigenlijke celwand gevormd wordt.

In de meeste gevallen is het ontstaan der tusschenschotten echter veel minder duidelijk, daar deze bij hun eerste verschijnen steeds zeer dun zijn. Altijd gaat evenwel de vorming van twee binnenblaasjes in ééne moedercel de eigenlijke celverdeeling vooraf (1).

Soms, bij eenige algen, zwammen en haren, vermeerderen zich de cellen ook door afsnoering. In het wezen der zaak komt deze wijze van celvorming met de vorige overeen, alleen met dit verschil, dat niet alleen het vlies van het binnenblaasje, maar ook de eigenlijke celwand de verdeeling van den inhoud volgt en zich door eene al dieper en dieper wordende ringvormige groeve afsnoert.

15. De rigting, waarin de celverdeeling geschiedt, hangt af

(1) Pl. I, fig. 2 A en B bij a, bij b jeugdig tusschenschot.

van de groeiwijze van het deel, en wederkeerig wordt deze door de rigting der celvermenigvuldiging bepaald.

In weefsels, welke zich naar alle zijden tamelijk gelijkmatig vergrooten, vormen zich de tusschenschotten in allerhande rigtingen. Bij weefsels en organen daarentegen, die in ééne bepaalde rigting uitgroeijen, ontstaan de tusschenschotten in de cellen loodregt op die rigting.

14. Bij de vorming der stuifmeelkorrels der phanerogamen en der kiemkorrels van vele der hooger georganiseerde cryptogamen, geschiedt de celverdeeling geregeld in twee rigtingen, die loodregt op elkander staan, en waardoor dus altijd vier dochtercellen worden voortgebragt (2).

Somtjids (bij de stuifmeelkorrels) verdwijnen de moederzellen weder, nadat de vorming der dochtercellen daarin heeft plaats gehad. In andere gevallen blijven de moedercellen bestaan, en vergrooten zich, ook nadat de dochtercellen op hunne beurt moedercellen zijn geworden, zoodat alsdan het vlies, dat alle deze opvolgende generaties omgeeft, uit een daaraan beantwoordend getal lagen bestaat, die echter slechts onder gunstige omstandigheden (inzonderheid bij sommige uit eene enkele reeks van cellen bestaande zoetwater-algen) afzonderlijk waarneembaar zijn.

15. In het nog zeer jeugdige celvliesje, dat pas aan de oppervlakte van het binnenblaasje is afgescheiden, kan het bestaan van cellulose niet altijd door de gewone réactie (de blaauwe kleuring door jodium en zwavelzuur) worden aangewezen. Zoodra zich die blaauwe kleuring echter vertoont, neemt

(2) Pl. I, fig. 5, pollenkorrels in hunne moedercel van *Antirrhinum majus*.

men in de celloselaag een groot aantal van zeer kleine openingen waar. Hieruit mag men echter nog geenszins met zekerheid afleiden, dat er door deze openingen eene vrije gemeenschap tusschen de aanéngrenzende cellen plaats heeft, daar de inhoud nog omgeven wordt door het binnenblaasje, terwijl bovendien, waar de celwanden reeds eene matige dikte hebben verkregen, er zich op hunne wederzijdsche grenzen een dun laagje van eene stof (pectose) bevindt, die bij de behandeling met jodium en zwavelzuur ongekleurd blijft (1).

Deze kleine openingen in het cellulose-vlies zijn dan eens over deszelfs geheele oppervlakte verspreid, zoodat het zich als eene zeef doorboord vertoont, dan weder meer groepsgevijs vereenigd. Hunne gedaante hangt af van de rigting, waarin het celvlies groeit. Bij cellen, welke geenen overwegenden doormeter hebben, zijn zij gemeenlijk rond, bij ver-

(1) Door velen wordt dit laagje en desgelijks dat, hetwelk bij het verhoutingsproces daarvoor in plaats treedt, als eene tusschencellige stof beschouwd, die de cellen onderling verbindt, doch niet tot den eigenlijken celwand behoort, ofschoon zij, welke die meening koesteren, tevens aannemen, dat deze tusschencellige stof werkelijk uit de cellen afkomstig is. Eene breedvoerige uiteenzetting der gronden, waarom ik aan de verder in den tekst bevatte beschouwingwijze de voorkeur meen te moeten geven, zoude hier te veel plaats vorderen. Alleenlijk doe ik opmerken, dat alles afhangt van het denkbeeld, hetwelk men zich vormt van den eigenlijken aard der plantencel. In het wezen der zaak bestaat deze alleen uit het binnenblaasje met den daardoor omgeven inhoud; het is daarin, dat de levenswerkzaamheid der cel hoofdzakelijk huisvest, terwijl het omgevende hulsel het teedere vlies van het binnenblaasje beschut, en, waar een aantal dier blaasjes tot een weefsel vereenigd zijn, deze van elkander gescheiden houdt, en aan het geheel de noodige stevigheid verschaft. Is deze beschouwingwijze juist, dan zoude alles, wat, na de vorming van het binnenblaasje, aan deszelfs buitenvlakte wordt afgescheiden, derhalve de geheele doorgaans zoogenaamde wand der jeugdige cellen, als tusschencellige stof moeten worden aangemerkt. Daar echter, in een werk als dit, duidelijkheid een hoofdvereischte is, en deze lijden zoude door afwijking van het gewone spraakgebruik, zoo heb ik het beter geacht de oude meest gehruikelyke nomenclatuur te behouden.

lengde cellen spleetvormig en dan vaak in eene schuinsche rigting geplaatst, in verhouding tot de lengte-as der cel. Ook aan de overlansche wanden van parenchymateuze cellen, wier dwarswanden van ronde openingen voorzien zijn, zijn zij vaak spleetvormig. Waar zij schuins geplaatst zijn, kruisen die der begrenzende wanden elkander. In sommige gevallen vertoonen zich zulke spleten als openingen tusschen bandvormige vezelen, waaruit het celvliesje schijnt te bestaan (1).

16. De verdikking van de wanden der cellen heeft, zoolang de celvermenigvuldiging aanhoudt en de cellen zelve nog in grootte sterk toenemen, aanvankelijk slechts langzaam plaats.

De algemeene rigting der wandverdikking is, gedurende dit tijdperk van het leven der cel, van binnen naar buiten, en wordt te weeg gebracht door stoffen, die, in het inwendige der cel gevormd, buitenwaarts aan hare oppervlakte worden afgescheiden. Nadat de celinhoud zich heeft afgescheiden en daarom heen het inwendige blaasje ontstaan is, dringen daaruit de stoffen naar buiten, die den eigenlijk zoo genoemden celwand daarstellen, en daarbij van uit den oplosbaren in den door water onoplosbaren toestand overgaan. Te gelijker tijd neemt echter ook de geheele cel in omvang toe, zoodat er niet enkel aanvoeging, maar ook tusschenvoeging (intussusceptie) van deelen plaats heeft. Waar in een weefsel de cellen elkander onderling begrenzen, herkent men, ten gevolge der regelmatigheid, waarmede de buitenwaartsche afscheiding geschiedt, ook dikwerf de grenslijnen, waar de wederzijds uit de begrenzende cellen afgescheiden stoffen elkander ontmoet hebben. Wanneer, tijdens de buitenwaartsche afscheiding

(1) Pl. I, fig. 13. A en B, mergcellen van den knolligen wortel van *Georgina variabilis*.

dier stoffen, het verband tusschen de cellen plaatselijk verbroken wordt, zoodat er tusschencellige holten en gangen ontstaan, dan worden deze soms geheel daardoor opgevuld, of slechts ten deele, zoodat er opene ruimten overblijven (1).

In eenige gevallen, bepaaldelijk bij de zwermsporidien der algen, geschiedt de vorming van het eigenlijke celvlies, dat de buitenzijde van het vlies van het binnenblaasje bekleedt, eerst nadat dit met den daarin besloten inhoud geheel vrij is geworden, door verlating van de moedercel, waarin de zwermsporidie ontstaan is. In dezen toestand is de oppervlakte van de zich vrij in het omgevende vocht bewegende sporidie, hetzij geheel of voor een gedeelte, bezet met zeer fijne trilhaartjes, die verdwijnen, wanneer de vorming van het uitwendige celvlies aanvangt.

17. De scheikundige geaardheid der uit de cel aan hare oppervlakte afgescheiden stoffen verschilt naar gelang van haren leeftijd. Aanvankelijk bestaan zij uit cellulose en pectose, dikwerf ook in lagen gescheiden, die eene periodiciteit in de afscheiding verraden. Later is het alleen pectose, en een dun laagje van deze stof, daaraan herkenbaar, dat het, bij de behandeling met jodium en zwavelzuur ongekleurd blijft, is bij zeer vele reeds volwassen cellen, op het punt waar zij elkander begrenzen, als een witte streep herkenbaar. Wanneer de verhouding der celwanden aanvangt, verandert dit buitenste laagje van aard, en gaat in de meeste gevallen over in eene stof, die dezelfde scheikundige eigenschappen bezit als de cutose.

18. De oppervlakte der planten is bekleed met een eigen

(1) Pl. I, fig. 12, collenchym in den stengel van *Ricinus communis*.

vlies, dat geheel uit deze stof (cutose) bestaat. Dit vlies (*cuticula*) ontstaat reeds in den allerjeugdigen toestand der opperhuid, en zijn groei houdt met die der opperhuids-cellen gelijken tred. Aanvankelijk is het zeer dun, heeft eene gladde oppervlakte, en bekleedt alleen de naar buiten gekeerde wanden der opperhuidscellen. Later, wanneer de groei dier cellen reeds verminderd is, neemt het in dikte toe, ten gevolge der voortgaande doorzweeting van stof door de celwanden heen naar buiten, waardoor dikwerf daarop kleine knobbelachtige of streepvormige verhevenheden (1) ontstaan, terwijl het zich bovendien dan ook in vele gevallen tusschen de zijdelingsche wanden der opperhuidscellen afzet.

De verschillende aanhangselen der opperhuid, onder den vorm van haren enzv., zijn er desgelijks mede bekleed. In den jeugdigen toestand is ook hier het vlies glad, doch later wordt het dikwerf met verhevene streepjes en knobbeltjes bezet, die in zeer vele gevallen eene spiraalstelling hebben (2), hetgeen bewijst, eensdeels dat de doordringbaarheid van het onderliggend vlies niet op alle punten gelijk is, anderdeels dat deze doordringing, even als de latere inwendige wandverdikking bij andere cellen, hier mede volgens de rigting eener spiraal geschiedt.

Ook het buitenste vlies der stuifmeelkorrels van de phanerogame planten, en dat der sporidien van vele cryptogamen bestaat uit cutose, en is almede vaak voorzien van dergelijke verhevenheden, hetzij kleine kogelvormige wratjes of netsgewijs zamenhangende streepvormige verdikkingen. In dit buitenste vlies (*exine*) bevinden zich eene of meerdere openingen, waar-

(1) Pl. I, fig. 9, A, opperhuid der ondervlakte van een blad van *Helleborus niger*, van boven op gezien; B, de loodregte doorsnede, a, *cuticula*.

(2) Pl. I, fig. 3, top van een haar van *Chelonia purpurascens*.

door het binnenste vlies (intine), of de eigenlijke celwand, bij de vorming van de pollenbuis of bij de kieming, naar buiten treedt.

19. Wanneer de cellen opgehouden hebben in de ruimte te groeijen, en de wandverdickking blijft voortgaan, geschiedt deze alleen door inwendige aanvoeging van nieuwe lagen, in dier voege, dat de binnenste laag de jongst gevormde is. Zeer dikwerf zijn deze lagen afzonderlijk onderscheidbaar (1), hetzij onmiddellijk, of na behandeling met zulke reactieven (geconcentreerd zwavelzuur, bijtende alkalien), die op een gedeelte van de in den celwand bevatte stoffen oplossend werken.

De graad van dikte, welke de celwanden aldus kunnen bereiken, is hoogst verschillend in onderscheiden weefsels. Slechts zelden worden de wanden zoo sterk verdikt, dat van de eigenlijke celholten nog slechts geringe sporen zijn overgebleven (2).

In sommige weefsels verdikken zich de wanden van alle de cellen die het zamenstellen, doch er komen ook vele gevallen voor, waar slechts eenige weinige, soms geheel afzonderlijk gelegen cellen deze verandering ondergaan, terwijl de omringende dunwandig blijven.

20. Zelden is deze wandverdickking geheel gelijkmatig; doorgaans daarentegen wordt het ééne gedeelte van den celwand veel meer verdikt dan het andere. Waar zulks met eene

(1) Pl. I, fig. 14, bastcellen uit de *Radix Dictamni albi* des handels.

(2) Pl. I, fig. 17, cellen der zaadhuid van *Phaseolus vulgaris*, A op loodregte, B op de horizontale doorsnede.

zekere regelmatigheid geschiedt, daar blijven in den wand kleine kanaaltjes over, die zich, van boven op gezien, als ronde of elliptische kringetjes vertoonen, welke stippels heeten (1). Naar mate de wandverdicking minder gevorderd is, is het getal dier stippelkanaaltjes in den regel het grootst. Hun eerste oorsprong kan verklaard worden uit de tegenwoordigheid der kleine openingen in de eerst gevormde celluloselaag, waarvan eenige bij de latere wandverdicking door de elkander opvolgende lagen gesloten worden. De stippelkanaaltjes in de wanden van aan elkander grenzende cellen staan steeds tegen elkander over.

21. In de vezelcellen, die het eigenlijke hout zamenstellen, bevindt zich doorgaans, op de grens der beide tegen elkander inmondende stippelkanaaltjes, eene kleinere of grootere lensvormige holte, de stippelholte, welke zich van boven op gezien als een iets grootere kring vertoont, die het kleinere stippelkanaaltje omgeeft. Deze kring voert den naam van het hofje, en de daarvan voorziene stippels dien van hofstippels. Zeer dikwerf is in zulke cellen het stippelkanaal niet rond, maar heeft het de gedaante van eene spleet, welke schuins op de lengte-as van de cel staat. In zulk een geval kruisen zich de stippelkanaaltjes der elkander begrenzende celwanden onder eenen zekeren hoek. Het grootst zijn de hofstippels in de houtcellen der Coniferen en der Cycadeën (2).

(1) Pl. I, fig. 13, cellen van het hoornachtig albumen van *Alstroemeria aurea*; fig. 15 B, C, mergcellen van *Hoya carnosae*, in onderscheidene ontwikkelingstoestanden; fig. 16, cellen uit het steenachtige gedeelte der vruchtschaal van *Prunus Cerasus*.

(2) Pl. I, fig. 24, gedeelten van houtcellen van *Pinus silvestris*, A op de radiale, B op de tangentiële doorsnede; fig. 22, gedeelte eener houtcel van *Cycas circinalis*.

22. De verdikkingslagen nemen zeer dikwerf de gedaante aan van vezelen of banden, die, wanneer zij zich in cellen hebben gevormd, welke in ééne rigting sterker zijn uitgegroeid dan in de overige, doorgaans eenen min of meer duidelijken spiraalsgewijzen loop hebben (1). In eene en dezelfde cel is de loop dier vezelen, welke de onderscheidene lagen zamenstellen, soms verschillend, zoodat zij elkander onder eenen zekeren hoek snijden (2).

23. De dikte, het getal, de rigting en de vorm dier vezelen of banden is hoogst onderscheiden in cellen behorende tot verschillende weefsels. Soms vormen zij ringen (3), nog vaker stellen zij een soort van netwerk daar met grootere of kleinere mazen, en tusschen zulke cellen en die, welke van ronde of spleetvormige stippels voorzien zijn, bestaan allerhande overgangen. Eindelijk komt het menigmaal voor, dat in ééne en dezelfde cel een gedeelte van den wand ware stoppelkanaaltjes bezit, terwijl de binnenwaarts gelegen verdikkingslaag een spiraalsgewijs of netsgewijs maaksel heeft.

24. Wanneer eene reeks van boven elkander geplaatste cellen reeds op een jeugdig tijdperk met lucht gevuld wordt, dan vormt zich daaruit een vat. De dwarswanden, niet meer met celvocht in aanraking zijnde, houden op gevoed te worden, en, terwijl het geheele omgevende weefsel, en tevens de daarmede zamenhangende vaatcellen in omvang toenemen, ontstaan in de dwarswanden hetzij eene enkele ronde of meerdere spleetvormige openingen.

(1) Pl. I, fig. 35, spiraalvezelcellen uit een anthera van *Tulipa Gessneri*.

(2) Pl. I, fig. 21, gedeelte eener bastcel van *Stapeliu glauca*.

(3) Pl. I, fig. 28, ringcellen in de nabijheid der vaatbundels van *Opuntia microdasys*.

25. Er zijn slechts twee wezenlijk van elkander verschillende soorten van vaten :

a. de zoodanige , welke zich vormen tijdens het orgaan , waarin zij ontstaan , nog in de lengte groeit ;

b. die , welke voorkomen in zulke weefsels , waar de lengtegroei geheel of nagenoeg geheel heeft opgehouden.

26. Tot de eerste klasse behooren de ware spiraalvaten (1), met een of meer spiraalvezelen , welke doorgaans draadvormig , zelden plat zijn ; verders de ringvaten en netvaten (2) , waartusschen nog verschillende overgangsvormen bestaan. In zulke vaten is in den regel , wanneer zij volwassen zijn , geen spoor meer waarneembaar van de oorspronkelijke dwarswanden , die de vaatcellen van elkander hebben gescheiden , omdat deze , toen zij met lucht gevuld geraakten , slechts eenen zeer geringen doormeter bezaten , in verhouding tot dien , welken zij later verkregen hebben.

Heeft zich het orgaan vervolgens sterk verlengd , dan ver-
toont zich het vat als eene enkele lange buis. Doch is de verlenging slechts gering geweest , dan herkent men ook later nog duidelijk de zamenstelling uit afzonderlijke vaatcellen.

Bij de vorming dezer soort van vaten dringt de lucht uit de oudere vaatcellen allengs in de jongere. Reeds vóór dit geschiedt heeft zich echter de vezelvormige verdikkingslaag begonnen te vormen. Deze is dan evenwel nog uiterst dun , en de windingen liggen zeer dicht bij elkander. Hun getal neemt later niet meer toe , maar de vezel wordt merklijk dikker , en de afstanden tusschen de windingen , of , in een

(1) Pl. I; fig. 26 , spiraalvaten uit den stengel van *Ricinus communis* ; fig. 60 , spiraalvat van *Mammillaria pusilla* , ten deele ringen bevattende.

(2) Pl. I, fig. 27 , netvat uit den stengel van *Tradescantia crassicaulis*.

ringvat, tusschen de ringen, worden allengs grooter en grooter. Hieruit vloeit de algemeene regel voort, dat de oudst gevormde spiraalvaten de wijdste windingen bezitten.

27. De tweede klasse bevat de gestippelde vaten, waarvan mede verschillende soorten bestaan, al naar gelang van den vorm der stippels, die rond of spleetvormig kunnen zijn, en van het al of niet aanwezig zijn eener stippelholte, met het daaraan beantwoordende hofje, hetwelk het stippelkanaal omgeeft (1). Op de aanwezigheid hiervan oefent echter de begrenzing grooten invloed uit, zoodat op een en hetzelfde vat aan de zijde, waar het door een ander vat begrensd wordt, hofstippels voorkomen, terwijl deze door stippels zonder hof vervangen worden, daar, waar het vat met de wanden van mergstraalcellen in aanraking is.

In eenige gevallen is de binnenste laag van een gestippeld vat door eene spiraalvezel gevormd. Ook zijn er tot deze klasse behorende vaten, waar de laatste alleen bestaat, zonder dat er tevens stippels aanwezig zijn. Hunne gedaante en de plaats, die zij in het orgaan innemen, doet hen echter alsdan van de ware spiraalvaten onderscheiden (2).

Daar deze vaten in deelen ontstaan, die niet meer in de lengte groeijen, zoo herkent men er nog altijd de overblijfselen van de oorspronkelijke dwarswanden der vaatcellen in, hetzij als ringen (3), die min of meer loodregt op de vaatwand

(1) Pl. I, fig. 23, gestippeld vat en houtcellen van *Laurus Sassafras*; fig. 29, gedeelten van twee elkander begrenzende gestippelde vaten van *Clematis Vitalba*; fig. 32, gestreepte vaten van *Angiopteris Theysmanniana*.

(2) Pl. I, fig. 30, vaten en houtcellen van *Tilia parvifolia*.

(3) Pl. I, fig. 19, B a, ringvormig overblijfsel van den dwarswand in een gestippeld vat van *Laurus Sassafras*.

staan, of van meerdere openingen voorzien (laddervormig) en dan gemeenlijk in eene schuinschere rigting geplaatst.

Tijdens den overgang uit den celtoestand gaat eene geringe wandverdicking met aanduiding der toekomstige stipfels vooraf. Eerst na het binnentreden der lucht neemt echter de verdicking van den vaatwand aanmerkelijk toe.

Daar deze vaten zich alleen in zulke weefsels vormen, waar nog geen oudere vaten aanwezig waren, waaruit de lucht in de jongere zoude kunnen binnendringen, zoo is hier de lucht het voortbrengsel der scheikundige omzettingen in de naburige cellen. Hetzelfde geldt ook van de lucht, die in de spiraalvaten treedt tijdens hunne eerste ontwikkeling in de embryo.

28. De voeding van den vaatwand met zijne verdikkingslagen, geschiedt, bij de beide klassen van vaten, na de binnentreding der lucht, enkel door het sap, dat uit de begrenzende cellen in den vaatwand dringt.

Daar in een zich ontwikkelend weefsel de later daarin voorhanden en elkander dikwerf begrenzende vaten nimmer allen te gelijker tijd ontstaan, zoo kan de eene reeks van vaatcellen tijdelijk den dienst van voedingscellen voor eene andere reeks vervullen, waarin reeds de vaatvorming en de opvulling met lucht begonnen is.

29. Niet zelden gebeurt het, dat de wanden van de houtcellen, welke een gestippeld vat begrenzen, door de openingen der daarin voorhanden stippelkanalen in de holte van het reeds met lucht gevuld vat uitgroeijen, op eene dergelijke wijze als zich vele haren aan de oppervlakte der oppervlakte vormen. Aanvankelijk vertoonen zich deze celuitwassen

als kleine ronde blaasjes tegen den wand van het vat. Later nemen zij in omvang toe, en worden de zitplaats eener celverdeling, ten gevolge waarvan eindelijk de geheele vaatholte met veelhoekige dunwandige cellen gevuld wordt.

50. De scheikundige samenstelling der celwanden verschilt zoowel naar gelang van den graad van verdikking, dien zij ondergaan hebben, als ten gevolge van den bijzonderen aard der weefsels, waarin zij voorkomen.

Vier verschillende stoffen zijn door scheikundige herkenningmiddelen in de celwanden aanwijsbaar, ofschoon er waarschijnlijk nog andere minder bekende aan hunne samenstelling kunnen deelnemen.

a. Cellulose, herkenbaar aan de blaauwe kleuring door jodium en zwavelzuur. Zij ontbreekt nimmer geheel, ofschoon hare tegenwoordigheid dikwerf bedekt wordt door die van andere gelijktijdig in den wand aanwezige stoffen, welke eerst verwijderd moeten worden (door behandeling met bijtende potasch of soda), om de réactie te doen plaats grijpen.

b. Pectose, eene hypothetische stof, welke door koking met water of door behandeling met minerale zuren in eenen oplosbaren toestand, dien van parapectinzuur, wordt overgebracht, door alkalien bij de gewone temperatuur sterk opzwelt, bij hoogere temperatuur wordt opgelost, onder vorming van pectinzuur, en bij de behandeling met jodium en zwavelzuur ongekleurd blijft.

c. Cutose, herkenbaar aan de onoplosbaarheid in geconcentreerd zwavelzuur, en aan de oplosbaarheid in de kokende oplossingen van bijtende potasch of soda, terwijl jodium en zwavelzuur haar bruingeel kleurt.

d. Proteïne, herkenbaar aan de gele kleuring met gecon-

centreerd salpeterzuur (vorming van xanthoproteïnzuur) of door de roode bij behandeling met suiker en zwavelzuur.

51. In jeugdige celwanden en in de zoodanige, waar nog geen eigenlijke verhouting bestaat, gaat de cellulose altijd gepaard met pectose. Somwijlen bestaan de verdikte wanden uit afwisselende lagen pectose en cellulose (1).

De cutose gaat steeds gepaard met proteïne. In de wanden van ware verhoude cellen ontbreekt de laatste nimmer. De cutose doordringt de reeds vroeger afgezette lagen, en vormt de buitenste, de plaats innemende der vroegere pectose.

Bij sommige cellen (die der kurklaag) bestaat een groot gedeelte van den eigenlijken celwand uit cutose.

Vermoedelijk zijn alle vier deze stoffen gelijktijdig voorhanden in de wanden van ware verhoude cellen, doch in zeer afwisselende betrekkelijke hoeveelheden.

In de zeer dikke wanden der cellen, welke het zoogenaamd hoornachtig albumen van vele zaden daarstellen, is met de cellulose eene stof verbonden, wier ware geaardheid nog minder bekend is.

52. Behalve de genoemde organische of verbrandbare stoffen, nemen ook vuurvaste zelfstandigheden deel aan de samenstelling der celwanden. Daartoe behooren inzonderheid kalk en kiezelzuur. De toestand van verbinding, waarin deze in den celwand bevat zijn, is niet nauwkeurig bekend. Bij de verbranding blijft de kalk als koolstofzure kalk over. Het kiezelzuur maakt een zeer aanzienlijk bestanddeel uit van de wanden der opperhuidscellen van vele planten (Gramineën,

(1) Pl. I, fig. 14 D. Gedeelte der wand eener bastcel van de *Radix Dictamni albi*, na behandeling met jodium en zwavelzuur.

Equisetaceën) en vormt de schalen der tot de Algen behorende Diatomeën.

53. De inhoud der cellen ondergaat gedurende hunne ontwikkeling even groote veranderingen als hunne wanden. Deze veranderingen hangen ten deele af van de bepaalde verrigtingen, waartoe de cellen bestemd zijn, en derhalve van de weefsels en organen, aan welker zamenstelling zij deelnemen.

54. De troebele en slijmige inhoud der jeugdige cellen (zie § 5) wordt allengs helderder. Daarbij verdwijnen echter niet terstond de kleine moleculen, welke deze troebelheid te weeg bragten, maar, wanneer de cel in omvang toeneemt, verspreiden zij zich in het meer waterig geworden sap en vertoonen daar het verschijnsel der zoogenaamde moleculair-beweging, of wel de inhoud scheidt zich in twee deelen (1), namelijk in tusschenruimten (*vacuolen*), die met een helder vocht gevuld zijn, en in de reeds vermelde (§ 9) min of meer netsgewijs zamenhangende sapstroompjes, waarvan eiwit steeds een bestanddeel uitmaakt, waarin de kleine moleculen zwevende worden gehouden, die dikwerf eene regelmatige stroomende beweging bezitten van of naar de kern, wanneer deze het middelpunt uitmaakt van het stroomnet.

In nog andere gevallen wordt het middengedeelte der celholte door een waterhelder vocht ingenomen, en verzamelen zich de kleine moleculen met het deze inhullend slijmige sap langs den wand der cel, waar dan vaak eene geregelde rondstrooming plaats grijpt.

(1) Pl. I, fig. 1, cel aan de oppervlakte van den stengel van *Mesembryanthemum crystallinum* in den knoptoestand.

Eindelijk zijn er ook eenige weinige gevallen, waar niet alleen kleine moleculen, maar ook veel grootere ligchaampjes, die in het celsap voorhanden zijn, op eene dergelijke wijze door rondstrooming langs de wanden der cel worden medegevoerd.

55. Naar gelang de cellen in grootte en leeftijd toenemen wordt ook hun inhoud verschillend.

De daarin voorhanden stoffen zijn óf in het celsap opgelost, óf in afzonderlijke blaasjes bevat, óf daarin als vaste ligchaampjes aanwezig.

Tot de opgeloste behooren inzonderheid: eiwit, gom, suiker, inuline, pectine, eenige kleurstoffen, verschillende plantenzuren en oplosbare zouten. Hunne tegenwoordigheid, met uitzondering van die der kleurstoffen, kan alleen op scheikundigen weg worden aangetoond, ofschoon daartoe vaak de réactie op de voorwerptafel van het mikroskoop voldoende is.

De belangrijkste der niet oplosbare in het celvocht voorkomende stoffen zijn: amyllum, verschillende vetten, harsachtige stoffen, etherische oliën, was, chlorophyl en eenige andere kleurstoffen, verschillende vaste proteine-stoffen en eenige in water onoplosbare zouten als kristallen.

Deze stoffen zijn in den regel alleen bevat in de ronde of veelhoekige cellen, welke de parenchymateuse weefsels zamenstellen, en komen slechts bij uitzondering voor in de verlengde cellen der prosenchymateuse weefsels, die de hout- en bastbundels uitmaken.

56. Wanneer cellen geen deel meer nemen aan de levensverrigtingen der plant, waartoe zij behooren, dan verdwijnt het celsap en wordt vervangen door lucht. Alleen bij de

vaatcellen heeft dit reeds op een vroeger tijdperk plaats (zie § 24).

57. Het *amylum* komt steeds voor onder den vorm van vaste aan drukking weerstand biedende ligchaampjes. Hunne grootte en gedaante is zeer uiteenlopend bij de onderscheidene planten, waarin zij bevat zijn. Zij kunnen wezen: bolrond, ellipsoidisch, eirond, lensvormig, meer of min staafvormig, niet zelden veelvlakkig en naar kristallen gelijkende. In het laatste geval is hunne gedaante het gevolg der vereeniging van twee, drie of meer kleinere korrels tot éénen grooteren zamengestelden korrel (1).

Bij de grootere amyllumkorrels neemt men steeds eene excentrisch geplaatste kern waar, omgeven door eene reeks van lagen, waarvan de buitenste het hardst zijn.

De groeiwijze der amyllumkorrels is nog niet met voldoende zekerheid bekend. Op het tijdstip, dat zij het eerst waarneembaar worden, vertoonen zij zich, wel is waar, reeds als uiterst kleine, doch goed begrensde, het licht sterk brekende ronde bolletjes. Het schijnt, als of zij later grooter worden door buitenwaartsche aanvoeging van stof, op de wijze der kristallen. Doch eenigermate hiermede in tegenspraak is de plaats, welke de kernen innemen in de zamengestelde korrels.

Door bijvoeging van jodium, hetzij als tinctuur of opgelost in eene oplossing van ioduretum potassii, worden de amyllumkorrels blaauw, en daardoor gemakkelijk van alle overige ligchaampjes onderkend, die in het celvocht voorhanden kunnen zijn.

(1) Pl. I, fig. 6 A, B en C, amyllumkorrels uit den stengel van *Peperomia obtusifolia* in onderscheidene ontwikkelings-toestanden; fig. 9, van een aardappel; fig. 10, van den bol van *Crocus vernus*.

58. *Vette olieën* vormen slechts zelden alleen den inhoud eener plantencel. Doorgaans is de olie onder den vorm van min of meer regelmatig ronde droppeltjes te midden van den overigen inhoud verbreid. Hun sterk lichtbrekend vermogen doet hen in de meeste gevallen reeds door den geoeffenden waarnemer herkennen. Overigens onderscheidt het ontbreken der blaauwe kleuring door iodium deze oliedroppels van amy-lumkorrels, terwijl eene langdurige trekking van het vooraf gedroogde weefsel met ether hen doet verdwijnen, koude alkohol daarentegen hen onaangetast laat.

59. Door dit laatste kenmerk onderscheiden zich ook de *harsachtige stoffen* van de vetten, waarmede zij overigens, door den vorm, waaronder zij in de cellen voorkomen, en hun sterk lichtbrekend vermogen, overeenstemmen.

Etherische olieën vormen niet zulke regelmatige ronde droppels als de vette olieën, vooral niet, wanneer zij uit de gekwetste cellen te voorschijn treden. Zij verbreiden zich dan dikwerf streepvormig door het omringende water. Koude alkohol lost hen even als de harsen op.

40. De vaste *proteïne-stoffen* in de volwassen cellen bestaan, even als in de jeugdige, uit zeer kleine moleculen van een gering lichtbrekend vermogen, en waaraan men vaak, uit hoofde hunner kleinheid, geen bepaalde gedaante kan herkennen. In enkele gevallen echter, waar zij iets grooter zijn, vertoonen zij zich als ronde, ellipsoidische, soms zelfs als staafvormige lichaampjes. Door iodium-tinctuur worden zij donkerbruin gekleurd. De gele kleuring met salpeterzuur is alleen waarneembaar ter plaatse waar een aantal bijéén-verzameld liggen. De réactie met suiker en zwavelzuur doet

wel den geheelen celinhoud zich rood kleuren, maar de kleine ligchaampjes verdwijnen daarbij. Het is om deze redenen vaak zeer moeilijk met zekerheid te beslissen, of het de kleine moleculen zijn, of wel het in het celsap opgeloste eiwit, waaraan de genoemde kleuringen moeten worden toegeschreven.

41. De groene kleurstof, welke zich in den regel alleen vormt in zulke plantendeelen, die aan het licht zijn blootgesteld, bestaat uit twee stoffen: het eigenlijke *chlorophyl* en was. De laatste maakt er steeds verreweg het grootste deel van uit. Doorgaans worden beide vereenigd onder den naam van chlorophyl aangeduid.

Men onderscheidt het *vormlooze* en het *gevormde* chlorophyl.

Het eerste vertoont zich als eene half vaste zelfstandigheid van eene levendig groene kleur, welke dikwerf de geheele binnenvlakte van sommige cellen bekleedt, of over de oppervlakte van kleine amyllumkorrels en andere in de cellen bevatte ligchaampjes is uitgebreid.

Het gevormde chlorophyl bestaat hetzij uit ronde korrels of uit kleine blaasjes met groenen inhoud. Daarin neemt men doorgaans nog eenige zeer kleine moleculen waar. De beslissing, of de kleurstof al dan niet door een vliesje omgeven wordt, is vaak uiterst moeilijk. De gedaante dezer chlorophylblaasjes is niet zuiver kogelrond, maar doorgaans lensvormig. Steeds liggen zij met eene hunner minst bolle zijden tegen de binnenvlakte van het binnenblaasje der cel aan.

42. Het getal der overige in de planten voorkomende kleurstoffen is zeer groot. Zij hebben echter geene van allen eene zoo algemeene en gewigtige beteekenis voor het leven der plant, als het chlorophyl. Vele zijn beperkt tot bepaalde

soorten en geslachten. Onder de kleuren der bloemen zijn de roode en blaauwe gewoonlijk in het celsap opgelost. Soms echter zijn zij in afzonderlijke blaasjes bevat. Door zuren wordt de blaauwe kleurstof in de roode veranderd. Alkalien kleuren de roode kleurstof in vele gevallen eerst blaauw, later groen. Voegt men er dan een zuur bij, zoo herstelt zich de roode kleur weder. De gele kleurstoffen zijn van eenen nog meer uitéénlopenden aard. In de cellen der bloembladeren komen zij dan eens in het celsap opgelost voor, dan weder als harsachtige ligchaampjes van vaak onregelmatigen vorm, die door het waterheldere sap omgeven worden.

In één en hetzelfde bloemblad treft men niet zelden verschillend gekleurde cellenlagen aan, waardoor dan gemengde kleuren worden te weeg gebracht.

De witte kleur wordt altijd veroorzaakt door fijn verdeelde lucht, hetzij in de cellen zelve, of in hunne tusschencellige ruimten.

45. De zouten, die in de plantencellen gekristalliseerd voorkomen, zijn: oxalzure kalk, zwavelzure kalk, koolstofzure kalk, wijnsteenzure kalk en dubbel wijnsteenzure potasch.

Onder deze is de oxalzure kalk verreweg het meest algemeen verbreid, soms als stompe octaëders, of als kristalklieren, doch het gewoonlijkst onder den vorm van lange dunne naalden, die bundelsgewijs vereenigd zijn (1).

De cellen, welke deze kristalbundels bevatten, hebben altijd dunne wanden. Zij zijn meestal langwerpig, en liggen óf te midden van het weefsel, en dan doorgaans met den langsten doormeter in de rigting volgens welke het orgaan het sterkst

(1) Uitvoeriger in *het Mikroskoop*, Dl. II. bl. 230 en verv.

gegroeid is, óf zij puilen uit in luchtholten, welke in het orgaan aanwezig zijn.

Steeds neemt men waar, dat de grootte der kristallen gelijkmatig toeneemt met de grootte der cellen, waarin zij bevat zijn.

44. In de jeugdigste door celverdeeling gevormde weefsels liggen de oorspronkelijk veelhoekige cellen dicht aanéén gesloten. Gedurende den lateren groei ontstaan echter tusschenruimten, en wijken de celwanden eenigzins van elkander af. Het eerst geschiedt dit op die punten, waar de hoeken der cellen tegen elkander aankomen. Er vormen zich aldus kleine driehoekige tusschenruimten (1), die zich met lucht vullen, en, daar hetzelfde op alle punten van het weefsel plaats grijpt, zoo ontstaat een stelsel van in allerhande rigtingen rondom de cellen loopende tusschencellige gangen.

Indien deze gangen nog grooter worden, en dien ten gevolge de onderlinge samenhang der elkander begrenzende celwanden nog meer verbroken wordt, ondergaat de vorm der cellen opvolgend verschillende veranderingen. Geschiedt de uitéénwijking der cellen op eene volkomen gelijkmatige wijze in alle rigtingen, dan nemen zij aanvankelijk eenen rondachtigen vorm aan. De aanhechtingsplaatsen vertoonen zich dan als kleine kringen op de horizontaal liggende celwanden.

Gaat deze gelijkmatige uitéénwijking ook nog later voort, dan ontstaan aan elke cel even zoo vele stralen als er aanhechtingspunten waren, en zij neemt eene stervormige gedaante aan (2).

(1) Pl. I, fig. 25, parenchymcel uit den stengel van *Peperomia incana*.

(2) Pl. I, fig. 8, luchtschot uit een bladsteel van *Musa rosacea*, A, beginnende vorming der stervormige cellen bij *b*; B, geïsoleerde stervormige cel uit het middengedeelte van het luchtschot.

Waar deze uitéénwijking op eene ongelijkmatige wijze plaats grijpt, verkrijgen de cellen ook meer onregelmatige vormen.

De hoofdoorzaak dier uitéénwijking van de cellen, waarbij hunne vroeger zamenhangende wanden ten deele van elkander verwijderd worden, is de sterkere groei der omgevende met hen in verband staande weefsels. Er is echter nog eene andere omstandigheid, welke hierop invloed uitoefent, namelijk het verschil in zamenhang tusschen verschillende gedeelten derzelfde celwanden met de daaraan grenzende. In den regel is de onderlinge zamenhang der celwanden het grootst in de rigting, waarin de celvermenigvuldiging het sterkst heeft plaats gegrepen.

Door deze gelijktijdig werkende oorzaken ontstaan de verschillende vormen van het zoogenaamde sponsachtige weefsel, doorgaans zamengesteld uit netsgewijs zamenhangende min of meer buisvormige cellen en ruime in allerhande rigtingen loopende tusschencellige gangen.

Groeit een orgaan het sterkst in eene bepaalde rigting, dan worden de tusschenruimten ook in die rigting het grootst, en bij eenigzins sterken groei wordt de onderlinge zamenhang dan zelfs geheel verbroken, zoodat er schotten gevormd worden uit eene of meerdere cellenlagen bestaande, welke grootere ruimten, holten of kanalen begrenzen. Door eenen voortgaanden groei ook in de overige rigtingen kan de zamenhang der cellen in de luchtschotten eindelijk geheel vernietigd worden, en eene doorlopende holte in het orgaan ontstaan.

45. In de meeste gevallen zijn deze tusschencellige holten, gangen en kanalen met lucht gevuld, soms echter ook met waterige oplossingen van gom, pectine, of met etherische olieën en harsen.

Deze stoffen zijn het product der afscheiding van de omringende cellen. Waar (gelijk bij de Cacteën) de afgescheiden stof in de tusschencellige holten eenen zekeren graad van lijvigheid bezit, daar herkent men er ook streepen in, die eene laagsgewijze afscheiding aanduiden, even als bij de uit vastere zelfstandigheid bestaande wandgedeelten van cellen, die zich door buitenwaartsche afscheiding verdikt hebben (z. § 16).

De binnenvlakten van tusschencellige gangen, die waterige oplossingen bevatten, is vaak bekleed met een eigen vlies (*epithelium*), uit kleine binnenwaarts uitpuilende cellen bestaande.

46. Onder den naam van *melksapvaten* worden tusschencellige kanalen verstaan, die met een sap gevuld zijn, dat dikwerf melkachtig wit, of rood is. De stoffen, welke in dit sap voorkomen, zijn van velerlei geaardheid, en verschillen voor elke plantsoort. Voor de hoofdlevensverrigtingen zijn zij van geen gewigt, maar veeleer te beschouwen als in afzonderlijke vergaarplaatsen opgehoopte excretieproducten, welke, in het cellensap achterblijvende of daarin teruggevoerd, eenen doorgaans schadelijken invloed op de plant hebben. Vele der vergiftigst werkende alkaloiden komen daarin voor. De het algemeenst daarin bevatte stof is het caoutchouc. Waar dit in groote hoeveelheid en tamelijk zuiver voorhanden is, vertoont het zich onder den vorm van ronde bolletjes. Gemeenlijk echter zijn de ligchaampjes in het melksap zeer klein, van geen bepaalden vorm, en, bij uitvloeijing, vlok-kig zamenhangend. Alleen bij de Euphorbiaceën (1) treft men in

(1) Pl. I, fig. 34, melksapvat in den stengel van *Euphorbia splendens*.

het melksap ook amyllum - ligchaampjes aan van eene staaf- of knodsvormige gedaante.

In zeer jeugdige plantendeelen komt nimmer melkachtig sap voor. Eerst naar gelang het orgaan ouder wordt, neemt de troebelheid van het sap toe. Bij het meerendeel der planten blijft dit sap echter ook in de volwassen deelen helder en ongekleurd, ofschoon er kanalen in voorkomen, die aan de eigenlijk gezegde melksapvaten van andere planten beantwoorden.

Even als andere tusschencellige gangen zijn ook de melksapvaten netswijze vertakt. Bij voortgaande ontwikkeling worden zij met een eigen vlies bekleed, hetwelk een afscheidingsproduct der begrenzende cellen is.

Een ware omloop (*cyclose*) van dit sap door de plant heeft nimmer plaats. Het is echter beweegbaar en kan van het eene punt naar het andere vloeijen, ten gevolge van drukking of plaatselijke verwarming, gelijk bij de verlichting met zonlicht het geval is. De aldus voortgebrachte beweging is in een ongekwetst plantendeel echter altijd zeer beperkt. Alleen in afgesneden deelen, waar het sap uit de opening der kanalen wegvloeit, wordt de beweging sterk en geschiedt de verplaatsing van het sap over eene groote ruimte.

47. Bij de laagst georganiseerde planten hebben alle de cellen een gelijk maaksel en gelijke verrigting. Iedere zoodanige cel neemt voedingsstof op, verwerkt het tot zelfstandigheden, die geschikt zijn tot vorming van nieuwe cellen, en bezit tevens het vermogen tot voortplanting der soort.

Het hooger stijgen der organisatie bestaat daarin, dat deze hoofdverrigtingen der planten allengs meer en meer gescheiden worden, en dat aan elk derzelve bepaalde organen, uit een of meerdere cellen gevormd, beantwoorden.

48. Waar vele cellen onderling vereenigd zijn en eene gelijke verrigting hebben, vormen zij een weefsel.

De weefsels, welke de verschillende organen der hooger georganiseerde planten zamenstellen, kunnen verdeeld worden in twee hoofdklassen: de *parenchymateuse* en de *prosenchymateuse*.

Beide zijn onderscheiden zoowel door den algemeenen vorm der cellen, als door hunne verrigtingen.

49. De *parenchymateuse* weefsels bestaan uit cellen, wier doormeters in de onderscheidene rigtingen weinig verschillen. Het is vooral in hen, dat de meeste scheikundige omzettingen plaats grijpen, en de door de plant van buiten opgenomen stoffen tot bestanddeelen van het organisme worden verwerkt.

Hunne gedaante is overigens nog tamelijk uitéénlopend. Waar de hoeveelheid van het parenchymweefsel aanzienlijk is, en de tusschencellige gangen klein zijn, — gelijk b. v. doorgaans in het merg en de schors der stengels, in vleezige vruchten en wortels, — zijn de parenchymcellen tamelijk groot, rond, ellipsoidisch, of veelhoekig, niet zelden, op den lengtedoormeter gezien, min of meer prismatisch.

Waar het tusschencellige stelsel zich sterk ontwikkeld heeft, is de oorspronkelijke veelhoekige vorm vaak in eene andere overgegaan (z. § 44).

Tafelvormige parenchymcellen, die zich op de doorsnede vierhoekig en als het ware afgeplat vertoonen, komen voor in de mergstralen van vele dicotyledone boomen, desgelijks in de kurklaag (1), welke zich aan de oppervlakte van meerjarige dicotyledone stammen, als mede aan die van vele onder-

(1) Pl. I, fig. 19, kurkcellen van *Sempervivum arborescens*.

aardsche één- en meerjarige stengels en wortels vormt. De tafelvorm is hier oorspronkelijk en het gevolg van de rigting, waarin de celverdeeling (bij de kurkvorming die der schorsparenchymcellen onder de opperhuid) heeft plaats gehad.

49. De opperhuid, die de oppervlakte van alle jeugdige éénjarige en van sommige meerjarige plantendeelen bekleedt, is, tijdens hare eerste vorming, zamengesteld uit kleine cellen, welke zich, in alle rigtingen, rond of ellipsoidisch vertoonen, eenigzins afgeplat aan de zijden waar zij elkander begrenzen en daardoor min of meer veelhoekig. Deze oorspronkelijke vorm ondergaat later verschillende veranderingen. Op de loodrechte doorsnede hebben de volwassen cellen nog meerendeels de vroegere gedaante behouden, maar van boven op gezien is hunne gedaante in den regel des te meer veranderd, naar gelang het plantendeel eene vlakkere uitbreiding heeft verkregen. De verandering is derhalve het geringst aan zulke deelen, welke vooral in de lengte gegroeid zijn, gelijk de meeste stengels, de blad- en bloemsteel, de meeldraden, de stijl, als mede aan bladeren, welke zeer smal in verhouding tot hunne lengte zijn. Hier is alleen de lengtedoormeter der cellen door den lateren groei eenigzins overwegend geworden. Bij deelen daarentegen, die zich vooral in de breedte ontwikkeld hebben, gelijk de meeste bladeren, de kelk en bloemkronen, stengels van eenen ronden of platten vorm, de antherae, de stempels, het vruchtbeginsel, de vrucht en het zaad, heeft de gedaante der opperhuidscellen veel grootere wijzigingen ondergaan. In vele gevallen hebben zij slingerende wanden verkregen (1), welke

(1) Pl. I, fig. 11, opperhuid der ondervlakte van een blad van *Helleborus niger*.

het gevolg zijn van het wederzijds verdringen der celwanden tijdens hunnen groei. In andere gevallen, vooral bij bloembladeren en aan het stigma, hebben zij zich tepelvormig buitenwaarts uitgezet. In nog andere gevallen, bepaaldelijk bij sommige zaadkorrels, zijn zij op eene gelijkmatige wijze sterk in de buitenwaartsche rigting uitgegroeid en daardoor in verlengde cellen veranderd, wier as naar het midden van het deel is toegekeerd (1).

50. De cellen der opperhuid sluiten naauw aan elkander, zonder dat er zulke intercellulaire gangen tusschen ontstaan als overal elders in de parenchymateuse weefsels worden waargenomen.

Op een zeker ontwikkelingstijdperk der opperhuid ondergaan echter eenige van hare cellen, door eene verdeeling in twee helften, eene verandering, waarvan het ontstaan van huidmondjes (*stomata*) het gevolg is. Zulke huidmondjes kunnen in de opperhuid van alle aan de lucht blootgestelde plantendeelen voorkomen. Zij ontbreken alleen nimmer aan de bladeren, waar zij minstens aan de ééne oppervlakte, — bij landplanten aan de onderste, bij sommige waterplanten, met op het water drijvende bladeren, aan de bovenste, — aanwezig zijn.

Elk huidmondje wordt gevormd door twee cellen van eene halvemaanswijze gedaante, die met de holle zijden naar elkander toegekeerd, eene langwerpige spleetopening daarstellen, waardoor de lucht eenen vrijen toegang tot het daaronder liggend weefsel heeft (2). Onder elke spleetopening bevindt zich namelijk eene met lucht gevulde holte (de zoogenaamde adem-

(1) Pl. I, fig. 17, zaadhuid van *Phaseolus vulgaris*.

(2) Pl. I, fig. 36, opperhuidscellen met een huidmondje van een blad van *Orontium japonicum*, A, van boven op gezien, B, op de loodrechte doorsnede.

holte), welke in onmiddelijk verband staat met de tusschen-cellige gangen van het omringend parenchym.

Waar op een later tijdperk zich de bovenwand der opperhuidscellen sterk verdikt heeft, daar treft men ook nog een daardoor gevormd kort kanaal aan, hetwelk zich, al naar gelang der gedaante van de begrenzende cellen, rond, vierhoekig of veelhoekig, van boven op gezien, vertoont, en aan welks benedeneinde dan de eigenlijke stoma-cellen geplaatst zijn.

51. De opperhuid is vaak voorzien van verschillende aanhangselen (zoogenaamde haren, gesteelde klieren, enzv.), welker eerste oorsprong reeds van haren nog zeer jeugdigen toestand dagteekent.

Deze aanhangselen, hoe verschillend ook later van vorm en samenstelling, zijn in den aanvang niet anders dan uitwassen van eenige der opperhuidscellen.

De latere ontwikkeling brengt daarin verschillende wijzigingen voort, waardoor de volgende hoofdverscheidenheden ontstaan.

a. Het uitwas der opperhuidscel wordt alleen grooter, zoodat het eene enkele cel blijft met doorlopende holte. In enkele gevallen is de aldus vergroote cel min of meer bolvormig, doch doorgaans groeit zij vooral in de lengte, en neemt dan de gedaante aan van eene buis, die meestal kegelvormig toeloopt.

b. Aan het reeds gevormde nog jonge buisvormige uitwas herhaalt zich op één of meer punten dezelfde plaatselijke uitgroeiing van den celwand, en er ontstaan vertakte cellen (1).

c. Het aanhangsel wordt de zitplaats der vorming van nieuwe cellen. Dit geschiedt altijd door verdeeling (z. § 12), en vangt

(1) Pl. I; fig. 7, haar van *Matthiola annua*.

reeds spoedig aan, nadat aan de opperhuidscel zich het eerste uitwas heeft gevormd, waaruit dan eene afzonderlijke cel ontstaat, welke zich op nieuw verdeelt, en zoo verder, in dier voege, dat de celverdeeling altijd plaats grijpt in de topcel of hoogstens in de twee of drie daaronder geplaatste, terwijl de andere, die zich meer in de nabijheid van de opperhuid bevinden, zich alleen vergrooten.

De celverdeeling geschiedt hier alleen door het ontstaan van dwarswanden, en het geheel gevormde aanhangsel bestaat dan uit eene enkele reeks van cylindrische cellen. Door afsnoering kunnen deze cellen echter ook eene bolvormige of ellipsoidische gedaante aannemen, die dan even als de deelen eener rozenkrans zamenhangen (z. § 12).

d. In de topcel grijpt bovendien eene verdeeling in tegenovergestelde rigting plaats, waardoor zich allengs een uit verscheidene cellen bestaand knopje vormt, dat altijd uit zeer dunwandige cellen bestaat, aan welker oppervlakte eene kleverige stof wordt afgescheiden, om welke reden deze ligchaampjes den naam van kliertjes voeren. Hunne gedaante is verschillend (rond, eirond, schijfvormig, bekervormig) en hangt af van de rigting waarin de celverdeeling heeft plaats gegrepen. Zij kunnen gesteeld zijn of ongesteeld, al naar gelang zij zich aan het uiteinde eener reeks van vooraf gevormde cellen of onmiddellijk uit het eerste uitwas eener opperhuidscel hebben gevormd.

e. Ook in de eerst (*c*) gevormde cylindrische cellen kunnen later tusschenschotten ontstaan in andere rigtingen, dan de oorspronkelijke dwarse. Het gevolg hiervan is, dat het aanhangsel zich dan niet alleen in de lengte, maar ook in andere rigtingen vergroot. Heeft de celvermenigvuldiging gelijkmatig naar alle zijden plaats, dan ontstaan meer of minder dikke kegelvormige aanhangselen, stijve haren en stekels. Geschiedt

de celvermenigvuldiging daarentegen bij voorkeur alleen in twee rigtingen, dan vormen zich vliezige platen uit eene enkele, soms ook uit twee of drie cellenlagen bestaande.

Over den aard en de vorming der cuticula, welke zoowel de opperhuid als hare aanhangselen bekleedt, is reeds boven (z. § 18) het noodige gezegd.

52. Bij alle cellen, welke de bovengenoemde parenchymweefsels zamenstellen, alleen met uitzondering van de cellen der huidmondjes, kan zoowel uit- als inwendige wandverdikking of verhouting plaats grijpen. Bij de meeste parenchymweefsels is die verdikking van de wanden der cellen slechts gering, doch bij andere daarentegen zeer aanzienlijk, zoodat de celholten daardoor zeer vernauwd worden en het geheele weefsel eene groote hardheid verkrijgt. Ten dien aanzien neemt men nog de volgende hoofdverschillen waar:

a. Alle de in het deel aanwezige parenchymcellen verkrijgen dikke wanden, gelijk b. v. in het hoornachtig albumen van vele zaden.

b. Alleen een bepaald en van het overige afgezonderd gedeelte van eenig parenchymweefsel verhout zich, iets dat b. v. bij steenvruchten plaats grijpt.

c. De verhouting bepaalt zich tot eenige weinige cellen, welke óf elk op zich zelve, óf in kleine groepen te midden van andere verstrooid staan, wier wanden zich weinig of niet verdikken. Hierdoor ontstaan dan kleine steenachtige verhardingen, die dikwijls slechts een ziekelijk verschijnsel zijn, doch ook somtijds normaal voorkomen.

d. De wandverdikking is gelijkmatig of ongelijkmatig. Het laatste geldt inzonderheid van de opperhuidscellen, waar de verdikking vooral aan de buiten- en zijwanden plaats grijpt,

terwijl het naar binnen gekeerde gedeelte van den wand doorgaans dun blijft.

c. Verdikkingslagen, onder den vorm van spiraal- of netvezelen en ringen, kunnen in allerhande soort van parenchymweefsels voorkomen. Bij één zoodanig weefsel, namelijk de parenchymlaag, welke bij de antherae onmiddellijk onder de opperhuid ligt, schijnen zij nimmer te ontbreken.

35. De *prosenchymateuse* weefsels bestaan uit cellen, die in verhouding tot hunne dikte eene veel grootere lengte hebben verkregen, en daarom ook wel vezelcellen heeten. Daartoe behooren, bij de hoogere planten, de cellen, die het hout- en bastweefsel zamenstellen. Van de weefsels der lagere planten kan het vezelcellenweefsel der zwammen en korstmosmossen ook hiertoe gerekend worden. Hier zijn echter de lange vezelcellen in allerhande rigtingen dooreen verward, en bovendien dikwerf vertakt, terwijl de prosenchymcellen der phanerogamen en der hooger georganiseerde cryptogamen gemeenlijk bundels vormen. Alleen de bastcellen komen soms geïsoleerd voor, en kunnen zich ook vertakken.

De volwassen hout- en bastcellen loopen doorgaans aan hunne uiteinden spits toe, zoodat de elkander begrenzende cellen met zeer schuinische grondvlakken op elkander zijn ingeplant (1). In den jeugdigsten toestand bezitten de cellen echter deze toespitsing niet. Zij ontstaat eerst gedurende den groei, waarbij de langer wordende cellen elkander wederzijds verdringen.

34. Met uitzondering van eenige waterplanten, bevatten de houtbundels van alle phanerogamen, en, onder de cryptoga-

(1) Pl. I, fig. 23, hout van *Laurus Sassafras*; fig. 80, hout van *Tilia parvifolia*.

men, die der Varens, Equisetaceën en Lycopodiaceën, behalve vezelcellen, ook vaten, waarin eenige der prosenchymcellen gedurende hunnen jeugdigen toestand zijn overgegaan (zie § 24, 25, 26 en 27).

In nog overlans groeiende houtbundels komen alleen spiraal-, ring- of netvaten voor.

Houtbundels, gevormd in deelen, die zich niet meer verlengen, bevatten gestippelde vaten.

55. Men kan de hout- of vaatbundels onderscheiden in *gesloten* en *ongesloten* houtbundels. De eerste zijn die, welker omvang niet meer toeneemt, dewijl zij aan alle zijden door parenchymweefsel omgeven zijn. Bij de tweede soort treft men aan de buitenzijde een zich gestadig vernieuwend, uit jeugdige prosenchymcellen bestaand weefsel aan, waardoor de houtbundel zich voortdurend in de rigting van de straal kan vergrooten.

De van houtbundels voorziene cryptogamen bevatten alleen gesloten houtbundels, die derhalve alleen aan hunne uiteinden groeijen.

Bij phanerogamen, zoowel monocotyledonen als dicotyledonen, worden beide vormen aangetroffen. De meeste dicotyledonen bevatten echter alleen ongesloten houtbundels, terwijl de houtbundels van het meerendeel der monocotyledonen alle gesloten zijn.

56. Bijna alle prosenchymcellen verhouden zich in meerdere of mindere mate. Hiervan zijn echter uitgezonderd de prosenchymcellen in zulke deelen, die slechts een kortstondig bestaan hebben, gelijk b. v. de bloem- en kelkbladeren, de meeldraden en stijlen. Ook in gesloten houtbundels treft men

doorgaans nog eene in de nabijheid der vaten geplaatste groep prosenchymcellen aan, welke altijd dunne wanden behouden.

57. Wanneer een weefsel uit zeer jeugdige cellen bestaat, die zich gestadig door deeling vermenigvuldigen, en wel zoo spoedig, dat de cellen, elk voor zich, niet merkbaar in grootte schijnen toe te nemen, en er ook nog geen spoor van intercellulaire gangen tusschen hen waarneembaar is, dan draagt het den naam van *teeltweefsel*.

Gedurende het kiemleven bestaat de geheele plant uit teeltweefsel, dat zich door opvolgende celverdeling gevormd heeft uit de eerste cel, waarmede het leven van elk door bevruchting ontstaan nieuw plantenindividu aanvangt.

Op een later tijdperk neemt het teeltweefsel in de plant bepaalde plaatsen in. Zulke plaatsen heeten *teeltstreken*.

Elk nieuw orgaan, dat zich vormt, bestaat aanvankelijk, even als vroeger de geheele kiem, uit teeltweefsel. Later bezit elk orgaan zijne eigene teeltstreek.

58. Bij de van as- en appendiculaire organen voorziene planten komen twee polair tegen elkander overgestelde teeltstreken voor. De eene bevindt zich aan de uiterste spits der as in elke knop. Door de daar plaats grijpende celvermenigvuldiging verlengt zich de as, en ontstaan tevens de eerste beginselen van alle appendiculaire organen, als kleine min of meer tepelvormige verhevenheden aan het uiteinde der as.

De andere teeltstreek is gelegen digt bij het uiteinde van elke wortelvezel, die zich daardoor verlengt, en nieuwe wortelvezelen vormt, op eene dergelijke wijze als de appendiculaire organen aan het bovineinde der as ontstaan.

Beide deze teeltstreken bestaan enkel uit zeer kleine veel-

hoekige cellen. De rigting, waarin hunne vermenigvuldiging door verdeeling geschiedt, bepaalt de rigting waarin de teeltstreek uitgroeit, en de plaats waar nieuwe appendiculaire organen of wortelvezelen hunnen oorsprong nemen.

Later ondergaan de in deze teeltstreken gevormde cellen verschillende veranderingen. Een gedeelte behoudt nog eenigen tijd het vermogen om zich in de lengterigting van het orgaan te vermenigvuldigen, zoodat, terwijl de cellen in omvang toenemen, hunne algemeene gedaante slechts weinig gewijzigd wordt. Dit gedeelte wordt tot parenchymweefsel. In andere cellen der teeltstreek houdt het vermogen tot vermenigvuldiging op, zij groeijen in de lengte en worden jeugdige prosenchymcellen, wier bundels de onmiddellijke voortzetting vormen der oudere reeds in het deel aanwezige houtbundels, terwijl vervolgens eenigen hunner tot spiraal-, net- of ringvaten overgaan op de vroeger (§ 24) beschreven wijze.

59. De vaatbundels vormen in den regel een net met langere of kortere mazen, al naar gelang van den vorm en van den lateren groei van het deel, waarin zij ontstaan zijn. De tusschenruimten dier mazen zijn gevuld met parenchymweefsel. Gedurende het ontwikkelingstijdperk kan zich het getal dier mazen vermenigvuldigen, door eenen betrekkelijk sterkeren groei van het parenchymateuze gedeelte van het weefsel, waarvan eene plaatselijke splitsing der vaatbundels het gevolg is.

60. In de as-organen van alle dicotyledonen, als mede van sommige monocotyledonen, waar ongesloten houtbundels voorkomen, bevindt zich aan den omtrek van het houtligchaam, eene teeltstreek, welke zich gestadig vernieuwt, zoolang de as in dikte toeneemt. De cellen in deze

teeltstreek hebben tweederlei vorm. Die, welke de houtbundels begrenzen, hebben de gedaante van platte vierhoekige prismata. Hunne lengte is veel grooter dan hunne breedte; van hunne dwarse doormeters is de peripherische doorgaans het grootst. De binnenwaarts gekeerde worden houtcellen of gestippelde vaten; de buitenwaarts gelegene gaan over in bastcellen, terwijl die, welke het midden innemen, voortgaan zich te vermenigvuldigen door het ontstaan van tusschenschotten, meerendeels in de rigting van den omtrek.

Ter plaatse, waar de houtbundels door parenchymweefsel (mergstralen bij de dicotyledonen) vanéén gescheiden zijn, bestaat de teeltstreek uit veelhoekige, zeer dunwandige cellen. De binnenwaarts gelegene dienen tot gestadige vergrooting van het parenchymateuse gedeelte van het houtligchaam, naar gelang tevens de houtbundels in omvang toenemen, terwijl de buitenwaarts geplaatste voortgaan zich te vermenigvuldigen.

Niet zelden gebeurt het, dat dit gedeelte der teeltstreek buitenwaarts uitgroeit, ten gevolge eener sterker daarin plaats grijpende celvermenigvuldiging, en dat aldus het eerste beginsel eener nieuwe as ontstaat, waaraan zich vervolgens, bij den stam, nieuwe bladorganen, bij den wortel, nieuwe wortelvezelen vormen, op dezelfde wijze als zulks in den regel aan de beide uiteinden der as plaats grijpt. Men noemt deze vormingen *adventiefknoppen* en *adventiefwortelvezelen*.

61. De plaatsen, waar appendiculaire organen hunnen oorsprong uit de as hebben genomen, noemt men knoopen, en de daartusschen gelegen deelen tusschenknoopen (*internodia*). Indien deze tusschenknoopen zich door lateren groei aanmerkelijk verlengd hebben, heeft het weefsel ter plaatse van den knoop slechts weinig daarin gedeeld, zoodat alle de cellen en

vaten daar ter plaatse merkelyk korter en meer in één gedrongen zijn dan in het weefsel tusschen de knoopen. Bij planten en zulke plantendeeler, waar geene of slechts eene geringe verlenging der tusschenknoopen plaats grijpt, is deze geringere lengte-ontwikkeling aan alle de elementaire deelen merkbaar. De aanwezige spiraal-, ring- of netvaten vertoonen dan nog duidelyk hunne vroegere zamenstelling uit vaatcellen, terwijl deze daarentegen in zich sterk verlengende deelen tot lange buizen zijn uitgegroeid.

62. Na de vorming der eerste beginsels van appendiculaire organen in de knop, kan bij deze, zoolang zij nog uit teelweefsel bestaan, zich dezelve plaatselyke celvermenigvuldiging herhalen, waaraan zij hunnen oorsprong uit het uiteinde der as verschuldigd zijn. Op die wijze ontstaan de onderscheidene vormen van gelobde, gevinde en gevederde bladeren. De vlak uitgebreide gedaante der meeste bladeren is later het gevolg van het alleen voortgaan der celvermenigvuldiging in ééne bepaalde rigting, terwijl zij in de tegengestelde ophoudt. De vorming der vaatbundels, dat is de overgang van een deel der parenchymateuse teeltcellen in verlengde cellen, en van eenige van deze in vaten, als ook het ontstaan van het tusschencellige stelsel van holten en gangen in de bladzelfstandigheid, heeft plaats overeenkomstig de algemeene vroeger vermelde wetten (z. § 24, 44, 55, 58).

65. De eerste ontwikkelingswijze der verschillende kranzen van appendiculaire deelen, waaruit de bloem van eene phanerogame plant bestaat, stemt in het wezen der zaak met die der bladeren overeen. Even als in de bladknoppen is ook in de bloemknoppen de ontwikkeling centripetaal, dat

is, de buitenste kransen vormen zich het eerst, de binnenste het laatst.

64. In de bladeren, en desgelijks in de bladgelijkende bloemomhulsels verliezen de cellen reeds lang vóór dat het deel zijnen volkomenen omvang heeft erlangd, het vermogen om zich door verdeling te vermenigvuldigen. Bij de antherae daarentegen blijft dit vermogen in een bepaald gedeelte van het weefsel nog op een veel later tijdperk bestaan. De binnenste parenchymateuse cellen, die, in de meeste gevallen tot vier groepen vereenigd, dit vermogen behouden hebben, worden de zitplaats der vorming van de stuifmeelkorrels, welke daarin vier aan vier, door eene herhaalde verdeling van den celinhoud (verg. § 14), geboren worden, nog omgeven door een afzonderlijk vlies (bijzondere moedercel), hetwelk zeer doorschijnend en vaak min of meer geleichtig is en streepen vertoont, die herinneren aan de verdikkingslagen in de wanden van andere cellen (1). Deze moedercellen verdwijnen, na voleindigde vorming der stuifmeelkorrels.

65. Het vruchtbeginsel is in zijnen eenvoudigsten vorm (bij de Coniferen) het uiteinde der as zelve. Bij de meeste phanerogame planten echter is het dan eens eene overblijvende holte in het uiteinde der as, gevormd door min of meer gelijkmatige bovenwaartsche uitgroeiing van de buitenwaarts gelegen gedeelten der teeltstreek, dan weder wordt het gevormd door in meerderen of minderen graad zamenhangende appendiculaire organen (vruchtbladen), welke zich op eene dergelijke wijze ontwikkelen als die, welke de overige bloem-

(1) Pl. I, fig. 5, stuifmeelkorrels in hunne bijzondere moedercellen van *Antirrhinum majus*.

kransen zamenstellen, namelijk door eene niet gelijkmatige, maar meer plaatselijke uitgroeiing van het in de teeltstreek gelegen weefsel, zoodat er even zoo vele kleine tepelvormige uitwassen ontstaan als er later vruchtbladen aanwezig zijn. Bij sommige planten (die met ware *placenta centralis*) heeft zoowel eene bovenwaartsche uitgroeiing van het middengedeelte der as, als eene zijdelingsche uitgroeiing van vruchtbladen plaats. In eenige gevallen (bij de Cycadeën) breiden de volwassen vruchtbladen hunne geheel vrije oppervlakte uit. Doorgaans echter heeft reeds op een zeer jeugdig tijdperk eene vergroeiing plaats, hetzij van de randen der vruchtblaadjes onderling, of van de binnenwaarts gekeerde randen van elk afzonderlijk vruchtblad, zoodat zij dan even zoovele afzonderlijke hokjes vormen, die bovendien nog in eene meerdere of mindere mate onderling, derhalve met de buitenzijden der vruchtbladen, kunnen te zamenhangen. Aan de spits vergroeijen zij echter nimmer, en hetzelfde geldt van het geval, waar geen eigenlijke vruchtbladen ontstaan, maar het vruchtbeginsel het holle uiteinde der as daarstelt. Groeit het de spits innemende gedeelte, zoowel door aldaar nog voortgaande celverdeeling als celverlenging, in de lengte, dan ontstaat de stijl, aan welks top zich dan de stempel bevindt, zijnde het punt waar de vruchtbladen elkander ontmoeten, eene opening omgevende, die toegang verleent tot het kanaal in den stijl, en van daar in de holte of de verschillende holten van het vruchtbeginsel. De cellen der opperhuid, die den stempel bekleedt, en desgelijks die der binnenvlakte van het stijlkanaal, groeijen tevens min of meer haarvormig uit, waardoor de kortere tepelvormige cellen aan de oppervlakte van den stempel, en de veel langere buisvormige cellen ontstaan, die, onderling niet za-

menhangend, de holte van het stijlkanaal, geheel of ten deele innemen, en het zoogenaamd *geleidend weefsel* voor de later zich daarin eenen weg banende pollenbuizen daarstellen.

66. Nadat de buitenwaarts gelegen cellen van het vruchtbeginsel het vermogen om zich te vermenigvuldigen reeds geheel of grootendeels] verloren hebben, blijft dit vermogen nog voortbestaan in eenige cellen der inwendige, naar de holte toe gekeerde oppervlakte. Deze teeltstreek neemt in verschillende planten eene verschillende plaats in, maar de ontwikkeling der daaruit hunnen oorsprong nemende kiemknopjes komt in de hoofdpunten telkens overeen. Zij vangt steeds aan met de vorming van een klein tepelvormig uitwas, de latere kern van het kiemknopje; weldra deelen ook de onmiddelijk daaraan grenzende cellen van de teeltstreek in deze celvermenigvuldiging, iets later de kring van cellen, welke de vorige omgeven. In de cellen van de jeugdige zich vormende kern heeft aanvankelijk celvermenigvuldiging in verschillende rigtingen plaats, doch in die, welke de beide deze omringende kringen zamenstellen, geschiedt de celverdeeling slechts in ééne rigting, zoodat zij binnenwaarts uitgroeiend de kern allengs omhullen, en dan het binnenste en het buitenste bekleedsel van het kiemknopje daarstellen, steeds met openlating van een kort toegangskanaaltje (de zoogenaamde eimond of *mikropyle*) tot de kern, waaraan men nog eenen buitenmond (*exostomium*) en binnenmond (*endostomium*) onderscheidt.

67. Een in het midden van de kern gelegen cel groeit sterker dan de overige, verkrijgt daardoor eenen veel groote-

ren omvang en wordt tot kiemzak. In dezen kiemzak ontstaan , reeds vóór dat de eigenlijke bevruchting plaats grijpt , ééne of meerdere vrije cellen (z. § 12). Wanneer dan pollenkorrels op den stempel gekomen zijn , dringt hun binnenste vlies door één der in het buitenste aanwezige openingen heen , en groeit tot eene buis aan , die , allengs langer wordende , zich door het geleidend weefsel van het stijlkanaal eenen weg baant tot in de holte van het vruchtbeginsel , en daar in den mond van een der kiemknopjes doordringend , tusschen de los samenhangende cellen van het bovenste gedeelte der kern heen , den kiemzak bereikt. Eerst daarna vormt zich de kiem , naar het schijnt (1) uit één der reeds vroeger in den kiemzak voorhanden cellen. Deze kiemcel (het ware planten -ei) wordt de zitplaats eener celverdeeling. Aanvankelijk is deze , en derhalve de groei der jeugdige kiem gelijkmatig ; later geschiedt zij vooral in twee polair tegen elkander overstaande rigtingen ; nog later vangt aan het eene uiteinde der zich ontwikkelende kiem eene plaatselijke celvermenigvuldiging aan , waardoor de eerste beginselen van appendiculaire organen ontstaan , geheel op gelijke wijze als in de knoppen , totdat eindelijk de geheele kiem der nieuwe plant gevormd is , en deze haar verder leven buiten de hulsels , die haar tot hiertoe omgeven hebben , kan voortzetten.

(1) Ik heb dit twijfelachtig gesteld , omdat ik , in weerwil van herhaalde eigene onderzoekingen , het nog niet waag over dit gewichtig punt , dat thans de plantenphysiologen in twee partijen verdeelt , een stellig eigen oordeel uit te spreken. Eene uiteenzetting der gronden , waarom het mij voor als nog meer aannemelijk toeschijnt , dat de kiem zich niet uit het benedeneinde der pollenbuis , maar uit een der cellen in den kiemzak vormt , zoude in dit overzicht , waarin slechts de hoofdpunten der ontwikkelingsgeschiedenis van de phanerogame plant zijn opgenomen , misplaatst zijn.

TWEEDE HOOFDSTUK.

Algemeene gang des onderzoeks.

68. Bij het onderzoek van organische voorwerpen in het algemeen, is het doel, dat men zich voorstelt te bereiken, tweederlei, namelijk vooreerst het kennen van hunnen *vorm*, en ten tweede van de *stof*, waaruit zij zijn zamengesteld. Zal de beschrijving van zoodanig voorwerp volledig zijn, dan moet daarin alles worden opgenomen, wat ontleedkundige nasporingen aangaande den vorm, en scheikundige werkingen aangaande de stof leeren.

69. De wetenschappelijke waarde van zulk een onderzoek is echter betrekkelijk gering, zoolang deszelfs uitkomsten ons alleen bekend maken met een op zich zelf staand feit. Het kenmerk van alle organische wezens is, dat zij, zoolang hun leven duurt, in eenen toestand van gestadige verandering verkeeren. Vooral geldt zulks van hunnen eersten levens-tijd, van het tijdperk der ontwikkeling, en, is het voor de leer van het leven van gewigt den toestand van eenig organisch individu, orgaan of weefsel, op een bepaald tijdstip te kennen, van veel grooter gewigt nog is de beantwoording der vraag: hoe is het door voortgaande verandering aldus geworden? Eerst door de beantwoording van vele zulke vragen kunnen de vaak eenvoudige wetten worden opgespoord, volgens welke de ontwikkeling van organische wezens plaats

grijpt, en éénheid worden gebragt te midden der groote verscheidenheid, welke het reeds geheel gevormde ons aanbiedt.

70. Bij de dieren is het onderzoek der ontwikkeling van hunne organen en weefsels dikwerf met groote moeilijkheden verbonden, hoofdzakelijk daaruit voortspruitend, dat men tot het onderzoek van elk bepaald tijdstip dier ontwikkeling ook een afzonderlijk individu behoeft. Anders is het bij de planten. Deze verkeeren gestadig in eenen toestand van verjonging. De oudste boom verkrijgt nog jeugdige looten, bladen en bloemknoppen, die in niets van de eerst gevormde verschillen. In die blad- en bloemknoppen treffen wij de organen en weefsels op allerhande tijdperken hunner ontwikkeling aan. In de elkander opvolgende internodiën der jeugdige loot vinden wij alle de elkander opvolgende toestanden van den stengel of tak vertegenwoordigd. De zich telken jare op nieuw vormende jeugdige wortelvezelen bieden de gelegenheid aan ook deze met de reeds oudere wortelvezelen te vergelijken. En zoo hangt het dan in de meeste gevallen alleen van den onderzoeker af, om aan dezen meest gewigtigen eisch der wetenschap te voldoen.

Ook hier splitst zich dan de gang van het onderzoek in twee hoofdrichtingen. Het behoort namelijk ten doel te hebben: eene ontwikkelingsgeschiedenis zoowel van de stof, als van den vorm. Doch, zal eene ontwikkelingsgeschiedenis volledig zijn, dan komen daarbij nog twee andere punten in aanmerking, de bepaling namelijk van de *grootte* en van het *getal* der elementaire deelen op onderscheiden ontwikkelings-tijdperken. De groei der planten toch hangt af eensdeels van den groei der afzonderlijke cellen en der daaruit gevormde vaten, anderdeels van de getalsvermeerdering dezer deelen,

en het is derhalve van belang de wetten op te sporen, volgens welke beide in de zich ontwikkelende plant geschieden.

De woorden: *vorm*, *stof*, *grootte* en *getal* wijzen derhalve de vier onderdeelen aan van elk onderzoek, dat aanspraak kan maken op eene door de wetenschap geeischte volledigheid en naauwkeurigheid.

Onderzoek van den vorm.

71. Bij plantenweefsels bestaat het onderzoek van den vorm voornamelijk in een onderzoek van den vorm der elementaire deelen, waaruit zij zijn zamengesteld. Hetzelfde geldt natuurlijk van zulke planten-individu's, die alleen uit eene of eenige weinige cellen van gelijk maaksel bestaan.

Het woord *vorm* kan hier echter niet worden opgevat in den beperkten zin van uitwendige gedaante, maar het sluit in zich alles, wat, hetzij door het bloote oog of door het mikroskoop, aan het voorwerp, bij eenvoudige beschouwing, waarneembaar is.

72. Daar de voorwerpen der waarneming lichamen zijn, en men, bij gezichtsindrukken, slechts vlakken onmiddellijk waarneemt, zoo is het, ter bekoming der lichamelijke voorstelling, noodig zulk een ligchaam in verschillende rigtingen te zien. Daartoe staan ons bij mikroskopische onderzoekingen onderscheidene middelen ten dienste.

Zijn de voorwerpen nog groot genoeg, b. v. knoppen met de zich daarin ontwikkelende blad- en bloemdeelen, dan kan men, na de omringende reeds meer ontwikkelde deelen met een fijn mesje of schaarje verwijderd te hebben, zulk eene knop tusschen een dier kleine tangetjes vatten, waarvan vele

mikroskopen voorzien zijn, en wier steel in een hulsel heen en weder glijdt, dat zelf op eene spil beweegbaar is, zoodat het voorwerp in alle rigtingen kan worden rondbewogen en zijne verschillende zijden aan het mikroskoop aanbieden.

Bij zeer kleine voorwerpen, zooals stuifmeelkorrels, sporiëen, amylumkorrels, éencellige algen enzv., gaat men op eene andere wijze te werk. De voorwerpen worden op een glasplaatje gebragt, met water of eene andere gepaste vloeistof bevochtigd, vervolgens met een paar naalden daarin uitgespreid, zoodat zij van elkander afgezonderd liggen, en daarop los bedekt met een dekplaatje. Wanneer men nu het praeparaat onder het mikroskoop brengt, dit zoo instelt, dat eenige der voorwerpen goed gezien worden, en dan met eenig geschikt werktuig, b. v. met het heft van een scalpel, tegen het dekplaatje stoot, dan ontstaat in het vocht eene strooming, waarbij zich de voorwerpen opvolgend met hunne verschillende zijden aan het oog vertoonen.

Het meest voorkomende geval is dat, waarin men den vorm der deelen aan vooraf gemaakte dunne doorsneden moet leeren kennen. Over de wijze, om deze te vervaardigen, is vroeger (z. Dl. II, bl. 135 en verv.) uitvoerig gehandeld, waar tevens de hulpmiddelen zijn aangegeven, om doorsneden te maken van zulke voorwerpen, die te klein of te teer zijn om met de hand vastgehouden te worden. Een goed scherp scheermes is daartoe het beste werktuig. Slechts in weinige gevallen, b. v. bij het zeer harde weefsel van steenvruchten, of bij door kiezelzuur versteende fossiele planten, moet men zijne toevlugt nemen tot slijping (z. Dl. II, bl. 149).

De doorsneden van cilindrische voorwerpen, gelijk de meeste stengels, wortels enzv., moeten vervaardigd worden in drie rigtingen, namelijk 1° de overdwarse, loodregt op de lengte-

as van het deel, 2° de overlansche radiale, gaande door de middellijn, en 3° de overlansche tangentiale of chordale rigting, waarbij de snede wel evenwijdig met de as, maar buiten de middellijn wordt genomen.

Hebben de voorwerpen eenen hiervan afwijkenden vorm, dan kan het noodig worden bovendien nog doorsneden in verschillende schuinsche rigtingen te maken.

In het algemeen kan het hier niet genoeg worden aanbevolen, om de waarnemingen op die wijze te vermenigvuldigen, zoodat men eene zooveel mogelijk volledige voorstelling van het maaksel der deelen en van hunne betrekkelijke plaatsing en onderling verband erlange.

75. De meeste plantenvoorwerpen worden, alvorens onder het mikroskoop te worden gebracht, bevochtigd met water. In eenige gevallen is echter een ander vocht gepaster. Zoo b. v. terpenhijnolie of eene andere etherische olie, wanneer de voorwerpen droog en zeer ondoorschijnend zijn; verders waterige oplossingen van gom, suiker, eiwit, wanneer de inhoud der cellen zelve uit water met eene groote hoeveelheid van dergelijke daarin opgeloste stoffen bestaat, omdat anders, ten gevolge der plaats grijpende endosmose, het omringende water binnen in de cellen dringt, en zich met den inhoud vermengt, terwijl het celvlies, indien dit dun genoeg is, sterk wordt uitgezet en somwijlen barst. In het algemeen moet men zich bij een naauwkeurig onderzoek van zeer jeugdige weefsels, die derhalve ook uit zeer dunwandige cellen bestaan, bij voorkeur van zulk eene oplossing bedienen.

Ook kan dikwerf met voordeel gebruik gemaakt worden van eenige vochten, die eene physische verandering, somtijds ook gepaard gaande met scheikundige wijzigingen, te voor-

schijn roepen, waardoor sommige bijzonderheden beter zichtbaar worden. Zoo wordt het binnenblaasje zeer spoedig waarneembaar, door de bevochtiging met verdund salpeterzuur of met de oplossing van chlorcalcium of van verschillende andere zouten. Ook de kernen komen daardoor beter te voorschijn. Tot het laatste doel dienen mede azijnzuur, wijnsteenzuur en andere plantenzuren.

Eindelijk kan het noodig zijn, om de dunne celvliezen of andere uit hoofde hunner teêrheid en doorschijnendheid moeilijk zichtbare deelen, gelijk b. v. de fijne tril- of wimperhaartjes der algensporidien enzv., sterk te kleuren. Daartoe bezigt men gewoonlijk jodiumtinctuur, en bevochtigt het praeparaat, nadat het zich daardoor bruin gekleurd heeft en de overtollige tinctuur met een zuigpenseel (Dl. II. bl. 151) verwijderd is, met water. Soms is het voldoende naast het dekplaatje, dat het reeds vooraf met niet te veel water bevochtigd praeparaat bedekt, een droppel der tinctuur te plaatsen, als wanneer deze van zelf daaronder doordringt, en de deelen allengs gekleurd worden.

74. Er komen in de planten verscheidene stoffen voor, die door hunne hoeveelheid somtijds het onderzoek van het eigenlijke weefsel en van het maaksel der cellen zeer moeilijk maken, en daarom vooraf verwijderd moeten worden. De voornaamste dier stoffen zijn: lucht, amyllum, het melksap en vet.

De lucht, welke de meeste tusschencellige ruimten en vaten vult, vertoont zich, ten gevolge van het grootte verschil in brekend vermogen met dat van het omringende vocht, als zwartgekleurde streepen of grootere zwarte massa's van allerehanden vorm en uitgebreidheid. Voor de herkenning van het eerste ontstaan dier tusschencellige ruimten en vaten is zulk

eene tegenwoordigheid van lucht daarin juist van gewigt, doch op een later tijdperk, wanneer deze zich reeds sterk ontwikkeld hebben, wordt eene naauwkeurige waarneming eerst mogelijk, nadat de lucht daaruit op de eene of andere wijze verwijderd is. Het eenvoudigste en nimmer falende middel bestaat daarin, dat men de gemaakte doorsneden eenige uren in uitgekookt water laat liggen. Verlangt men echter eene spoedigere verwijdering van de lucht, dan kan men zich ook op andere wijzen helpen. Laat de aard van het weefsel zulks toe, dan is eene zachte klopping op het met water bevochtigd praeparaat door middel van het platte en smalle hecht van een scalpel vaak reeds voldoende. Ook eene weeking van de doorsnede in sterken alkohol is hier aan te raden. Alleen bij jeugdige weefsels is dit middel minder gepast, uit hoofde van het coaguleren van het eiwit, waardoor de ondoorschijnendheid vermeerderd wordt.

Waar de cellen talrijke amyllumkorrels bevatten, die bij de gedeeltelijke doorsnijding der celwanden zich in het omringende vocht verspreiden, en daardoor de duidelijkheid der waarneming benadeelen, moet men deze vrije amyllumkorrels trachten te verwijderen, hetzij door het praeparaat in water af te spoelen, of, indien het daartoe te dun is, het op een voorwerpplaatje te brengen, dit eenigzins schuins te houden, en er dan water droppelsgewijs over en langs te laten vloeijen. Somwijlen kan ook eene bevochtiging met verdunde minerale zuren of met de oplossingen van bijtende potasch of soda hier van dienst zijn. Door deze middelen zwellen de amyllumkorrels zoo sterk op en worden zij daarbij zoo doorschijnend, dat zij ophouden zichtbaar te zijn. Doch tevens moet men niet vergeten, dat daardoor eenige veranderingen in de celwanden zelve kunnen ontstaan.

Wanneer men doorsneden vervaardigt van melksap bevattende planten, dan is het uitvloeiende troebele sap dikwerf zeer hinderlijk. De deeltjes, welke deze troebelheid te weeg brengen, kunnen verwijderd worden door weeking in alcohol, en, waar zulks niet voldoende is, later in ether. Zekerder en spoediger komt men echter tot het doel, indien men de doorsneden eerst dan vervaardigt, als de uitvloeiing van het sap eenigen tijd heeft aangehouden. Snijdt men het deel dan op eene weinig verwijderde plaats op nieuw door, dan gelukt het doorgaans eene nagenoeg zuivere snedevlakte te verkrijgen.

Doorsneden, vervaardigd van weefsels, welke veel vet bevatten, kunnen van de vrijgeworden vetdruppels grootendeels bevrijd worden door afspoeling met water. Wil men al het vet verwijderen, dan is eene uittrekking met ether noodig, iets dat echter steeds veel tijd vordert, en alleen dan nuttig kan zijn, wanneer de hoeveelheid van het vet in de cellen, gelijk in sommige zaden, zoo groot is, dat er de waarneming van andere daarin bevatte deelen door belet wordt.

75. Om de zamenstellende deelen der plantenweefsels goed te leeren kennen, kan het somwijlen nuttig zijn die deelen te isoleren. In de meeste gevallen is hun zamenhang echter te groot, dan dat dit door middel van uitpluizing met een paar naalden zoude kunnen geschieden, op de wijze die voor dierlijke weefsels gebruikelijk is. Sometijds echter komt de natuur ons hier te hulp, namelijk door de buitenste lagen, waardoor de celwanden onderling te zamenhangen, te doen verdwijnen. Dit geschiedt b. v. tijdens de rijpwording van vele vruchten, waar deze laag uit pectose bestaat, die allengs in een der oplosbare zelfstandigheden, welke tot dezelfde reeks behooren, veranderd wordt.

Ook bij beginnende rotting, inzonderheid die, welke onder den naam van drooge rotting bekend is, heeft men vaak gelegenheid de elementaire deelen geïsoleerd en overigens nagenoeg geheel onveranderd waar te nemen.

Meestal echter moet men zijne toevlugt nemen tot kunstmiddelen, welke wederom gewijzigd moeten zijn naar gelang van den aard van het weefsel.

Het eenvoudigste dier middelen bestaat daarin, dat men het weefsel met water kookt. Voor vele parenchymweefsels, uit groote dunwandige cellen bestaande, is dit middel voldoende. Het los worden der cellen wordt versneld door bij het water eenig plantenzuur of een bijtend loozout te voegen. De betrekkelijke hoeveelheid potasch of soda, die daartoe vereischt wordt, laat zich niet voor alle gevallen aangeven. Naar mate de verhouting van den celwand verder gevorderd is, zijn ook meer verzadigde oplossingen noodig. De cellulose wordt door deze behandeling met alkaliën niet aangetast, en kan later nog herkend worden door bijvoeging van jodiumtinctuur, doch de pectose en cutose verdwijnen.

Bij verhoude weefsels voert eene koking met salpeterzuur, hetzij alleen (Brogniart) of onder toevoeging van een weinig chloorzure potasch (Schultz) het snelst tot het doel. Dunne doorsneden zijn daardoor binnen weinig seconden reeds zoo broos geworden, dat zij bij de minste aanraking uiteenvallen. Men stort daarom, nadat het vocht even in een kolfje gekookt heeft, dit met de daarin bevatte doorsneden over in eene ruime hoeveelheid water, en vischt deze vervolgens met een daaronder geschoven glasplaatje op, waarop dan de uitpluizing met een paar naalden geschieden kan. Bij deze behandeling heeft blijkbaar eene oxydatie plaats van de stof (cutose) der buitenste lagen, die de verhoude cellen aan

elkander verbindt. Men bemerkt eene geringe opbruising in het weefsel, en zoodra deze bespeurd wordt, moet men de bewerking afbreken. Geschiedt zulks op het regte tijdstip, dan is het maaksel der celwanden weinig of niet veranderd, ofschoon de cellulose scheikundig is omgezet, en in pyroxyline overgegaan. Ook zijn de celwanden daarbij veel zwakker lichtbrekend geworden.

Overigens spreekt het van zelf, dat waarnemingen aan zulke door scheikundige hulpmiddelen geïsoleerde cellen verrigt, steeds gepaard behooren te gaan met eene beschouwing van de alleen met water bevochtigde weefsels, dewijl men anderszins ligtelijk gevaar zoude loopen van kunstvoortbrengselen voor werkelijk aanwezige bestanddeelen van het voorwerp aan te zien.

Onderzoek van de stof.

76. Om den aard der stoffen te leeren kennen, welke de wanden der cellen of hunnen inhoud zamenstellen, dienen verschillende scheikundige herkenningmiddelen, welke bij de weefsels gevoegd daarin zekere bekende veranderingen doen ontstaan. Reeds is in een vroeger gedeelte van dit werk uitvoerig over deze herkenningmiddelen gehandeld, en de voorzorgen aangegeven, welke bij hun gebruik moeten worden in acht genomen. De volgende korte optelling van de voornaamste mikrochemische herkenningmiddelen, waarbij ik echter tevens datgene zal vermelden, wat sedert het verschijnen van dit vroegere gedeelte, door anderen is aanbevolen en door mij beproefd bevonden, moge derhalve hier voldoende zijn.

77. Ter ontdekking van *cellulose* wordt het praeparaat op een glazen voorwerpplaatje met eene sterke iodiumtinctuur doortrokken. Men laat het overtollige aan de lucht geheel verdampen. Is het weefsel geheel droog geworden, en voegt men er nu water bij, dan gebeurt het vaak, dat reeds daardoor de wanden van vele celwanden eene blaauwe kleur aannemen. Is zulks niet het geval, dan voegt men, bij een ander op gelijke wijze vooraf met iodiumtinctuur doortrokken praeparaat, zwavelzuur verdund met $\frac{1}{5}$ tot $\frac{1}{2}$ van zijn gewigt water. De concentratietoestand moet verschillend zijn, naar gelang van den verhoudingstoestand der celwanden (zie Dl. II. bl. 252).

Tot hetzelfde doel is ook door Schultz een mengsel aanbevolen, bestaande uit eene geconcentreerde oplossing van chlorzink, waarbij men zooveel iodpotassium en iodium voegt, als de oplossing vermag op te nemen. Ook hierdoor wordt de cellulose blaauw gekleurd. De aanwending van zwavelzuur, ofschoon iets omslagtiger, werkt echter het zekerst.

Men verlieze bij het gebruik dezer réactieven niet uit het oog, dat het niet verschijnen der blaauwe kleuring nog geenszins het stellige bewijs levert voor de afwezigheid van cellulose. Zijn de celwanden uiterst dun, dan kan de door het zwavelzuur of het chlorzink (1) te weeg gebragte scheikundige omzetting zoo snel zijn, dat de tusschenstaat van amyloid niet waarneembaar is. Wanneer daarentegen de celwanden zeer sterk verhout zijn, dan kan de réactie uitblijven ten gevolge van de overige tevens in den celwand voorhandene stoffen, die de cellulose inhullen. In dit geval

(1) Barreswill en Rilliet hebben aangetoond, dat door chlorzink de cellulose in suiker veranderd kan worden, even als door zwavelzuur (*Journ. de Pharm. et de Chimie* 1852. T. XXI. p. 205).

moeten deze eerst verwijderd worden door het weefsel eenige oogenblikken te koken in eene geconcentreerde oplossing van bijtende potasch. Hierdoor wordt tevens de cellulose in amyloid veranderd, zoodat men nu, na uitwassching van de potasch, door enkele bijvoeging van iodiumtinctuur, of van eene oplossing van iodium in iodpotassium, de blaauwe kleuring doet ontstaan.

Pectose mag men in den celwand vermoeden, wanneer minerale zuren of bijtende alkaliën daarin eene sterke zwelling doen ontstaan, of wanneer bij de behandeling met iodium en zwavelzuur de blaauwe kleur bijzonder bleek is, of plaatselijk geheel ontbreekt, zoodat sommige wandgedeelten wit blijven. Zekerheid geeft hier echter slechts de daarstelling van een der verschillende tot deze reeks behoorende geleiachtige zuren, op den bekenden scheikundigen weg.

Cutose onderscheidt zich van alle andere plantenstoffen, die aan de samenstelling der celwanden deelnemen, door het wederstand biedend vermogen aan geconcentreerd zwavelzuur.

De tegenwoordigheid van *proteïne* wordt herkend, door de gele kleuring met salpeterzuur, de zwartachtig violette met zoutzuur (z. Dl. II. bl. 247) en de roode, door suikeroplossing en zwavelzuur (z. Dl. III. bl. 487). In plantendeelen, die door iodiumtinctuur bijzonder sterk bruin gekleurd worden, mag men hare tegenwoordigheid vermoeden, doch eerst de aanwending der genoemde réactieven, vooral van het eerste, geeft hier zekerheid.

Amylum wordt ontdekt, door bijvoeging van iodiumtinctuur of van eene iodium houdende iodpotassium-oplossing.

Vetten kenmerken zich door hunnen druppelvorm, sterk lichtbrekend vermogen, oplosbaarheid in ether en hunne verzeeping door bijtende loogzouten (verg. Dl. II. bl. 259).

Etherische olieën en *harsen* worden voornamelijk herkend

aan hunne oplosbaarheid in terpenhijnolie en konden alcohol. (Dl. II. bl. 261.)

De verschillende *looizuren* kenmerken zich door de blaauwachtig zwarte, groene of graauwe kleuring, na bijvoeging eener oplossing van een ijzerdeutoxydzout.

De tegenwoordigheid van *gom*, *plantenslijm* of *suiker*, kan bezwaarlijk alleen op mikrochemischen weg worden aangetoond. Omtrent de menigvuldige wijzen, welke ter ontdekking der laatstgenoemde stof kunnen gebezigd worden, verwijs ik naar Dl. II. bl. 254 en Dl. III. bl. 488.

Waar *kristallen* in de cellen bevat zijn, kan hunne geaardheid door den eenigzins geoefenden waarnemer reeds aan hunne gedaante worden herkend. (Men zie hierover Dl. II. bl. 250 en verv., waar de kristallen van zuren wijnsteenzuren potasch, zwavelzuren kalk, koolstofzuren kalk en oxalzuren kalk beschreven zijn, waarvan de afbeeldingen op Pl. II worden gevonden.)

Eindelijk zij hier nog opgemerkt, dat ook het onderzoek der vuurbestendige bestanddeelen van de celwanden zich grootendeels op mikrochemischen weg laat velbrengen, zelfs wanneer men slechts eene uiterst geringe hoeveelheid van eenig weefsel daartoe kan aanwenden, dat op een platinablikje in eene alcoholvlam tot asch verbrand wordt. Men lost deze asch op in een paar droppels salpeterzuur, verjaagt het overtollige zuur door eene zachte verwarming, lost het overblijvende weder in een weinig water op, verdeelt dit vocht droppelsgewijs op eenige voorwerpplaatjes en voegt daarbij droppels van de verschillende ter ontdekking van zuren en bases geschikte herkenningsmiddelen. De lezer vindt de hiertoe vereischte aanwijzingen in Dl. II. bl. 271 en verv., waarbij ik alleen nog voeg, dat het in den wand der plantencellen, vooral van die der opperhuid, zoo vaak voorkomende kiezelzuur, herkend

wordt aan de geheele onoplosbaarheid in alle zuren, terwijl het zich bovendien na de verbranding doorgaans glasachtig doorschijnend vertoont, hetgeen in eenige gevallen waarschijnlijk het gevolg is van de verbinding met de gelijktijdig aanwezige potasch of soda tot een waar glas.

Waar kiezelzuur, gelijk bij de Diatomeën, als eene schaal het geheele individu omgeeft, daar kan de vraag ontstaan of de kleine kringen, streepen en andere teekeningen, welke men aan de oppervlakte dier geheel doorschijnende schaal ontwaart, moeten worden beschouwd hetzij als verdikte plaatsen, of als dunne gedeelten, of wel als werkelijke openingen. Om dit te beslissen bezige men, volgens het door Bailey (1) gegeven voorschrift, verdund vloeispaathzuur, waarin de dikste gedeelten der schaal natuurlijk het laatst zullen verdwijnen. Overigens spreekt het van zelf, dat deze bewerking op een platinablijke verrigt wordt, en dat men de voorwerpen, die eenigen tijd in het zuur vertoefd hebben, eerst goed met water afspoelt, alvorens hen onder het mikroskoop te brengen.

Onderzoek van de grootte en van het getal.

78. De verschillende mikrometrische methoden zijn vroeger (Dl. II. bl. 287 en verv.) uitvoerig besproken, en hunne betrekkelijke waarde getoetst. Hier zij derhalve slechts opgemerkt, dat, wanneer men zich in het dubbelzien (z. Dl. I. bl. 259, Dl. II. bl. 515) eene genoegzame vaardigheid heeft eigen gemaakt, en de daarbij gevorderde voorzorgen in acht neemt, men bij het ontleedkundig onderzoek van plantenweefsels veilig alle eigenlijk gezegde mikrome-

(1) *American Journal* 1851. p. 349.

ters ontberen kan, te meer, dewijl deze handelwijze het groote voordeel bezit van daardoor binnen een betrekkelijk kort tijdsbestek een groot aantal metingen te kunnen verrigten. Het is namelijk voor het doel eener ontwikkelingsgeschiedenis van weinig gewigt eene of eenige weinige grootten met de hoogst mogelijke volstreckte naauwkeurigheid te bepalen, maar zij heeft inzonderheid behoefte aan het kennen der gemiddelde grootten, afgeleid uit een zoo groot mogelijk getal van afzonderlijke metingen. Naar mate men deze vermenigvuldigt, worden de uitkomsten der vergelijking van onderscheidene ontwikkelingstoestanden des te zekerder.

Bij plantenweefsels heeft men vaak gelegenheid om den gemiddelden doormeter der cellen op eenen korteren weg te leeren kennen. Men meet namelijk niet elke afzonderlijke cel, maar eene reeks uit verscheidene op elkander volgende cellen bestaande, en deelt de verkregen uitkomst door hun getal. Door hetzelfde op meerdere punten van het weefsel te herhalen, wordt de einduitkomst natuurlijk des te zekerder. Overigens spreekt het van zelf, dat zulk eene handelwijze alleen veroorloofd is, waar de cellen eenen tamelijk gelijken vorm hebben en elkander geregeld laagsgewijs opvolgen, gelijk b. v. de houtcellen der meeste planten, op hunne dwarse doorsnede gezien. Wilde men op gelijke wijze de gemiddelde lengte dier houtcellen bepalen, dan zoude men tot eene geheel valsche uitkomst geraken, omdat zij met zeer scheve grondvlakken op elkander zijn ingeplant.

80. De bepaling van het getal der elementaire deelen behoort te geschieden in drie rigtingen. Deze zijn:

1°. de radiale, of overdwarse;

2°. de peripherische, of de rigting van den omtrek, en

3°. de overlangsche , dat is de rigting der lengte-as van het plantendeel.

Om dit getal te leeren kennen staan ons twee wegen open.

De eerste bestaat in eene eenvoudige telling der deelen. Waar zulks mogelijk is, zal men natuurlijk daaraan de voorkeur geven, als de weg, die het spoedigst en zekerst tot het doel leidt. Doch in de meeste gevallen zijn de getallen veel te groot, dan dat zulk eene telling mogelijk is, en moet men derhalve zijne toevlugt nemen tot eenen omweg, door namelijk eerst de gemiddelde doormeters der elementaire deelen in de drie bovengenoemde hoofdrichtingen te bepalen en deze vervolgens te deelen in den dwarsen en overlangschen doormeter, alsmede in den omtrek van het deel of van de laag, waarvan men het getal der samenstellende elementaire deelen wenscht te leeren kennen.

Niet altijd echter is het op te lossen vraagstuk zoo eenvoudig als hier verondersteld wordt. De vorm van het plantendeel zelf, of van de hetzelfde samenstellende cellenlagen kan onregelmatig zijn. Is deze onregelmatigheid zeer groot, dan wordt elke naauwkeurige bepaling onmogelijk. Dikwerf kan men echter, door de doormeters van het plantendeel zelve of van deszelfs lagen in verscheidene rigtingen te meten, en daaruit eenen gemiddelden doormeter af te leiden, nog eenen betrekkelijken graad van naauwkeurigheid bereiken.

Ook leert de door deeling verkregen uitkomst alleen dan het ware getal der aanwezige elementaire deelen kennen, wanneer hunne grensvlakken loodregt staan op de rigting, waarin men het getal verlangt te weten. Indien men b. v. de lengte van een stengelgedeelte deelde door de gemiddelde lengte der daarin bevatte houtcellen, dan zoude de uitkomst veel te klein zijn, omdat, ten gevolge der schuinsche rigting

hunner grondvlakken, hunne uiteinden even als zoo vele zeer spitse wiggen aan elkander sluiten. In dergelijke gevallen is het raadzaam het getal cellen te tellen, dat in eene beperkte lengte begrepen is, en dan later hieruit het getal te berekenen voor de geheele lengte van het deel.

Eindelijk kan men nog stuiten op de zwaarigheid, dat, door den ongelijkmatigen groei der verschillende lagen, tusschencellige ruimten ontstaan zijn (zie § 44), die natuurlijk mede het hunne bijdragen tot vergrooting van den omvang des geheels. Het spreekt van zelf, dat men op deze omstandigheid bedacht moet zijn, en dat men de door hen ingenomen ruimte zoo na mogelijk moet zoeken te bepalen, ten einde deze van de door het geheele weefsel ingenomene af te trekken.



DERDE HOOFDSTUK.

Voorbeelden tot oefening.

Mikroskopische planten.

§ 81. Het zoude voorzeker in elk ander werk hoogst ongepast zijn, eene bijzondere afdeeling aan organische wezens te wijden, die men, alleen omdat zij wegens hunne kleinheid slechts door het mikroskoop goed kunnen worden waargenomen, ook tot eene op zich zelve staande klasse zoude meenen te moeten vereenigen. Kleinheid en grootte toch zijn onder alle kenmerken, waardoor zich organische wezens van elkander onderscheiden, de minst zekere. Dikwerf wel is waar staan de kleinere wezens ook op eenen lageren trap van bewerktuiging dan zij, die eenen grooteren omvang bereiken, doch zeer talrijk zijn de gevallen, waar juist het omgekeerde plaats grijpt, zoodat men nimmer uit het eene tot het andere kan besluiten. Het zuiver praktische doel echter, waartoe dit werk bestemd is, veroorlooft zulk eene op zich zelve en uit een stelselmatig oogpunt onjuiste afscheiding, omdat men onder de algemeene benaming van mikroskopische planten alle die doorgaans zeer eenvoudig georganiseerde Algen en Fungi kan vereenigen, welke, uit hoofde hunner kleinheid en doorschijnendheid, volstrekt geene voorbereidende bewerking behoeven, om aan een mikroskopisch onderzoek te worden onderwerpen. Het maken van praeparaten is hier derhalve gemakkelijker dan ergens elders, daar het zich alleen bepaalt tot

het uitbreiden der behoorlijk bevochtigde voorwerpen op een glasplaatje. Alleen bij het onderzoek der in de lucht groeiende schimmels kunnen de dikwerf in allerhande rigtingen dooréén gevlochten draden of vezelcellen van het mycelium eene meer zorgvuldige uitpluizing met naalden noodig maken, terwijl ook de tusschen het weefsel ingesloten lucht op die wijze het best verwijderd wordt. In enkele gevallen, bepaaldelijk bij de Diatomeën, kan eene bevochtiging met terpenhijnolie in stede van met water te stude komen, om de deelen doorschijnender te maken, mits men daarbij niet vergeet, dat jaist hierdoor dikwerf vele bijzonderheden verdwijnen, welke in de lucht of onder water zichtbaar zijn. (Verg. Dl. II. bl. 48.)

Het is echter geenszins alleen uithoofde van de gemakkelijheid der toebereiding, dat deze lagere plantvormen zich voor het mikroskopisch onderzoek aanbevelen, maar vooral omdat zij de gelegenheid aanbieden om vele der gewigtigste verschijnselen van het cellenleven onder het oog des waarnemers te zien plaats grijpen, terwijl deze gelegenheden bij de hooger georganiseerde planten, wier bewerktuiging eerst zichtbaar wordt, nadat zij door het mes in genoegzaam dunne lagen verdeeld zijn, in eene veel geringere mate bestaan, en men hier eerst door eene reeks van vele waarnemingen aan verschillende voorwerpen in onderscheidene ontwikkelingstoestanden, en door hunne onderlinge vergelijking, tot een besluit komt, hoe de eigenlijke ontwikkeling, dat is de overgang van den eenen toestand in den anderen heeft plaats gehad.

Het is inzonderheid daarom, dat het onderzoek der kleine in alle onze zoete wateren voorkomende algen, niet alleen van hun maaksel, maar van hunne geheele levensgeschiedenis, voor de plantenphysiologie in het algemeen reeds zoo vrucht-

bare uitkomsten heeft opgeleverd, en nog meer belooft, wanneer waarnemers, met genoegzaam geduld en volharding begaafd, voortgaan zich aan dit onderzoek te wijden. Slechts een zeer vlugtig overzicht van de voornaamste punten, waarop men hierbij zijne aandacht te vestigen heeft, kan hier eene plaats vinden. Voor meerdere bijzonderheden moeten wij den lezer verwijzen naar de geschriften van Kützing (1), Nägeli (2), Unger (3), Al. Braun (4), Thuret (5), Derbés et Solier (6), Ralfs (7), Focke (8), Thwaites (9) en anderen, die door hunne waarnemingen dit gedeelte onzer kennis verrijkt hebben.

82 Vele dezer planten stellen reeds als eene enkele cel een planten-individu daar. Zij zijn daarom onder den algemeenen naam van *cencellige Algen* begrepen, ofschoon verscheidene onder hen, door de wijze, waarop zij zich voortplanten, zich tot zogenaamde koloniën vereenigen, die uit een aantal afzonderlijke individu's bestaan, welke óf reekswijze, óf straalswijze, óf netswijze onderling verbonden zijn. Dikwerf worden zulke koloniën omgeven van een algemeen slijm-

(1) *Phycologia generalis*, Leipzig 1843. — *Species Algarum* 1849. — *Die kieselschalige Bacillarien oder Diatomeën*, Nordhausen 1844. — *Tabulae phycologicae*, Nordhausen 1846-1852.

(2) *Gattungen einzelliger Algen*, Zürich 1849.

(3) *Die Pflanze im Momente der Thierwerdung*, 1843.

(4) *Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur*, Leipzig 1851.

(5) *Recherches sur les Zoöspores des Algues*, *Ann. des Scienc. nat.* 1850. 3^{me} ser. T. XIV. p. 214, 1843 2^{de} serie, T. XIX. p. 266.

(6) *Sur les organes reproducteurs des Algues*, *Ann. des Scienc. nat.* 1850. 3^{me} ser. T. XIV. p. 261.

(7) *The British Desmidiæ*, London 1843.

(8) *Physiologische Studiën*, Bremen 1847.

(9) *Observations on the Diatomaceæ*, *Ann. and Magaz. of Nat. Hist.* Vol. XX. 1847. en Ser. II. Vol. I. 1848.

achtige hulsel, dat als een secretieprodukt der gezamenlijke cellen te beschouwen is.

De eenvoudigste vormen onder hen behooren tot de afdeelingen der *Chroococcaceën*, *Palmellaceën* en *Protococcaeën* (1). Het zijn kleine, afzonderlijk of gezellig levende en dan door een gezamenlijk hulsel omgeven blaasjes van doorgaans ronden of ellipsoidischen vorm met eene groene of roode kleurstof, welke kleur echter ook met de verschillende ontwikkelingsstoestanden kan afwisselen.

Grooter en reeds meerdere sporen van eene iets hoogere structuur vertoonende zijn de meestal sikkelvormige *Closterinen* (2), terwijl de overige *Desmidiaceën* (3) zich onderscheiden door hunnen sierlijken vorm, welke veelal aan eene ster of aan een kruis herinnert, en het gevolg is van de rigting, waarin de celverdeeling heeft plaats gegrepen. Het celvlies dezer plantjes bezit eene zekere mate van stijfheid, doch hier nog alleen te weeg gebracht door de uit cutose bestaande buitenste laag, welke dikwijls van kleine wratjes, stekeltjes of verhevene streepjes voorzien is.

Anders is het bij de *Diatomeën* of *Bacillariën* (4), in welker celvliezen eene groote hoeveelheid kiezelzuur is bevat, dat, als eene soort van kiezelschaal of zoogenaamd pantser, terugblijft na de verbranding der overige bestanddeelen. Het

(1) Pl. II. fig. 1, *Protococcus palustris* K g.

(2) Pl. II. fig. 4, *Closterium striolatum* Ehr.; fig. 11, *Closterium Lunula* Nitzsch.

(3) Pl. II. fig. 6, *Pediastrum Selenae* K g.; fig. 7, *Euastrum semi-radiatum* K g.

(4) Ehrenberg heeft zoowel de Bacillariën als de Desmidiaceën tot de Infusorien gebracht. De meeste nieuwere waarnemers komen echter daarin overeen, dat zij tot het plantenrijk moeten gerekend worden. Eene samenstelling der gronden voor beide gevoelens heb ik vroeger gegeven in *De magt van het kleine*, bl. 133 en verv.

is hieraan, dat de talrijke soorten van Diatomeën (men kent er meer dan 800) zich gemakkelijk laten onderkennen. Vele komen in de zoete wateren, andere in zee water voor, en, daar hunne kiezelschalen ook na hunnen dood onveranderd overblijven, zoo vindt men deze in den modder van slooten en zeehavens, somtijds in overgroot aantal, zoodat zij een aanzienlijk gedeelte der aldaar opééngehoopte massa uitmaken. Op gelijke wijze zijn in vroegere geologische perioden dergelijke opéénhoopingen ontstaan, welke, hier en daar dikke lagen vormende, zelfs een niet geheel onbelangrijk gedeelte der aardkorst uitmaken (1).

De vorm is tamelijk uiteenlopend; velen zijn rond en schijfvormig (*Coscinodiscus*, *Actinocyclus* (2), *Actinoptychus*, *Melosira* (3) enzv.), vele andere vertoonen zich van boven op gezien langwerpige elliptisch (schuitvormig), dikwerf meer of min *S* vormig gebogen, terwijl zij van ter zijde gezien eenen meer regthoekigen vorm hebben (*Navicula* (4)). Nog andere (*Synedra* (5)), zijn staafvormig, terwijl wederom andere (*Grammatophora*, *Terpsinoë*) regthoekige plaatjes schijnen, of eenen rhombischen (*Zygoceros*) of driehoekigen (*Triceratium* (6)) vorm hebben.

Zeer dikwerf hangen zij (*Gaillonella* Ehr., *Melosira* Kütz.,

(1) Meerdere bijzonderheden vindt men in *De magt van het kleine* enzv. bl. 120, en, wat ons vaderland in het bijzonder betreft, op bl. 201 en verv., alsmede in *De Bodem onder Amsterdam*, *Nieuwe Verh. van het Kon. Ned. Instituut*, 3^{de} Reeks, Dl. V, bl. 73 en verv.

(2) Pl. II. fig. 17, *Actinocyclus Aquila* Ehr.

(3) Pl. II. fig. 18, *Melosira sulcata* Kg. (*Gaillonella sulcata* Ehr.)
A van boven, B van ter zijde gezien.

(4) Pl. II. fig. 16, *Navicula formosa*; fig. 22, *Navicula gracilis* Ehr.
A van boven, B van ter zijde gezien.

(5) Pl. II. fig. 20, *Synedra Oxyrhynchus* Kg.

(6) Pl. II, fig. 19, *Triceratium areolatum* Hg.

Synedra, *Fragilaria* (1), *Odontidium*, enzv.) onderling te zamen en stellen aldus eene reeks van met elkander in vereeniging gebleven individu's daar, hetgeen een gevolg is van hunne vermenigvuldiging door celverdeeling. In andere gevallen (*Gomphonema* (2), *Ripidophora*, *Podosphecia*) bezit zulk eene kolonie eenen dikwerf zich nog in takken splitsenden, gemeenschappelijken steel, welke ontstaan is door eene eenzijdige buitenwaartsche afscheiding van stof uit de celholten der verschillende individu's.

Bij verreweg de meesten herkent men aan de oppervlakte der kiezelschalen kleine kringen, stipjes, ribjes of streepjes, veelal straalsgewijs bij de ronde vormen, terwijl zij bij de langwerpige elkander onder eenen regten of schuinschen hoek kruisen. De verschillende daardoor te weeg gebragte teekeningen bezitten dikwijls eene verwonderlijke regelmatigheid en sierlijkheid. Soms tijds zijn deze zoo uiterst fijn en teeder, dat zij slechts bij sterke vergrooting en onder eenen gunstigen inval van het licht (bij verlichting met schuins invalend licht, zie Dl. I. bl. 278) kunnen bespeurd worden, en in eenige gevallen kan men, zelfs met de beste thans bestaande hulpmiddelen, daarvan geen spoor ontdekken, ofschoon men eenig regt heeft om hunne aanwezigheid dan toch te veronderstellen, en aan te nemen, dat zij, bij verdere verbetering der mikroskopen, waarneembaar zullen worden.

Behalve de genoemde fijnere, over de geheele schaal verbreide teekeningen, komen bij de langwerpige vormen (3) ook nog aan de beide uiteinden en in het midden andere groo-tere kringen voor, die iets sterker verdikte plaatsen van den

(1) Pl. II. fig. 23, *Fragilaria angusta* Ehr.

(2) Pl. II. fig. 24, *Gomphonema abbreviatum* Ag.

(3) Pl. II. fig. 16 en 22; fig. 21, *Cymbella gastroides* Kg.

wand zijn (z. bl. 58), en van ter zijde gezien binnenwaarts inpulen. Bovendien bespeurt men aan weerszijden overlangs loopende streepen, welke waarschijnlijk eene opene spleet in de kiezelschaal begrenzen, waar het binnenste celvliesje bloot ligt.

83. Uit een physiologisch oogpunt zijn vooral de draadvormige zoetwateralgen (*Confervaceën*) van gewigt, bestaande uit reeksen van aanéengevoegde cellen, welke onderling in een nauwer verband staan dan die, waaruit de koloniën der Desmidiaceën en Diatomeën zijn zamengesteld, en die daarom als veelcellig moeten worden beschouwd, ofschoon er inderdaad tusschen éencellige en veelcellige algen geene scherpe grenzen zijn aan te wijzen. Bij velen geschiedt echter de vorming der kiemcellen op bepaalde plaatsen, hetgeen eene beginnende localisatie der verrigtingen, en bij gevolg eene hoogere organisatie aanduidt. Zulke draadvormige algen kunnen gemakkelijk geïsoleerd worden, en de meesten bevelen zich bovendien nog voor het onderzoek aan, door dat de hen samenstellende cellen eene vrij aanzienlijke grootte bereiken, en toch eene genoegzame doorschijnendheid bezitten, om de daarin plaats grijpende veranderingen waarneembaar te doen zijn.

84. Bij aanwending der bovengenoemde (§ 77) scheikundige réactieven kan men zich overtuigen, dat ook bij de algen, zoowel éencellige als veelcellige, in den celwand dezelfde laagsgewijs afgezette stoffen voorkomen als in de wanden der cellen van de hoogere planten. De celwandverdicking geschiedt bij de éencellige algen alleen door buitenwaartsche afscheiding van stoffen, welke niet zelden ongelijkmatig is, zoodat een gedeelte van den wand veel meer verdikt wordt dan het andere. De zelfstandigheid, waaruit zulke wandge-

deelten bestaan, is dikwijls week en geleiachtig (pectose?), en dezelfde, die in nog meer verweekten toestand ook de koloniën (§ 82) omgeeft, doch bij de steelvormende Diatomeën scheidt zich daarmede te gelijk kiezelzuur af, waardoor de hardheid en stijfheid dier steelen wordt te weeg gebracht. Bij sommige veelcellige algen (b. v. *Spirogyra*, *Ulothrix*), wordt het vlies ook nog verdikt ten gevolge der celverdeling, waardoor een aantal lagen ontstaan, welke het best zichtbaar worden door de plantjes eenigen tijd in eene oplossing van bijtende potasch te laten liggen, waardoor de wand opzwelt. Alsdan erkent men, dat de binnenste laag éene cel, de daarop volgende twee, de derde vier cellen, enz. omgeeft. Eene eigenlijke verhouting der celwanden komt echter bij de algen niet voor. Stippels en stippelkanalen worden niet waargenomen, evenmin als spiraal- of netvezelen. De eigendommelijk gevormde groene spiraalband bij *Spirogyra* (1) zit tegen de binnenzijde van het binnenblaasje en behoort tot den inhoud. Zulk een binnenblaasje is in de cellen der algen altijd voorhanden. Eene kern is niet altijd met zekerheid waarneembaar, doch wordt toch in de cellen van eenigen (b. v. *Spirogyra* (2)) aangetroffen. De voornaamste stoffen (proteïne, gom, amyllum, chlorophyl), die ook voor het cellenleven der hoogere planten van het meeste gewigt zijn, komen evenzeer in de cellen der algen voor.

85. Nergens kan de vorming van cellen door verdeling der reeds bestaande met zooveel zekerheid in alle hare opvolgende toestanden worden nagegaan. Het duidelijkst bij de meercellige Confervaceën (*Cladophora*, *Chaetophora*, *Spiro-*

(1) Pl. II. fig. 9, *Spirogyra crassa* Kg.

(2) Pl. II. fig. 9 a.

gyra enzv.), waar zij vooral plaats grijpt in de jeugdigste topcellen, of in die, welke door vertakking van andere cellen gevormd zijn. Maar ook bij de Desmidiaceën en Diatomeën kan men het ontstaan van nieuwe cellen, dat is hier van nieuwe individu's, door verdeeling waarnemen (1). De gang dier celvorming is reeds vroeger (§ 12) geschetst. Binnen het verloop van eenige weinige uren heeft zulk eene cel zich in twee cellen verdeeld, en herhaalt zich (bij de Conserveaceën) hetzelfde in die cel, welke nu topcel is geworden. Men heeft hier alzoo niet alleen gelegenheid te zien, hoe de celvorming door verdeeling des inhouds in twee helsten geschiedt, maar ook om de verschillende omstandigheden, die daarop invloed uitoefenen, te leeren kennen, en het is voorzeker niet te gewaagd daaruit besluiten af te leiden, die ook op de celvorming in de vegetatieve organen der hoogere planten van toepassing zijn.

86. Bij de vorming der kiemcellen (sporidiën, gonidiën) is de wijze, waarop de cellen ontstaan, eenigzins verschillend. Zoowel bij ééncellige algen, waar elke cel tevens voorplantingsorgaan is, als bij zulke veelcellige Algen, waar deze vorming in bepaalde cellen geschiedt, is het echter altijd de inhoud der cellen, die zich het eerst verdeelt. Soms (bij *Vaucheria*) hoopt zich de inhoud van eene cel op één, en wordt tot eene enkele groote kiemcel. In andere gevallen (*Ulva*, *Tetraspora* enzv.) scheidt zich de inhoud in twee, later in vier deelen, ongeveer als bij de vorming der pollenkorrels bij de phanerogamen (z. § 14); in nog andere gevallen (*Saprolegnia*, *Codium* enzv.) eindelijk verdeelt zich de

(1) Pl. II. fig. 11 B, jeugdige *Closterium Lunula*, welke zich in tweeën verdeeld heeft.

inhoud eener cel allengs in een veel grooter getal deelen, die elk eene kiemcel worden. In het wezen der zaak is dus de wijze van celvorming hier dezelfde als die door celverdeling; doch terwijl bij deze het binnenblaasje der moedercel zich afsnoert en den zich verdeelenden inhoud als het ware volgt, heeft hier eene vorming van nieuwe binnenblaasjes om den vooraf verdeelden inhoud plaats. De vorming der buitenwaarts gelegen lagen, die den eigenlijk zoo genaamden celwand daarstellen, geschiedt bij de kiemcellen van vele algen eerst nadat zij, door barsting der moedercel, vrij geworden zijn.

87. Hoogst opmerkelijk is de beweging dezer jeugdige kiemcellen door het omringende vocht. Men heeft aan deze beweging, welke reeds bij de kiemcellen van een overgroot aantal zoowel één- als veelcellige Algen is waargenomen, den naam van het *zwermen*, en aan de kiemcellen, die dit vermogen bezitten, den naam van *zwermsporidiën* of *zwermgonidiën* gegeven. Als oorzaak dier beweging moeten hoogstwaarschijnlijk de zeer fijne trilhaartjes beschouwd worden, die hetzij over de geheele oppervlakte verspreid staan (*Vaucheria* (1)), of alleen aan één der uiteinden, hetzij onder den vorm van een wimperkrans (*Oedogonium* (2)), of ten getale van vier (*Hydrodictyon*, *Chaetophora* enzv. (3)), of zelfs slechts twee (*Characium*, *Apiocystis*, *Cladophora* enzv. (4)), doch dan gewoonlijk langere haartjes, geplaatst zijn. De fijnheid dier haartjes maakt, dat zij ligtelijk over het hoofd worden gezien. Eene goede, vooral niet te sterke verlichting

(1) Pl. II. fig. 15, groote kiemcel van *Vaucheria clavata*.

(2) Pl. II. fig. 14, kiemcel van *Oedogonium vesicatum* naar Thuret.

(3) Pl. II. fig. 13, kiemcellen van *Chaetophora elegans*.

(4) Pl. II. fig. 12, kiemcellen van *Cladophora glomerata*.

wordt vereischt om hen behoorlijk waar te nemen. Duidelijk vertoonen zij zich eerst, wanneer de beweging begint te verflaauwen, en na bijvoeging van een weinig zeer slappe iodiumtinctuur, vooral wanneer men hen dan op het glasplaatje laat droogen.

Bij de meesten bespeurt men, dat de inhoud in de nabijheid van het uiteinde, waar de haartjes geplaatst zijn, minder opééngheoopt is; somtijds zelfs is dit gedeelte waterhelder. De inhoud is groen gekleurd, doch niet zelden neemt men er ook een rood vlekje in waar. Dit roode vlekje herinnert geheel aan hetgeen men vroeger te algemeen, op het voetspoor van Ehrenberg, bij de infusoriën als oog heeft beschouwd. Ook lijdt het geen twijfel of vele algensporidiën zijn door hem en anderen voor infusoriën aangezien, waartoe natuurlijk hunne zwermende beweging medewerkte. De duur dier beweging is verschillend; die der groote sporidiën van *Vaucheria* houdt gemeenlijk reeds na eenige minuten op; zelden houdt zij langer dan een vierendeel uurs aan. Vele andere bewegen zich echter langer, soms verscheidene uren, zelden meer dan een dag. Wanneer zij ophoudt, hechten zich de kiemcellen gewoonlijk aan de oppervlakte van eenig ligchaam vast, in een glazen vat doorgaans aan de naar het licht toe gekeerde zijde; de ciliën verdwijnen nu, terwijl zich het buitenste celvliesje vormt, en daarop volgt de kieming, dat is bij de draadvormige algen de uitgroeiing van het gevormde cellulosevliesje in eene bepaalde rigting, terwijl bij de eenvoudigst gevormde ééncellige algen de kiemcel groeit, tot zij eene zekere grootte heeft bereikt, en nu de moedercel voor nieuwe kiemcellen wordt. Overigens zijn de in dat opzigt, en in de geheele verdere levensgeschiedenis dezer algen voorkomende wijzigingen te menigvuldig,

dan dat zij in een kort bestek kunnen worden opgeteld.

Het moet hier echter nog vermeld worden, dat de vorming der zwermsporidiën gedurende den nacht plaats grijpt, en dat het zwermen doorgaans in de vroege morgenuren aanvangt, en nog slechts zelden, alleen bij betrokken lucht, op het midden des dags voortgaat. Hetzelfde geldt ook van de celvorming, die mede in den nacht begint, en zelfs, eenmaal aangevangen, door den invloed des lichts schijnt gestaakt te worden, terwijl dit daarentegen bevorderend werkt op den groei van de reeds gevormde cellen. Daar het echter niet de tijd van den dag is, maar de verschillende invloed van licht en van duisternis, welke hier als eigenlijke oorzaak moet beschouwd worden, zoo kan men den nachtelijken toestand nabootsen, door de algen in eene donkere ruimte te plaatsen, b. v. in een horologieglas of ander glasbakje in eene geslotene lade. Op die wijze kan men de verschijnselen van het zwermen, en van de celverdeeling op alle uren van den dag waarnemen.

88. Het zijn niet alleen de zwermsporidien, wier opmerkelijke beweging aanleiding heeft gegeven om hen als diertjes te beschouwen; ook onder de geheel volwassene individu's treft men er aan, die een beweegvermogen bezitten. Zoo b. v. de talrijke soorten van *Oscillatorien*, wier naam ontleend is aan de slingerende en draaijende bewegingen, welke de uit zeer kleine celletjes bestaande draden vertoonen (1); ook de Closterinen en, onder de Diatomeën, vooral de *Naviculasoorten*, bewegen zich langzaam voor- en achterwaarts door het omringende vocht. De oorzaken dezer bewegingen zijn nog niet geheel klaar

(1) Pl. II. fig. 5, *Chtonoblastus elongatus* Hg.; fig. 8, *Chtonoblastus repens* Kg.

en duidelijk, doch met de meeste waarschijnlijkheid mag men aannemen, dat zij afhangen van de voeding, dat is van de wisseling van stof tusschen den inhoud en het vocht, dat hen omgeeft, waardoor noodwendig eene, zij het dan ook zwakke strooming moet ontstaan, die voldoende is om deze kleine ligchaampjes in beweging te brengen.

89. De algen, behoorende tot de bovengenoemde groepen, hebben ook nog eene andere merkwaardige eigenschap, namelijk die der *copulatie*, daarin bestaande, dat het vlies van twee zich in elkanders nabijheid bevindende, doch tot twee afzonderlijke individu's behoorende cellen plaatselijk uitgroeit, totdat de beide uitwassen elkander ontmoeten en zich onderling vereenigen (1). Eenigen tijd later verdwijnt dan het tusschenschot, dat de holten der beide uitwassen aanvankelijk nog vanéén scheidde, en er ontstaat eene doorlopende holte, dat is, de twee cellen hebben zich tot eene enkele cel vereenigd. De inhoud hoopt zich dan, hetzij in één der beide helften of in het deze verbindend gedeelte, allengs opeen, en er vormt zich eene enkele groote, zelden meerdere en dan natuurlijk kleinere kiemcellen, waaruit vervolgens weder eene of meerdere nieuwe planten kunnen ontstaan. Bij de Diatomeën heeft het bijzondere plaats, dat dit uitgroeijen tot een nieuw individu geschiedt, terwijl de kiemcel nog met de wederzijdsche moedercellen in vereeniging blijft. Ook grijpt hier niet zelden eene dubbele copulatie plaats, dat is de zich copulerende cellen vereenigen zich te gelijker tijd op twee ter zijde van elkander gelegen punten. Wanneer slechts eene enkele kiemcel gevormd wordt, dan heeft

(1) Pl. II. fig. 2, *Mougeotia genuflexa* Ag.; fig. 10, *Spirogyra crassa* K g.

dus geene eigenlijke vermeerdering van individu's, maar veeleer eene vermindering plaats, doch eenmaal gevormd, plant zich dan vervolgens het individu door celverdeeling voort, en inderdaad moet de copulatie hier tot die uitgebreide klasse van verschijnselen worden gebracht, welke men thans onder den algemeenen naam van *teeltwisseling* of *afwisselende voortplanting* begrijpt.

In verscheidene gevallen (b. v. bij *Spirogyra*) levert de copulatie ook een sprekend voorbeeld op van het vermogen van het celvlies om op eene enkele bepaalde plaats uit te groeijen, dat is van beginnende vertakking der cellen. Nog duidelijker blijkt dit bij de kieming der sporidiën van sommige algen, vooral van de *Vaucheriën*, waar deze takswijze uitgroeiing reeds van den aanvang af plaats grijpt, en zich later gedurende het leven der plant meermalen herhaalt, zoodat ten slotte de volwassen plant uit eene enkele groote in verschillende rigtingen vertakte cel bestaat.

90. Het onderzoek der lagere Zwammen of *Fungi* (*Gymnomyceten*, *Hyphomyceten*) heeft tot hiertoe voor de algemeene physiologie geene zoo gewigtige uitkomsten opgeleverd als dat der Algen. Echter is het ook in meer dan één opzigt leerzaam. De eenvoudigst bewerktuigde onder beide klassen zijn moeilijk streng van elkander te onderscheiden. Nog het beste kenmerk levert de kleurlooze inhoud der cellen bij de *Fungi*, terwijl die der Algencellen groen of rood gekleurd is. Ook komt hier eene vormingswijze der kiemcellen voor, welke bij de algen zelden wordt waargenomen, namelijk door afsnoering. In het wezen der zaak is dit ook eene celvorming door verdeeling, doch, terwijl in de meeste andere gevallen zich alleen de inhoud in tweeën scheidt, waaraan ook het binnenblaasje deelneemt, deelt hier de geheele wand daarin, iets,

dat voorzeker in verband staat met de groote dunheid der wanden, welke eene eigenschap is der cellen van de geheele familie der Fungi, ook van de hoogst georganiseerde onder hen, terwijl deze dunheid op hare beurt het gevolg is van den zeer snellen groei der cellen, in welk opzigt de Fungi alle andere planten overtreffen.

Het eenvoudigste voorbeeld van deze celvorming door afsnoering levert het gistplantje (*Cryptococcus Fermentum* Kütz. (1)), bestaande uit eene enkele, doorgaans ellipsoidische cel, waarin men wel tweederlei, in brekend vermogen verschillende stoffen waarneemt, doch die door geene scherpe grens gescheiden zijn, zoodat de binnenste niet wel als eene eigenlijke kern kan beschouwd worden. De gewone gist bestaat geheel uit dergelijke ééncellige plantjes, en aan velen neemt men de vorming van een nieuw doch kleiner celletje waar. Laat men deze gist in vochtigen toestand eenigen tijd aan zich zelve over, dan verlengen zich de celletjes; door celverdeeling ontstaan reeksen van zamenhangende cellen en eindelijk groeijen zij tot lange draden uit (2). Bij zulke en andere reeds op eenen hoogerem trap van bewerktuiging staande draadschimmels kan men eene herhaling van hetzelfde verschijnsel waarnemen, alleen met dit verschil, dat nu de afsnoering, dat is de vorming van kiemcellen, geschiedt op bepaalde plaatsen, namelijk aan de op verschillende wijzen vertakte uiteinden der cellen, die zich uit het mycelium verheffen. Dikwerf zijn deze uiteinden kranwijze geplaatst (3), en door de afsnoering ontstaan somwijlen reeksen van kiemcellen, die als eene rozenkrans zamenhangen.

(1) Pl. II. fig. 3 A.

(2) Pl. II. fig. 3, B en C.

(3) Pl. II. fig. 25, *Verticillium lateritium* Hg.

Echter zijn er onder de schimmels ook velen, waarbij de vorming der kiemkorrels in grooten getale geschiedt binnen in de holte der aan hun uiteinde blaasvormig uitgezette cellen, welke alsdan als sporangien te beschouwen zijn. De zeer algemeen voorkomende *Ascophora Mucedo* (1) levert er een voorbeeld van, en biedt, uit hoofde van de doorschijnendheid der jeugdige sporangien, eene zeer gunstige gelegenheid aan, om deze geheele vorming gade te slaan.

Ook de kieming der schimmelsporidiën (2) en de verdere vorming van het mycelium is in meer dan één opzigt leerzaam, daar men hier, sterker dan ergens elders, het vermogen der celvliezen erkent om zich alleen in eene enkele bepaalde rigting te verlengen, waardoor de dikwerf uiterst dunne en zich in allerlei rigtingen vertakkende vezelcellen ontstaan, die met de naburige te zamengevlochten, het mycelium daarstellen.

Vooraf echter belooft een naauwkeurig onderzoek van de ontwikkelingsgeschiedenis dier lagere Fungi gewigtige uitkomsten voor de kennis aangaande den invloed, dien uitwendige omstandigheden hebben op den zich ontwikkelenden organischen vorm. Reeds is het gebleken, dat door dezelfde sporidiën te doen kiemen, doch op verschillende stoffen, bij ongelijke warmtegraad, bij meerderen of minderen vrijen toegang der lucht enzv., er telkens nieuwe vormen ontstaan, zoozeer verschillend van elkander, dat men hen vroeger niet alleen tot onderscheidene soorten, maar ook tot verschillende geslachten, ja zelfs orden zoude gebragt hebben (5). Het

(1) Pl. II. fig. 26, mycelium met jeugdige zich ontwikkelende vruchtdraden; fig. 27, de sporangien in verschillende ontwikkelingstoestanden.

(2) Pl. II. fig. 27, gekiemde sporidien van *Ascophora Mucedo*.

(3) Zie Spring in *L'Institut* 1852, p. 297. Verders kan de lezer meerdere bijzonderheden over deze afdeeling vinden in Corda, *Icones*

kan niet missen of in die rigting voortgezette onderzoekingen zullen eenmaal tot opheldering kunnen strekken van zeer vele verschijnselen, welke tot hiertoe moeilijk voor verklaring vatbaar zijn, zoo als het voorkomen van schimmels binnen in de holten van ongekwetste cellen van planten, in de eijeren van vogels, en in het algemeen over de wijze hoe deze plantjes zich uit in omzetting verkeerende organische stoffen van zeer verschillende geaardheid ontwikkelen, zonder dat het tot hiertoe mogelijk was die vorming altijd op eene bevredigende wijze te verklaren, ten zij men zijne toevlugt neme tot eene *generatio spontanea*, dat is, tot het oorspronkelijk ontstaan van georganiseerde vormen uit vormlooze organische stof, eene hypothese, welke de uitkomsten der onderzoekingen over de ontwikkeling der organische wezens in het algemeen, gedurende de laatst verlopen jaren verrigt, meer en meer onwaarschijnlijk hebben gemaakt.

Aanhangselen der opperhuid.

91. In § 51 is reeds een beknopt algemeen overzicht van de ontwikkelings-geschiedenis dezer aanhangselen gegeven, waaruit blijken kan, dat hun onderzoek in meer dan één opzigt zeer leerzaam is. Zij verschaffen toch eene goede gelegenheid om de wijze van celvorming ook bij de hoogere planten na te gaan; zij leveren bovendien menigvuldige voorbeelden van verandering in den vorm der deelen door ver-

fungorum huc usque cognitorum, Pragae, 1837-1842, en G. Fresenius, *Beiträge zur Mykologie*, Frankfurt, 1850-1852.

andering der rigting waarin de celverdeeling plaats grijpt; verders komen daaronder vele gevallen voor van zich vertakkende cellen; dikwerf kan men ook eenen omloop van de deeltjes in het daarin bevatte celsap waarnemen; terwijl eindelijk de vaak met knobbeltjes en streepjes bezette oppervlakte, die niet zelden eene spiraalrigting vertoonen, het bewijs levert zoowel voor de buitenwaartsche afscheiding der cuticula (z. § 18), als ook voor het verschil in doordringbaarheid van het jeugdige celvlies op onderscheidene plaatsen, hetgeen het vermoedelijk gevolg is van openingen in het om het binnenblaasje gevormde cellulosevliesje, ofschoon deze hier uit den aard der zaak niet waarneembaar kunnen gemaakt worden, daar de cuticula zich tegelijk met het geheele deel vergroot en dit op alle punten bedekt. Deze streepjes en wratjes leveren bovendien een middel om de plaatsen te herkennen, waar het celvlies door tusschenvoeging van deelen (intussusceptie) groeit; zij staan namelijk bij de niet volwassen haren het digst bij elkander nabij den top der cellen, waaruit men de gevolgtrekking mag afleiden, dat de groei van het celvlies inzonderheid daar ter plaatse geschiedt, en geenszins gelijkelijk op alle punten ter zelfder tijd.

92. Ook door de gemakkelijkheid, waarmede zich hier geheel ongekwetste cellen of cellenreeksen mikroskopisch laten onderzoeken, bevelen zich deze opperhuids-aanhangselen aan. Soms, wanneer het behaarde deel zeer dun is, kan men het in zijn geheel onder het mikroskoop brengen, doch in de meeste gevallen moeten doorsneden vervaardigd worden, die alleen dan zeer dun behooren te zijn, wanneer men het verband met de opperhuidscellen naauwkeurig wil leeren kennen, of de allereerste ontwikkeling daaruit nagaan, als

wanneer het bovendien doorgaans noodig is zulke doorsneden niet slechts te nemen van reeds geheel gevormde deelen, maar vooral van die, welke nog in den knop besloten zijn. Gewoonlijk vertoont dan eene enkele zoodanige doorsnede alle de elkander opvolgende ontwikkelingstoestanden, en het zijn daarom juist deze, waaraan men de vorming en de groeiwijze der cellen het best kan waarnemen.

95. Het getal der planten, die, althans op eenige hunner deelen of in eenig levenstijdperk, van zulke opperhuids-aanhangselen, haren, gesteelde en ongesteelde kliertjes, voorzien zijn, is zeer groot. De vermelding van eenige der merkwaardigste vormen, met bijgevoegde korte beschrijving, zal voor het hier beoogde doel voldoende zijn.

Hyoscyamus niger. De geheele oppervlakte van den stengel en de bladeren is bedekt met haren, bestaande uit eenige weinige boven elkander geplaatste cilindrische cellen met zeer dunne wanden. Van sommigen zet zich de topcel blaasvormig uit, en wordt de zitplaats eener celvermenigvuldiging, waardoor een uit verscheidene cellen zamengesteld ellipsoïdisch kliertje ontstaat, dat groene kleurstof bevat en een kleverig vocht aan de oppervlakte afscheidt.

Nicotiana Tabacum. Dergelijke gesteelde kliertjes. Vooral in de bloemknoppen is hunne ontwikkelingswijze goed waarneembaar. Op Pl. I. fig. 2 A en B zijn twee reeds eenigzins gevorderde ontwikkelingstoestanden afgebeeld. De binnenblaasjes hebben zich door de inwerking van chlorcalcium zamengetrokken. Bij *a* zijn in eene enkele cel twee binnenblaasjes zichtbaar, bij *b* het pas gevormde dunne cellulosevliesje.

Madia elegans. Spits toeloopende uit eenige verlengde,

boven elkander geplaatste cellen bestaande haren, en gesteelde kliertjes, welker lange haarvormige steel uit verscheidene reeksen van verlengde cellen is zamengesteld, die nabij de inplanting het talrijkst zijn. Het kliertje aan den top bestaat uit verscheidene cellen, die eene trechtersvormige holte omgeven.

Helianthus annuus. De grootere haren op den stengel zijn spits kegelvormig, en bestaan uit eene enkele reeks van cellen, waarvan die aan de basis van onderen eene bolle oppervlakte heeft, en ten deele omvat wordt door de kegelvormig daarom heen zich verheffende opperhuidscellen. De dikke cuticula dezer haren is voorzien van niet zeer talrijke, doch groote buitenwaarts uitpuilende wratjes, die aan de cellen nabij de spits eene spiraalrigting vertoonen. Tusschen deze grootere haren verspreid staan veel kleinere, die uit eene reeks dunwandige bijna ronde celletjes bestaan.

Urtica urens en *U. dioica.* De brandharen bestaan uit eene enkele kegelvormig toeloopende cel, aan de spits eindigende in een rond knopje, waarvan de holte gemeenschap heeft met die van het overige haar; het benedeneinde der haarcel is bol en wordt omvat door eenige zich boven de opperhuid verheffende cellen. Aan de oppervlakte der tamelijk dikke cuticula neemt men spiraalsgewijs geplaatste streepvormige verhevenheden waar. Dikwerf, doch niet altijd, bespeurt men in deze haren eenen duidelijken omloop der kleine ten deele groepsgewijs opeengehoopte moleculen langs de wanden der cel.

Loasa contorta, *L. aurantiaca.* Op den stengel bevinden zich drierlei vormen van haren; 1°. brandharen, nagenoeg gelijk aan die van *Urtica*; 2°. kortere in eene spits eindigende kegelvormige haren, door eene enkele cel gevormd met zeer dikke wanden, aan welker oppervlakte groote uitpuilende

met den top bovenwaarts gerigte knobbeltjes staan ; 3°. veel kortere , doch mede stijve eencellige haartjes , op afstanden kranswijze bezet met scherpe weerhaakjes , en aan den top daarin ook eindigende.

Mesembryanthemum cristallinum. Groote doorschijnende bolvormige cellen , sommige tot eene kegelvormige spits vernauwd. Aan de oppervlakte staan , op tamelijk groote afstanden , kleine knobbeltjes. In den jeugdigen toestand (zie Pl. I. fig. 1) is er eene groote kern , door sapstroompjes gedragen , in bevat.

Myosotis arvensis. De haren op den rand der bladeren bestaan uit eene enkele spits kegelvormig toeloopende cel , van ouderen bolvormig aangezwollen en daar omvat door de zich verheffende opperhuidscellen. De wand is daar ter plaatse dun , bovenwaarts sterk verdikt en van buiten bezet met spitse knobbeltjes.

Borago officinalis. De bladeren zijn voorzien van lange spits kegelvormig toeloopende haren , aan de basis omgeven door zich boven de opperhuid verheffende veelhoekige cellen. De geheele oppervlakte dezer haren is digt bezet met knobbeltjes , die op reeksen geplaatst zijn , welke eene zeer schuinsche spiraalrigting hebben.

Zinnia revoluta. Op den stengel staan spitse kegelvormige haren uit verscheidene cellen zamengesteld , digt bij de inplanting regthoekig omgebogen. De wanden der bovenste cellen zijn van talrijke kleine knobbeltjes voorzien.

Aster sinensis. Veelcellige spits toeloopende haren ; in alle de cellen kernen ; in de jeugdigste haren duidelijke vorming van nieuwe cellen in de topcel.

Humulus Lupulus. Op den stengel staan korte dikke weverspoel-vormige haren , gevormd door eene enkele dikwan-

dige cel, die zich, op korten afstand van de inplanting, in twee regthoekig gebogen takken splitst, welke elk in eene fijne spits eindigen. De korte haartjes op den rand der bladeren zijn haakvormig. Aan de ondervlakte der bladeren bevinden zich bijna bolronde kliertjes op een kort steeltje; zij zijn zamengesteld uit een aantal veelhoekige cellen, en bevatten eenen fijnkorreligen inhoud, die zich uitstort, wanneer deze kliertjes met water bevochtigd worden.

Matthiola annua. Ééncellige sterk in alle rigtingen vertakte haren (Pl. I. fig. 7).

Sisymbrium Sophia. Dergelijke.

Verbascum Blattaria. Ééncellige straalsgewijs vertakte haren.

Thlapsi Bursa pastoris. Ééncellige in verschillende rigtingen vertakte haren, met talrijke groote knobbeltjes aan de oppervlakte.

Leontodon hirtum. Stijve haren, uit verscheidene reeksen van verlengde cellen zamengesteld; die nabij de spits zijn vertakt, en de topcel zelve verdeelt zich in drie kegelvormig toeloopende takken.

Papaver Rhoeas. Stijve haren, gevormd door een aantal reeksen van verlengde cellen, waarvan de oppervlakkig gelegene met hunne bovenwaartsche toppen naar buiten uitpuilen.

Begonia heracleifolia. Platte vliezige zich vertakkende uitbreidingen, gevormd door twee lagen van veelhoekige cellen.

Opuntia microdasys. Kleinere kegelvormige ééncellige zeer dikwandige haren over de geheele oppervlakte, en groepsgewijs vereenigde grootere stijve haren uit verscheidene reeksen van verlengde cellen bestaande, waarvan de uitwendige met hunne spitse bovineinden vrij naar buiten puilen.

Eleagnus acuminatus. Min of meer trechtervormige schildjes, bestaande uit talrijke verlengde puntig toeloopende cel-

len, welke stersgewijs van uit een gezamenlijk middelpunt uitstralen.

Chelonia campanulata. Op de stamina lange haren, bestaande uit één of twee cellen, met eene bolle spits eindigende. De cuticula is niet bijzonder verdikt, doch de oppervlakte is voorzien van verdikkingen, welke aan het benedenste gedeelte van elk haar streepvormig, aan het bovenste meer en meer knobbelvormig zijn. Hunne rigting is die van zeer schuinsche spiralen.

Antirrhinum majus. Aan de binnenvlakte van de bloemkroon staan ééncellige haren, bestaande uit eenen langen smallen steel, welke bovenwaarts eindigt in eenen grooten bolronden knop. De cuticula van het steelachtig gedeelte is bezet met spiraalsgewijs loopende streepvormige verdikkingen, terwijl zich op het bolle knopvormige uiteinde kleine ronde of langwerpige ronde knobbeltjes bevinden, in welker stelling ook nog iets van eene spiraalrigting merkbaar is. Tusschen deze grootere ééncellige haren verspreid staan gesteelde kliertjes; de steel bestaat uit drie tot vier verlengde cellen, het kliertje wordt gevormd door een aantal kleine langwerpige celletjes, welke eene trechtervormige holte begrenzen.

Azalea pontica. De opperhuid van de buis der bloemkroon is bezet met gesteelde kliertjes; de steel bestaat uit verscheidene cellenreeksen, het ellipsoidische kliertje is zamengesteld uit een aantal veelhoekige celletjes. Op de stamina staan ééncellige kegelvormige haren, wier oppervlakte bedekt is met streepvormige verhevenheden.

Salvia coccinea. De haren op de jeugdige bladsteelen bestaan uit eene reeks van verscheidene verlengde cellen, met kleine knobbeltjes aan de oppervlakte.

Solanum auriculatum. Op de jonge takken staan talrijke

vertakte haren, uit verscheidene cellen bestaande. De tusschenschotten, waardoor de cellen vanéén zijn gescheiden, bevinden zich zelden aan den oorsprong van eenen tak, maar doorgaans op eenigen afstand daarvan.

Tradescantia virginica, *T. ciliaris*. De filamenten der stamina zijn bezet met talrijke haren, bestaande uit rozenkransvormige reeksen van cellen. Die nabij de uiteinden zijn rond, de zich meer nabij de inplanting bevindende en oudere cellen zijn langwerpig. Aan de oppervlakte zijn spiraalsgewijs loopende streepvormige verdikkingen der cuticula. In elke cel is eene kern, die het middelpunt uitmaakt, alwaar zich talrijke sapstreamen ontmoeten, waarin de voortgang der kleine moleculen de rigting der strooming aanduidt.

Hydrocharis Morsus Ranae. De ééncellige haren op de wortelvezelen hebben zeer dunne wanden, langs welker binnenzijde het fijnkorrelige slijmige gedeelte des inhouds zich in eenen gestadigen omloop bevindt.

Collomia grandiflora, *C. linearis*. De zaden dezer planten (en desgelijks die der soorten van de geslachten *Salvia*, *Gilia*) zijn aan hunne oppervlakte bedekt met eigendommelijke cellen. Deze hebben zeer dunne wanden en hun inhoud bestaat uit plantenslijm; daar binnen ligt eene spiraalvezel opgerold. Brengt men eene doorsnede van zulk een zaadkorrel in water onder het mikroskoop, dan zwellen de cellen door het naar binnendringend vocht zeer snel op, hunne wanden barsten en de spiraalvezelen ontrollen zich. Om het eigenlijke maaksel goed te zien moet men derhalve, in plaats van water, eene sterke gom- of suikeroplossing ter bevochtiging aanwenden; voegt men er dan vervolgens allengs water bij, dan kan men de langzame uitzetting der celvliezen en de ontrolling der vroeger dicht opéén gewonden liggende spiraalvezelen behoorlijk gade slaan.

Ofschoon niet tot de eigenlijke opperhuidsaaanhangselen behoorende, vermeld ik hier nog de eigendommelijke haren, welke zich binnen in den stengel en de bladsteelen van *Nuphar luteum* bevinden, ingeplant op de cellige platen, welke de luchtkanalen begrenzen. Zij zijn in verschillende rigtingen vertakt, en hunne oppervlakte is bezet met groote knobbeltjes.



Het zetmeel of amyllum.

94. Reeds is in § 37 een algemeen overzicht gegeven van het maaksel der korrels, waaruit het amyllum in de planten bestaat. Niet alleen uit hoofde van het gewigt dezer stof voor het leven der plant, en der algemeenheid van haar voorkomen, maar ook omdat het onderzoek der amyllumkorrels vele gelegenheden aanbiedt tot oefening, zoowel in het goede gebruik van den verlichtingstoestel, om de streepen, welke de grenzen der lagen aanduiden, duidelijk onderscheidbaar te maken, als in de aanwending van verschillende physische en chemische hulpmiddelen, waardoor de aard dier korrels nader wordt opgehelderd, zullen wij eenige der meest leerrijke amyllumsoorten en tevens de wijze van hun onderzoek kortelijk beschrijven.

95. De wijze van praepareren voor het mikroskopisch onderzoek is hier uiterst eenvoudig. Wanneer men met een mesje van eene versche doorsnede van eenig amyllumhoudend weefsel een weinig der zelfstandigheid afkrabt, en deze in eenen droppel water brengt, dan vertoonen zich de korrels

vrij liggend en in groot aantal. Daaraan kunnen dan in ge-regelde orde de volgende waarnemingen worden verrigt.

1°. Ten einde den vorm der korrels goed te kunnen beoordeelen brenge men hen in beweging, door, terwijl men het oog boven het mikroskoop houdt, het dekplaatje te verschuiven, waartoe men zich van het hecht van een scalpel kan bedienen. Hierbij houde men in het oog, dat er eene ruime hoeveelheid water voorhanden moet zijn, daar zich anders de korrels niet omwentelen. Dikwerf zal men op die wijze bevinden, dat korrels, welke in rust voor bolvormig zouden kunnen gehouden worden, eigenlijk plat en schijfvormig zijn, iets dat echter ook door den geoeffenden waarnemer reeds aan de geringere breedte van den schaduwrand aan den omtrek herkend wordt.

2°. De bepaling van de plaats der kern. Deze is niet altijd even gemakkelijk waarneembaar, uit hoofde van de fijnheid van het haar begrenzende kringetje. Wanneer men de op een glasplaatje uitgebreide amyllumkorrels, na gedroogd te zijn, even boven eene alcoholvlam verwarmt, dan begint de gasvorming het eerst ter plaatse van de kern. Hier ontstaat dus een klein aan zijne donkere randen gemakkelijk herkenbaar luchtbelletje.

3°. De concentrisch de kern omgevende lagen. Om deze duidelijk en scherp te zien, moet de verlichting niet te sterk zijn; een schuinsche inval van het licht is hierbij dikwerf voordeelig.

4°. Beschouwing der korrels bij gepolariseerd licht, waardoor zich daarin, al naar gelang door het draaijen van den toestel het veld verlicht of verduisterd is, een zwart of een wit kruis vertoont, waarvan de vier stralen elkander op de plaats van de kern ontmoeten. In zamengestelde korrels heeft elke korrel haar eigen kruis.

5°. Om zich te overtuigen, dat de amyllumkorrels geen blaasjes maar vaste ligchaampjes zijn, onderwerpe men hen aan drukking. Heeft men een compressorium (z. Dl. II. bl. 156, Dl. III. bl. 585), dan kan men zulk een werktuig tot dit doel aanwenden, doch inderdaad is hier eene drukking tusschen twee glasplaatjes met parallele oppervlakten, door middel van de duimen en voorvingeren uitgeoefend, reeds geheel toereikend om het barsten der korrels te vertoonen. Echter moet de aldus te weeg gebragte drukking vrij sterk zijn. Natuurlijk barsten alsdan eerst de grootere en later de kleinere korrels, zoodat men de vorming van barsten in alle hare onderscheidene tijdperken aan verschillende korrels te gelijker tijd kan waarnemen.

6°. Kleuring door iodium, hetzij als tinctuur, of opgelost in ioduretum potassii. Een druppel van het réactief op den rand van het dekplaatje geplaatst, zoodat het daaronder langzaam doordringt, kleurt allengs de korrels eerst licht violet, vervolgens donkerder violetblauw, eindelijk nagenoeg zwart.

7°. De inwerking van minerale zuren en van bijtende alkaliën op de korrels, hetzij al of niet vooraf door iodium gekleurd. Zij zwellen zeer sterk op, nemen geheel onregelmatige vormen aan, terwijl de doorschijnendheid zeer toeneemt en de concentrische lagen verdwijnen. De door iodium gekleurde korrels worden door alkaliën weder ontkleurd; bij de aanwending van zuren blijft de kleur bestaan. De graad van weêrstand, welke onderscheidene amyllumsoorten aan de inwerking dezer réactieven bieden is zeer verschillend, en levert zelfs een middel op ter onderkenning van die soorten, welke in den handel voorkomen.

8°. Door koking met water ondergaan de amyllumkorrels geheel dergelijke vormveranderingen. Men heeft verschillende

toestellen aanbevolen om deze door het mikroskoop gade te slaan, terwijl de koking op de voorwerpplaat zelve plaats grijpt (z. Dl. III. bl. 450 (1)), doch die toestellen zijn geheel onbruikbaar, en zullen dit wel altijd blijven, omdat door de strooming, welke de verwarming te weeg brengt, dezelfde voorwerpen geen oogenblik in het gezichtsveld blijven. Het eenvoudigste middel bestaat daarin, dat men een weinig van het amyllum met water in een horologieglass brengt, dit even boven eene alkohollamp verwarmt, en de verwarming dadelijk bij beginnende koking afbreekt. Brengt men dan een weinig van het aldus behandelde amyllum onder het mikroskoop, dan ziet men aan onderscheidene korrels ook de verschillende trappen van verandering, door de koking daarin te weeg gebracht.

9°. Eindelijk kan men ook doorsneden van amyllumkorrels vervaardigen, door namelijk eene zekere hoeveelheid daarvan met eene dikke oplossing van arabische gom te mengen, en dit mengsel te laten droogen, waarna men er met een scherp mes dunne doorsneden van kan nemen, die men op een

(1) Nieuwlings heeft Nchet, naar het voorschrift van J. Laurence Smith (z. *Amer. Journ. of Science and Arts* 1852, Vol. XIV. p. 233), eene verbetering in deze inrigting gemaakt, daarin bestaande, dat het prisma de stralen onder eenen hoek van 35° met de loodlijn terugkaatst, en derhalve de oculairbuis onder gelijken hoek geplaatst is. Dit levert groot gemak op voor den waarnemer, en over het geheel is dit omgekeerd mikroskoop van Smith en Nchet veel praktischer ingerigt, dan het vroegere van Chevalier, en kan, gelijk mij door eigen gebruik gebleken is, tot velerlei onderzoekingen, zoowel mikrochemische als anatomische, met voordeel worden aangewend, daar de voorwerptafel zich, even als bij dit, boven het objectief bevindt, doch meer onder het bereik des waarnemers is, terwijl bovendien voor eene gemakkelijke verwisseling der lenzen door eenen sledetocstel is gezorgd. Voor koking op de voorwerptafel is het echter even onbruikbaar, en de tot dit doel daarbij gevoegde lamp en losse voorwerpplaat kan zeer wel ontbeerd worden.

glasplaatje in eenen droppel water brengt, waarin zich de gom oplost, terwijl de korrels achterblijven. Steeds treft men er dan enkele onder aan, die doorgesneden zijn, zoodat men zich ook op die wijze kan overtuigen, dat de amylnkorrels uit eene solide massa bestaan, hetgeen nog beter in het oog valt, wanneer men hen, hetzij vooraf of na de doorsnijding, met jodium gekleurd heeft. De grenzen der concentrische lagen zijn echter op die wijze slechts moeilijk te zien. Men verwarre daarmede niet de regt loopende streepjes, die door het mes zijn te weeg gebragt.

De volgende voorbeelden mogen hier voldoende zijn :

Amylum van *Aardappelen* (Pl. I. fig. 9). Tweederlei korrels, die vooral door hunne grootte onderscheiden zijn, namelijk kleinere nagenoeg bolvormige, en merkelyk grootere, wier grondvorm eene ellipsoïde is, doch met velerlei afwijkingen, zoodat zij somtijds eene zeer onregelmatige gedaante hebben. Eenige weinige bestaan uit twee vereenigde korrels. De kern is altijd zeer excentrisch gelegen; in de dubbele korrels zijn de beide kernen veel digter bij de beide uiteinden, dan bij de vereenigingsvlakte geplaatst. In alle de grootere korrels zijn de concentrische lagen duidelyk zichtbaar; deze hebben eenen bogtigen, doorgaans evenwijdigen, doch somtijds min of meer geslingerden loop. Bij gunstige verlichting kan men in sommige grooteren tot dertig zulke lagen tellen. De onmiddelyk de kern omgevende lagen zijn het dikst, de meest daarvan verwijderde het dunst.

Amylum van *Tarwe*. De korrels zijn min of meer regelmatig rond lensvormig, van zeer verschillende grootte. Men kan er geen duidelyke kern noch ook concentrische lagen in bespeuren, doch bij aanwending van gepolariseerd licht, is

het ontmoetingspunt der stralen van het kruis slechts weinig buiten het middelpunt gelegen.

Amylum der wortels van *Maranta indica* en *M. arundinacea*. De echte Westindische Arrowroot bestaat uit korrels, welke oppervlakkig veel overeenkomst hebben met die van het amyllum van aardappelen, doch er ontbreken de kleinere ronde korrels in, welke altijd in dit laatste voorkomen, terwijl de grootste arrowrootkorrels weinig meer dan de halve grootte der grootste korrels van aardappelamyllum bezitten. Overigens zijn de excentrische kern en de lagen ook hier gemakkelijk onderscheidbaar. Bij de meeste korrels neemt men, ter plaatse waar de kern gelegen is, eene kleine barst waar, welke het gevolg van de uitdrooging is.

Amylum in den stengel van *Peperomia incana*. Deze plant geeft eene der beste gelegenheden, om de vorming en den groei der amyllumkorrels te onderzoeken, welke (met kristallen van zwavelzuren en zuringzuren kalk) in de parenchymcellen bevat zijn. In de jongste internodiën zijn zij zeer klein en rond (Pl. I. fig. 6 A), in de iets oudere grooter en meer langwerpig (B), in de nog oudere niet meer in de lengte groeiende internodiën zijn zij ten deele staafvormig, of is hunne gedaante nog onregelmatiger (C); altijd komen er echter ook kleinere ronde en eironde onder voor. De kern ligt in de volwassen korrels aan het ééne uiteinde der lange as; streepjes, welke de lagen aanduiden, zijn over de geheele lengte zichtbaar. In gepolariseerd licht hebben de stralen van het kruis in vele korrels eenen zigzagloop.

Amylum in de *radix Sarsaparillae* des handels. Zowel in de *Honduras* als in de *Veracruz* Sarsaparille bestaat het amyllum uit zamengestelde korrels, die ten getale van twee, drie en vier onderling vereenigd zijn. Ter plaatse der

vereeniging zijn hunne oppervlakten plat en hoekig als van kristallen; de naar buiten gekeerde oppervlakten zijn daarentegen bol. Zij vallen ligtelijk van elkander af, en dan zoude een ongeoefende de afzonderlijke korrels ligtelijk voor kristallen aanzien, vooral wanneer zij hunne vroeger binnenwaarts gekeerde oppervlakte naar het oog toe keeren.

Amylum in de *radix Chinae* des handels. Dergelijke zamengestelde korrels als in de vorige, doch de afzonderlijke kristalachtige korrels zijn grooter.

Amylum in de bollen van *Crocus vernus*. Zamengestelde korrels uit twee tot tien afzonderlijke kleine korrels bestaande (Pl. I. fig. 10). De twee-, drie- en vierlingen zijn echter het talrijkst.



As-organen der dicotyledone planten.

96. Het maaksel van verreweg de meeste stengels, takken en wortels van dicotyledone planten stemt zoozeer overeen, wat de plaats betreft door de verschillende elementaire deelen daarin ingenomen, dat men hen in eene algemeene beschrijving kan zamenvatten. In den jeugdigen toestand treft men, van buiten naar binnen gaande, daarin de volgende lagen aan:

1°. de *opperhuid*, doorgaans door eene enkele cellenlaag gevormd, die somwijlen van huidmondjes voorzien is;

2°. de *sponsparenchym*laag, welke dikwerf nog uit twee van elkander verschillende lagen bestaat, waarvan de buitenste (ook wel door den naam van *collenchym* onderscheiden) plaatselijk verdikte zeer doorschijnende wanden heeft, en geen groene kleurstof bevat, welke daarentegen wel in de eigen-

lijke gemeenlijk dunwandige schorsparenchymcellen voorkomt ;

3°. de *bastlaag* , bestaande uit lange bastvezelcellen met dikke , doch zeer doorschijnende wanden , onderling tot bundels vereenigd , welke door daartusschen geplaatst schorsparenchym gescheiden zijn ;

4°. de *teeltweefsellaag* (z. § 60) ;

5°. de *hout- of vaatbundellaag* , gevormd door een grooter of geringer getal houtbundels , onderling door parenchymweefsel (mergstralen) vanéén gescheiden ;

6°. het *merg* , dat het midden van het deel inneemt en alleen uit parenchymcellen bestaat.

Op eenen lateren leeftijd ontstaan eenige veranderingen in dit maaksel. De opperhuid wordt afgestoten en vervangen door de kurklaag , bestaande uit tafelvormige parenchymcellen , waarvan alleen de binnenste nog sap bevatten , terwijl de buitenste verdroogd en luchthoudend zijn. In de meeste gevallen grijpt zulks plaats op het einde van het eerste levensjaar ; bij sommige stengels blijft de opperhuid echter veel langer bestaan , bij andere daarentegen , inzonderheid bij onderaardsche stengelorganen , geschiedt die overgang reeds op een veel vroeger tijdperk. Deze kurkvorming heeft plaats in de buitenste gedeelten der schorsparenchymlaag , waarvan de cellen voortgaan zich te vermenigvuldigen met het dikker worden van het deel.

Telken jare vormen zich uit de teeltstreek nieuwe bast- en houtlagen op de vroeger (§ 60) geschetste wijze , doch terwijl de op lateren leeftijd gevormde bastbundels overeenstemmen met de eerst aanwezige , onderscheiden zich daarentegen de later gevormde houtlagen van de vroegere door het ontbreken van ware spiraalvaten , die hier door gestippelde vaten vervangen worden. De bast- en houtbundels vormen hier , even

als altijd, een net, waarin de tusschenruimten der mazen door parenchym gevuld zijn. Op tangentiale doorsneden ziet men deze parenchymstrooken (mergstralen) onder den vorm van lange elliptische kringen tusschen de prosenchymcellen der houtbundels.

Wat het merg betreft, zoo houdt dit gewoonlijk reeds vroegtijdig op aan de levenswerkzaamheid deel te nemen. De cellen, die het zamenstellen, vullen zich dan met lucht en verdroogen. Heeft dit reeds tijdens den lengtegroei van het deel plaats, dan scheiden zij zich laagsgewijs vanéén, en er ontstaan dunne platen, die even zoo vele met lucht gevulde holten begrenzen. Vergrooten zich bovendien de omringende lagen door celvermenigvuldiging in de peripherische rigting, dan vormt zich eene doorloopende holte, die de plaats van het vroegere merg inneemt.

Er zijn echter planten, die, ofschoon om andere redenen teregt onder de dicotyledonen gerangschikt, eenen stam bezitten, welks zamenstelling eenigzins afwijkt van de zoo even geschetste. Bij de Piperaceën b. v. treft men algemeen ook te midden van het merg verstrooid staande vaatbundels aan. De tot deze familie behoorende planten echter, welke eenen waren boomachtigen stam verkrijgen, en niet kruidachtig blijven, hebben bovendien rondom het merg eenen kring van ongesloten, dat is door teeltweefsel begrensde houtbundels, waardoor zij in omvang toenemen even als alle andere dicotyledonen.

Nog meer afwijkend is het maaksel van den stam bij sommige tropische slingerplanten uit de familiën der Bignoniaceën, Malpighiaceën, Sapindaceën, waar verscheidene afzonderlijke houtligchamen, die elk voor zich wederom uit straalsgewijs om een eigen middelpunt geplaatste houtbundels

bestaan, nevens elkander en door parenchymweefsel gescheiden, in den stam voorkomen. Dit afwijkende maaksel wordt veroorzaakt door dat in zulke gevallen de celvermenigvuldiging zich niet alleen bepaalt tot den kring van teeltweefsel, die het hout aan de buitenzijde omgeeft, maar dat er ook celvermenigvuldiging in de meer inwendig gelegen deelen des stams plaats grijpt, of met andere woorden, dat er niet ééne maar meerdere teeltstreken daarin voorhanden zijn.

De volgende voorbeelden kunnen strekken tot opheldering van de meest voorkomende verscheidenheden in het maaksel van de as der dicotyledone planten, en tevens tot het leeren kennen van de hoofdvormen der elementaire deelen, waaruit de weefsels daarin zijn zamengesteld (1).

Tilia parvifolia.

Dwarse doorsnede van eenen twee- of drierjarigen tak. Op vele punten is nog de cuticula der vroegere opperhuid overgebleven; zij is herkenbaar aan hare dikte en kleurloosheid. Daaronder ligt de bruin gekleurde kurklaag, bestaande uit zeer platte tafelvormige cellen. De daarop volgende groen gekleurde buitenste schorsparenchymlagen worden gevormd door cellen met elliptische holten en op de hoeken verdikte wanden; het daarin bevatte chlorophyl is vormloos. Tusschen deze buitenste schorslaag en het houtligchaam bevinden zich de bastbundels, afgewisseld door parenchymweefsel, zoowel

(1) Ten einde voor den beginnenden waarnemer verstaanbaarder te zijn, zijn de volgende beschrijvingen zoo ingerigt, dat daarin de onmiddelijke uitkomsten der waarnemingen, aan de verschillende doorsneden verrigt, zijn opgenomen. Het spreekt echter van zelf, dat, bij eene eigenlijke anatomische beschrijving, deze afzonderlijke uitkomsten behoorlijk moeten gecombineerd worden, om daaruit den lichamelijken vorm der elementaire deelen af te leiden.

in de peripherische als in de radiale rigting. De opvolgende bastbundellagen, ten getale van drie of vier, bestaan uit wigvormige groepen van zeer dikwandige cellen, op hunne beurt weder in kleinere groepen verdeeld; de spits der wiggen is buitenwaarts gekeerd. Tusschen deze bastbundelgroepen bevinden zich desgelijks wigvormige groepen van parenchymcellen (schorsstralen); van deze is de spits der wiggen binnenwaarts gekeerd. Bij opvallend licht herkent men deze laatste reeds met het bloote oog aan hunne witte kleur, welke het gevolg is van de lucht, die bevat is in de tusschencellige gangen. Tusschen den binnensten (jeugdigen) bastbundelkring en het houtligchaam bevindt zich de teeltweefsellaag (§ 60), bestaande uit cellen van verschillende grootte; die, welke het hout begrenzen, zijn het kleinst. De prosenchymcellen der vaatbundels hebben weinig verdikte wanden; de daartusschen ongeregeld verspreid staande vaten zijn zeer talrijk; slechts hier en daar ziet men daarin de ringvormige schuins staande overblijfselen der oorspronkelijke dwarswanden (§ 27). De mergstralen bestaan uit twee of drie reeksen van in de peripherische rigting plat gedrukte cellen. Ter plaatse der teeltweefsellaag zijn zij iets breeder, en sluiten zich daar buiten onmiddellijk aan de wigvormige groepen van parenchymcellen (schorsstralen), die de vaatbundels vanéén scheiden. De cellen van het merg, welke de vaatbundels aan de binnenzijde begrenzen, zijn klein, hebben dunne wanden en bevatten sap met vormloos chlorophyl. Het overige van het merg bestaat uit grootere veelhoekige cellen, die meerendeels verdroogd en luchthoudend zijn, met wanden voorzien van kleine stippels. In het merg verstrooid staan eenige doorsneden gomkanalen, van verschillende grootte. Zij worden begrensd door zeer dunwandige cellen, die kleiner zijn, dan

de omgevende, soms in de holte puilen, en eenen korreligen inhoud hebben.

Overlangsche radiale doorsnede. — De kurklaag en schorslaag vertoonen zich nagenoeg als op de dwarse doorsnede. — De bastvezelcellen zijn zeer lang, gemakkelijk isoleerbaar; sommigen hebben eenen bogtigen loop; hunne wanden zijn ongestippeld. — De cellen der schors- en mergstralen zijn langwerpig vierkant en tamelijk dicht gestippeld. — De wanden der prosenchymcellen van het hout hebben slechts zeer kleine, iets langwerpige stippeltjes, elk omgeven van een hofje. De vaten in de onmiddelijke nabijheid van het merg zijn spiraalvaten met afrolbaren spiraalband. De veel wijdere vaten in de later gevormde houtlagen, bestaande uit vaatcellen met schuins geplaatste ringvormige overblijfselen van de vroegere dwarswanden, zijn voorzien van hofstippels en van eenen spiraalvezel aan de binnenvlakte van den wand (Pl. I. fig. 50). Waar twee vaten elkander begrenzen, is de liën van één scheidende wand altijd gestippeld. Waar een vat door prosenchym- of mergstraalcellen begrensd wordt, ontbreken de stippels, en is alleen de spiraalband voorhanden. (Men herkent dit verschillende maaksel, al naar gelang der begrenzing van den vaatwand, nog beter op eene schuinsche dwarse doorsnede, genomen onder eenen hoek van ongeveer 45° met de as). De stippels zijn kleine schuins loopende spleetopeningen, elk omgeven van een hofje; zij zijn op rijen geplaatst, die dezelfde rigting volgen als de windingen van den spiraalband, waar deze tevens aanwezig is. In de meeste vaten is de spiraalvezel enkelvoudig, somtijds vertakt, in eenigen dubbel, in welk geval de beide vezelen elkander zóó kruissen, dat er ruitvormige ruimten ontstaan, die dan door de hofstippels worden ingenomen. De onderlinge afstand der windingen van den spiraalvezel is het grootst

in de wijdeste vaten. — De gedaante der mergcellen is zeshoekig, in de overlansche rigting afgeplat.

Vitis vinifera.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium van eenen eenjarigen tak. — De opperbuid wordt gevormd door langwerpige rondachtige cellen, met eenigzins naar buiten puiende oppervlakten. Hunne wandverdikking, en zoo ook de dikte der cuticula, is gering. De meesten bevatten een kleurloos, sommigen een violetrood sap. — De schorscellen zijn veelhoekig, bij het meerendeel met openlating van drie- of vierhoekige tusschencellige ruimten; hier en daar liggen echter onmiddellijk onder de opperbuid groepen van cellen, waar deze ruimten door buitenwaartsche wandverdikking opgevuld zijn (collenchym). Deze cellen bevatten alleen een kleurloos sap, doch in de overige cellen van het schorsparenchym is bovendien chlorophyl bevat, in de buitenste cellen in zeer kleine langwerpige blaasjes, terwijl in de meer binnenwaarts gelegen cellen kleine rondachtige amyllumkorrels voorkomen, die met chlorophyl bekleed zijn. Naar gelang de cellen verder van de oppervlakte verwijderd zijn, is deze groene bekleeding geringer, en in de allerbinnenste schorscellen zijn de amyllumkorrels meerendeels ongekleurd. In vele schorscellen neemt men eene kern met een kernligchaampje waar. Over de oppervlakte verstrooid liggen talrijke naaldvormige kristallen van oxalzuren kalk, afkomstig uit doorgesneden cellen. — De bastbundels, beantwoordende aan het getal der dieper gelegene vaatbundels, en onderling gescheiden door schorsparenchymcellen, hebben eene wigvormige gedaante, met de bolle spits buitenwaarts gekeerd. Zij bestaan uit cellen van verschillenden doormeter, en van eenen onregelmatigen veel-

hoekigen vorm; de wanden der buitenste cellen zijn tamelijk dik en vertoonen lagen; die der meer binnenwaarts gelegen cellen zijn al dunner en dunner, totdat zij onmerkbaar overgaan in die der teeltweefsellaag, uit welke buitenste cellen de nieuwe bastcellen zich vormen. De inhoud der bastcellen is waterhelder, doch hunne binnenvlakte is bekleed met eene fijnkorrelige stof. — De teeltweefsellaag heeft eene geringe breedte; de haar zamenstellende cellen zijn meerendeels tafelvormig, die tusschen de bast- en vaatbundels zijn kleiner en platter, dan die welke de mergstralen begrenzen. — De houtlaag bestaat uit vaatbundels afgewisseld door mergstralen, welke uit drie tot zes cellenreeksen zijn zamengesteld. Deze mergstraalcellen zijn tafelvormig en hebben eenigzins verdikte gestippelde wanden. De vaten zijn van zeer verschillenden doormeter en onregelmatig tusschen de houtcellen verspreid; die van het later gevormde hout zijn de grootste, en in velen ziet men de overblijfselen van de vroegere dwarswanden, doorgaans als ringen, somwijlen echter nog van meerdere openingen voorzien. De houtcellen zijn onregelmatig veelhoekig; de oudere binnenwaarts gelegene hebben verhoude wanden, waarin men verdikkingslagen kan onderscheiden; die welke nabij de teeltweefsellaag gelegen zijn hebben dunnere wanden, zoodat er tusschen de reeds verhoude cellen en de teeltcellen geen scherpe grens waarneembaar is. Binnenwaarts puilen de vaatbundels wigsgewijs in het merg; in de daar gelegene vaten ziet men de opgewonden spiraaldraden. — De cellen van het merg zijn groot, meerendeels zeshoekig, zeer dunwandig met slechts na kleuring waarneembare stippelopeningen, en driehoekige tusschencellige ruimten op de punten, waar de hoeken der cellen elkander ontmoeten. Hun inhoud is waterhelder; in velen is nog eene kern zichtbaar.

Overlangsche radiale doorsnede van hetzelfde. — De cellen der opperhuid vertoonen zich even als op de dwarse doorsnede. — De schorscellen hebben eenen meer verlengden vorm, inzonderheid de buitenwaarts gelegene; binnenwaarts worden zij al korter en korter. In eenige der buitenste cellen zijn bundels naaldvormige kristallen van oxalzuren kalk bevat, gelegen in de rigting der lengte-as van het deel. In sommige der schorscellen, die de mergstralen begrenzen, ziet men kristalkliertjes van hetzelfde zout en in eenige mergstraalcellen rhombische kristallen van koolstofzuren kalk. — De bastcellen hebben den gewonen prosenchymateusen vorm; zij zijn niet bijzonder lang. — In de teeltweefsellaag zijn de horizontale wanden der cellen des te meer loodregt, naar mate zij meer het midden der laag innemen. Nabij de houtlaag heeft men gelegenheid daarin den overgang van cellen in gestippelde en gestreepte vaten waar te nemen. — De wanden der prosenchymcellen van de vaatbundels zijn voorzien van kleine elliptische schuins geplaatste stippels. Die der vaten in het nieuwer gevormde hout bezitten, daar waar twee vaten elkander begrenzen, zeer langwerpige streepvormige hofstippels, terwijl ter plaatse waar zij door mergstraalcellen of houtcellen begrensd worden, zich kleinere opene stippels zonder hof bevinden. De overblijfselen der dwarswanden hebben meeren-deels eene iets schuinsche rigting. De vaten in de nabijheid van het merg zijn spiraal- en ringvaten, waarvan de windingen des te wijder zijn, naar gelang zij meer aan het binneneinde van den vaatbundel zijn gelegen. — De gedaante van de mergcellen is onregelmatig zeshoekig, afgeplat in de rigting van de lengte-as van het deel.

Hedera Helix.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium van eenen éénjarigen tak. — Daar waar de oppervlakte groen is, bevindt zich eene opperhuid uit kleine ellipsoidische cellen bestaande, bekleed met eene tamelijk dikke cuticula, aan de buitenvlakte voorzien van kleine knobbelige verhevenheden. Waar de groene kleur door eene geelgrijze vervangen is, hetgeen aan de zijde, waar de tak naar den muur gekeerd is, indien de plant daartegen opgroeit, het eerst plaats grijpt, heeft zich eene kurklaag gevormd, uit twee, drie, vier of meer lagen van tafelvormige cellen bestaande. Hetzij op de opperhuid of op de kurklaag volgt binnenwaarts eene collenchymlaag, gevormd door tamelijk dikwandige cellen met plaatselijke verdunningen. Hare algemeene vorm, in deze rigting gezien, is elliptisch. — De schorsparenchymcellen hebben nagenoeg dezelfde gedaante, doch zijn grooter en hebben dunnere wanden met talrijke tot kleine groepjes vereenigde stippels. Zoowel de collenchym- als schorscellen bevatten chlorophyl in blaasjes, sommige der laatsten bovendien kristalklieren van oxalzuren kalk en tamelijk groote oliedroppels. Tusschen de schorscellen zijn ruime intercellulaire gangen, met lucht gevuld. Aan de binnenzijde der schorscellenlaag, nabij de bastbundels en meestal met deze afwisselend geplaatst, ziet men de openingen van gomkanalen. De cellen, welke hen begrenzen, zijn veel kleiner dan de eigenlijke schorscellen, en gevuld met eenen troebelen inhoud, waarin men kleine ronde ligchaampjes (vermoedelijk amyllumkorrels) waarneemt. — De bastcellen vormen groepen. Zij zijn niet zeer breed en tamelijk dikwandig, met drie of vier herkenbare lagen in den wand, en kleine stippelkanaaltjes. — De teeltcellenlaag is tamelijk breed; in de jeugdige mergstraalcellen bevinden zich kleine kristalklieren van oxal-

zuren kalk, en vormloos chlorophyl. — De houtbundellaag vormt een gesloten kring; de mergstralen bestaan uit twee reeksen cellen, met verdikte celwanden en duidelijke stippelkanalen; de houtcellen hebben tamelijk dikke wanden met drie of vier verdikkingslagen en nauwe stippelkanaaltjes; de openingen der vaten zijn klein. — Het merg bestaat uit onregelmatig rondachtige cellen, met dergelijke gomkanalen nabij den omtrek, als in de schors voorkomen.

Overlangsche doorsnede. — De collenchymlaag bestaat uit verlengde cellen; de schorscellen hebben nagenoeg denzelfden vorm als op de dwarse doorsnede. — De bastcellen zijn zeer lang. — De gomkanalen hebben eenen troebelen inhoud, en bevatten hier en daar oliedroppels. — De houtcellen zijn voorzien van schuinsche spleetstippels; de vaten nabij het merg zijn nauwe ring- en spiraalvaten, deels nog met afrolbaren draad; de vaten in het jongere hout bezitten groote hofstippels. — De mergcellen zijn veelhoekig, afgeplat in de richting der as.

Deze plant levert ook eene goede gelegenheid op tot onderzoek van den oorsprong der kleine adventiefwortelvezelen, die doorgaans paarswijze onder bijna regte hoeken uit den stam ontspringen. Op dwarse doorsneden kan men hen vervolgen tot in de nabijheid van de binnenste grens der houtbundellaag, waar de zich afbuigende hout- en vaatcellen gezien worden, die, naar buiten doordringende, met eene schors- en kurklaag omgeven worden.

Corylus Avellana.

Dwarse doorsnede van eenen twee- of driejarigen tak. — De kurklaag bestaat uit zeer platte tafelvormige, op geregelde rijen geplaatste cellen; de wanden der buitenste zijn bruin,

die der binnenste iets wijdere cellen ongekleurd. De schorsparenchymlaag bestaat uit vier of vijf kringen van onregelmatige elliptische cellen met verdikte wanden; zij bevatten vormloos chlorophyl; de meer binnenwaarts gelegene ook kristalklieren van oxalzuren kalk. — De bastbundels zijn onregelmatig verspreid; eenige der hen begrenzende parenchymcellen hebben sterk verdikte wanden met talrijke stippelkanalen. — De teeltcellenlaag is gering en de cellen, waaruit zij bestaat, zijn sterk afgeplat in de rigting van de straal. — Het getal der mergstralen, die de even talrijke vaatbundels van elkander scheiden, is zeer aanzienlijk. Zij bestaan doorgaans uit eene enkele cellenreeks. De houtcellen zijn klein, inzonderheid op de grenzen der jaarringen; de vaten zijn tamelijk wijd, zeer talrijk en onregelmatig verspreid. In velen ziet men de laddervormige overblijfselen der vroegere dwarswanden. — De mergcellen zijn veelhoekig en hunne wanden voorzien van ronde en elliptische stippels.

Overlangsche doorsnede. — Kurk- en schorsparenchymlaag als op de dwarse doorsnede. — Lange bastvezelcellen. — Mergstraalcellen vierhoekig, gestippeld. — Houtcellen met zeer schuin-sche grondvlakken; de wanden zijn van kleine spleetstippels voorzien. De vaten der later gevormde houtlagen bezitten zeer dicht bijéén geplaatste kleine ronde en elliptische hofstippels; de overblijfselen der dwarswanden staan zeer schuins en vertoonen zich laddervormig, bestaande uit vijf tot acht smalle vezelachtige, soms vertakte deelen, die, ter plaatse waar zij met den vaatwand zamenhangen, iets breeder worden. De vaten in de nabijheid van het merg zijn nauwe spiraalvaten. Daarachter staan verhoutte verlengde cellen, welke zich van de overige houtcellen onderscheiden door horizontale dwarswanden, en zeer wijdte elkander kruisende spleet-

poriën. De buitenste mergcellen en desgelijks de mergstraalen houtcellen zijn des winters opgevuld met kleine ronde amyllumkorrels.

Pinus silvestris.

Dwarse doorsnede van eenen twee- of driejarigen tak. — De kurklaag bestaat uit verdroogde luchthoudende cellen van zeer onregelmatigen vorm en met bruin gekleurde wanden. — De daaronder liggende schorsparenchym laag is zamengesteld uit tamelijk groote meer of min elliptische cellen, met dunne wanden en ten deele door vormloos chlorophyl groen gekleurden inhoud. Tusschen deze cellen bevinden zich talrijke ruime met lucht gevulde gangen en holten. Behalve deze vertoonen zich ook harskanalen, rond of elliptisch op de doorsnede, en aan de binnenzijde bezet met kleine in de holte puiende celletjes. — De bastlaag vormt eenen digt gesloten kring van niet tot eigenlijke bundels vereenigde bastcellen; deze zijn afgeplat in de rigting van de straal; daartusschen verstrooid staan de openingen van doorgesneden kanalen, terwijl de geheele laag op zekere afstanden door de mergstralen doorbroken wordt. — De teeltcellenlaag bestaat uit zeer dunwandige in de rigting van de straal afgeplatte cellen. — Het houtligchaam is uit cellen zamengesteld, met daartusschen verspreid staande harskanalen. De prosenchymcellen zijn tamelijk regelmatig zeshoekig en op rijen geplaatst; zij hebben dikke wanden. Op de buitenste grens van elken jaarring zijn zij het kleinst. De mergstralen bestaau elk uit eene enkele rij cellen, sterk afgeplat in de rigting van den omtrek; de harskanalen zijn rond op de doorsnede. Daarbinnen bespeurt men kleine celachtige blaasjes, gevuld met het licht sterk brekende ligchaampjes. De mergcellen hebben eenen onre-

gelmatigen, meerendeels elliptischen vorm, en dunne wanden; in velen ziet men olie- of harsachtige droppeltjes.

Overlangsche radiale doorsnede. — Kurk- en schorsparenchym nagenoeg als op de dwarse doorsnede; de groote harskanalen hebben geen geheel vertikalen loop, daar zij slechts een klein eind weegs op de overlangsche snede kunnen vervolgd worden. — De bastvezelcellen zijn lang, smal met ongestippelde wanden. — De prosenchymcellen van het houtligchaam zijn elk bezet met eene enkele rij groote hofstippels, die de geheele breedte van deze zijde der cellen inneemt (Pl. I. fig. 24 A). Aan elken hofstippel onderscheidt men eenen buitensten grooteren kring en twee kleinere, waarvan de binnenste zich het duidelijkst vertoont. Waar de prosenchymcellen door mergstraalcellen begrensd worden, bevinden zich geen hof- maar groote opene stippels. Aan vele der prosenchymcellen neemt men ook eene schuinsche streeping waar, als aanduiding van den spiraalloop der inwendige verdikkingslagen. In de onmiddellijke nabijheid van het merg bevinden zich zeer naauwe spiraal- en netvaten tusschen de prosenchymcellen.

Tangentiale doorsnede van de houtlaag. — De loodrecht doorsneden mergstralen vertoonen zich als zeer langwerpige aan beide einden spits toeloopende ellipsen, uit één, twee, drie, vier of vijf boven elkander geplaatste cellen bestaande. — De houtcellen zijn aan deze zijde, dat is in de peripherische rigting, ongestippeld, maar de hofstippels der beide andere wandzijden worden op hunne doorsneden gezien (Pl. I. fig. 24 B), als kleine langwerpige holten tusschen de elkander wederzijds begrenzende cellen, waaruit trechtvormige kanaaltjes tegen over elkander in de stippelholte innonden.

Taxus baccata.

Dwarse doorsnede van eenen twee- of driejarigen tak. Algemeen maaksel nagenoeg overeenstemmend met dat van *Pinus silvestris*, doch de harskanalen ontbreken.

Overlangsche radiale doorsnede. — De prosenchymcellen van het houtligchaam zijn voorzien van hofstippels met schuins staande spleetopeningen; de inwendige verdikkingslagen bestaan uit eenen breeden spiraalband, waarvan de dicht aanéén gesloten windingen dan eens meer, dan eens minder schuins, ten opzichte van de overlangsche rigting der cellen, loopen. Ter plaatse waar de prosenchymcellen door mergstraalcellen begrensd zijn, hebben de spleetstippels geen hofje.

Tangentiale doorsnede. — De spiraalband in de prosenchymcellen vertoont zich geheel als op de radiale doorsnede, doch de hofstippels worden in deze rigting alleen doorgesneden waargenomen, even als bij *Pinus silvestris*. De doorgesneden mergstralen bestaan uit één tot vier boven elkander geplaatste cellen.

Ricinus communis.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium. — De opperhuid bestaat uit kleine nagenoeg vierkante cellen met waterhelderen inhoud. Daaronder ligt eene rij dubbel zoo groote cellen, meerendeels met een rood sap gevuld. De daarop volgende buitenste schorsparenchymlagen bestaan uit afwisselende groepen cellen met groen gekleurden en andere met waterhelderen inhoud. De cellen die de eerste zamenstellen hebben dunne wanden; het daarin bevatte chlorophyl is vormloos; de talrijke intercellulaire gangen zijn met lucht gevuld. De cellen, waaruit de daartusschen liggende groepen (het collenchym) bestaan, hebben ronde of elliptische ope-

openingen; de wanden zijn vooral op de hoeken sterk verdikt; bij genoegzame vergrooting en behoorlijke verlichting herkent men daarin (z. Pl. II. fig. 12) streepjes, welke zoo-vele lagen aanduiden, en andere, welke deze kruisen en de grenzen aanwijzen, waar de uit de celholten afgescheiden stoffen elkander, tijdens de buitenwaartsche wandverdicking, ontmoet hebben. Het getal der tusschencellige ruimten is gering, daar de meesten, naar gelang hunner vorming, door de uit de celholten naar buiten getreden stof zijn opgevuld; hier en daar zijn zij echter nog aanwezig, en alsdan met lucht gevuld. De binnenste groen gekleurde schorsparenchymlagen bestaan uit dezelfde cellen, als de bovengenoemde chlorophylhoudende cellengroepen, die tusschen het collenchym zijn geplaatst. In sommige zijn, behalve chlorophyl, ook kleine amyllumkorrels bevat. — Aan de binnenste lagen van het schorsparenchym sluit zich een kring van bastcellenbundels. Deze hebben slechts weinig verdikte wanden, en zijn (op deze doorsnede) van de naburige parenchymcellen, waarvan sommige chlorophyl, andere een rood sap bevatten, alleen te herkennen door hunnen waterhelderen inhoud. — De teeltstreek is tamelijk breed; de cellen daarin zijn bijna vierkant, en op regelmatige radiale rijen geplaatst. — De houtcellen in den vaatbundelkring hebben eene gelijke rangschikking; ook vele der vaten liggen in zulk eene radiale rigting onmiddelijk achter elkander. De binnenste cellen in de vaatbundels hebben zeer dunne wanden; bij de meer buitenwaarts gelegene zijn deze meer verdikt. De cellen, die de mergstralen zamenstellen, zijn moeilijk onderscheidbaar van de begrenzendende houtcellen. — Het merg bestaat uit tamelijk regelmatige zeshoekige cellen met tusschencellige kanalen op de hoeken. De wanden zijn weinig verdikt, doch van talrijke

kleine stippels voorzien. De inhoud der meesten is waterhelder, doch eenigen bevatten een rood sap. In sommigen bevinden zich kristalklieren van oxalzuren kalk.

Overlangsche radiale doorsnede. — De opperhuid en desgelijks de onmiddelijk daaronder gelegen laag vertoont zich nagenoeg even als op de dwarse doorsnede. De cellen van het collenchym zijn veel langer dan breed, eenige door horizontale, andere door schuinsche dwarswanden vereenigd. Deze dwarswanden zijn alle zeer dun in vergelijking met de dikte van den wand in de overige rigtingen. De chlorophyl houdende schorsparenchymcellen zijn in deze rigting eenigzins verlengd; in velen ziet men eene kern, en de binnenblaasjes worden gemakkelijk geïsoleerd; de kringvormige aanhechtingsvlakten zijn bij velen zichtbaar. — De bastcellen zijn tamelijk lang en met scheeve grondvlakken op elkander ingeplant. Bij de cellen der teeltstreek zijn deze grondvlakken horizontaal. Zoowel hier ter plaatse, als op het reeds verhoude gedeelte der vaatbundels zijn de mergstraalcellen duidelijk waarneembaar, als vierhoekige verlengde cellen, die, op het laatstgenoemde punt, van stippelkanaaltjes voorziene wanden hebben. De wanden der prosenchymateuse houtcellen hebben zeer kleine schuins geplaatste spleetstippels. De vaten in de onmiddelijke nabijheid van het merg zijn spiraalvaten met eenen afwikkelbaren draad, die wijd gewonden is; in de buitenwaarts volgende vaten zijn de windingen van den spiraalband nauwer. De nog verder buitenwaarts gelegen vaten zijn gestippeld; de ringvormige overblijfselen hunner vroegere dwarswanden hebben eene bijna horizontale rigting. — De gedaante der mergcellen is zeshoekig, in de lengterigting afgeplat; zij staan in geregelde rijen boven elkan-

Hoya carnosæ.

Dwarse doorsnede van een geheel volwassen éénjarig internodium. — Opperhuid bestaande uit kleine celletjes, met eene knobbelachtig verdikté cuticula boven elke cel. Daaronder eene laag iets grootere cellen mede met waterhelderen inhoud (beginnende vorming der kurkcellen). — De schorsparenchymcellen zijn elliptisch, met grootere en kleinere tusschencellige gangen op de aanrakingspunten; de meesten hebben dunne wanden, andere groepsgewijs verspreid bezitten verdikte wanden met ruime stippelkanalen; de inhoud der dunwandige schorsparenchymcellen bestaat uit chlorophyl, zoowel vormloos als in blaasjes, kleine amyllumkorrels en in sommigen groote kristalklieren van oxalzuren kalk. — Binnenwaarts in deze laag staan groepsgewijs verspreid de bundels bastcellen, alle voorzien van dikke wanden; hun doormeter is zeer verschillend, sommigen zijn zeer wijd, anderen zeer naauw. — De teeltcellenlaag heeft eene geringe dikte. — De vaatbundellaag vormt een' digt gesloten kring, met talrijke éencellige mergstralen, onregelmatig vierkante houtcellen, en vaatopeningen, die slechts weinig in doormeter de houtcellen te boven gaan. Aan de binnenzijde der houtbundels bevindt zich eene laag zeer dunwandige en kleine cellen, overeenkomst hebbende met die der teeltcellenlaag. Daartusschen verspreid staan doorgesneden, tamelijk dikwandige vezelcellen, in vorm beantwoordende aan de bastvezelcellen, en even als deze een min of meer troebel sap bevattende. Het merg bestaat uit groote veelhoekige cellen, de meeste dunwandig, andere, die groepsgewijs vereenigd zijn, hebben verdikte wanden met ruime stippelkanalen. Hun inhoud is waterhelder met zeer kleine amyllumkorrels en in sommigen kristalklieren van oxalzuren kalk.

Overlangsche radiale doorsnede. — Opperhuid- en schorscellen nagenoeg als op de dwarse doorsnede, alleen iets verlengd. — Bastcellen met zeer schuins gestreepte wanden; zij zijn plaatselijk buikig aangezwollen en vernauwd, sommige vertakt, hetgeen het best na uitpluizing van het met salpeterzuur gekookte weefsel wordt gezien; hun inhoud is een eenigzins troebel sap, zeer kleine doorschijnende lichaampjes bevattende. — De houtcellen zijn voorzien van één of twee rijen ellipsoidische stippels. De gestippelde vaten verschillen daarvan alleen door iets grootere stippels. Aan de binnenzijde der vaatbundels bevinden zich zeer naauwe spiraal- en ringvaten. De laag tusschen de vaatbundels en het merg bestaat uit zeer dunwandige verlengde cellen. — De mergcellen zijn zeshoekig, op overlangsche rijen geplaatst.

Wanneer men van eene jeugdige loot dezer plant doorsneden vervaardigt van de internodia van verschillenden leeftijd, dan heeft men de beste gelegenheid, om de verdikking van den wand der parenchymcellen in de schorslaag en in het merg in hare verschillende ontwikkelingstoestanden te onderzoeken. In de jeugdigste internodia hebben alle de cellen wanden van gelijke dikte. Eerst in die, welke meer dan half volwassen zijn, begint een onderscheid in de dikte der wanden van sommige cellen waarneembaar te worden. Neemt men eindelijk doorsneden van eenen meerjarigen tak, dan zijn de wanden van dezelfde cellen zeer dik geworden, met diepe, zich vertakkende stippelkanalen, terwijl hunne holte zeer verkleind is (1).

(1) Zie Pl. I, fig. 15 A, B, C, waar deze cellen in verschillende ontwikkelingstoestanden zijn afgebeeld.

Paulownia imperialis.

Dwarse doorsnede van eenen twee- of driejarigen tak. — Kurklaag uit een aantal cellenreeksen bestaande; de buitenste geheel verdroogde zijn meestal onregelmatig tafelvormig; op sommige punten hebben hunne wanden echter eenen slingerenden loop. De meer inwendig gelegene hebben eenen veelhoekigen vorm. — De hierop volgende parenchymcellen hebben elliptische doorsneden en, vooral in de hoeken, verdikte wanden. Zij bevatten chlorophyl, even als de grootere eene tamelijk dikke laag vormende schorsparenchymcellen. — In het binnenste gedeelte der schors staan de bastbundels verspreid, bestaande uit groepen van een aantal cellen met zeer dikke wanden, waarin de verdikkingslagen zichtbaar zijn. Eenige der parenchymcellen, welke aan deze bastbundels grenzen, hebben mede sterk verdikte wanden met talrijke stippelkanalen; de overige schorscellen zijn dunwandig. — De teeltcellenlaag is tamelijk breed en de cellen daarin duidelijker waarneembaar dan in vele andere dicotyledone stengels. De teeltcellen der toekomstige mergstralen zijn des te breeder, in de rigting des omtreks, naar mate zij op eenen verderen afstand van de oude mergstraalcellen gelegen en gevolgelyk jonger zijn. De teeltcellen der houtbundels zijn afgeplat in de rigting der middellijn van den tak, het meest die nabij de oude houtlaag. — In de oudere houtbundels zijn de houtcellen algemeen tamelijk wijd en bezitten weinig verdikte wanden. Op de grenzen der jaarringen zijn zij het kleinst, inzonderheid die welke de buitenste laag in den jaarring vormen. De vaten zijn wijd, het talrykst in het binnenste of oudste gedeelte van elken jaarring. — Het merg bestaat uit tamelyk regelmatig zeshoekige cellen, de buitenste kleiner, met matig verdikte wanden en zeer talryke stippels; de binnenste grooter en met

dunnere wanden; die in het midden zijn het grootst; alle bevatten lucht.

Overlangsche doorsnede. — Kurkcellen als op de dwarse doorsnede. — De buitenste schorscellen zijn verlengd, de binnenste hebben denzelfden vorm als op de dwarse doorsnede. Zij hangen in de rigting van de middellijn slechts zwak onderling te zamen, zoodat zij bij het vervaardigen van overlangsche doorsneden ligtelijk vanéén gescheiden worden. Hier en daar vertoonen zich tusschen hen ook in de lengte loopende tusschencellige kanalen, met een dun vlies bekleed (melksapvaten?). — De bundelsgewijs vereenigde bastcellen zijn lang, stijf en regt. — In de teeltcellenlaag heeft men, beter dan bij vele andere dicotyledonen, gelegenheid de vorming van jeugdige cellen door verdeeling waar te nemen, als mede den eersten overgang der prosenchymateuse cellen tot gestippelde vaten. — De oude houtcellen zijn voorzien van spaarzame, op eene enkele rij geplaatste, kleine ronde stippels. De mergstralen bestaan uit vijf tot zeven cellenreeksen; de cellen zijn langwerpige vierkant, sterk gestippeld. De vaten in de eerst gevormde houtbundels nabij het merg zijn spiraal- of ringvaten, waaronder zij, die het digst bij het merg gelegen zijn, de wijdste windingen hebben. De vaten in de later gevormde houtlagen zijn voorzien van hofstippels, deels ook van opene stippels; de ringvormige overblijfselen der nagenoeg loodregt staande dwarswanden zijn op vele punten waarneembaar. — De cellen van het merg hebben ongeveer denzelfden vorm als op de dwarse doorsnede; alleenlijk zijn zij in de lengterigting iets afgeplat.

Sparmannia africana.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium. — Op-

perhuid bestaande uit tamelijk groote elliptische cellen met matig dikke cuticula; vele met een rood vocht gevuld. De hier en daar verspreide eencellige haren zijn aan hunne inplanting omgeven van eene groep opperhuidscellen, die zich iets boven de overige verheffen en het bolle uiteinde van het haar insluiten. Onder de opperhuid liggen vier of vijf lagen elliptische parenchymcellen met kleine chlorophylblaasjes. De overige meer binnenwaarts gelegen cellen van het schorsparenchym zijn hoekiger en bevatten slechts weinig chlorophyl; ook zijn hunne wanden dunner. Op de grens dezer beide deelen van het schorsweefsel ziet men zeer ruime holten, die met een kleverig vocht gevuld zijn. — De bastbundels vormen eenen kring, verdeeld in groepen, welke op hunne beurt wederom uit kleinere groepen bestaan, waarin de bundels, zoowel in de rigting van den omtrek als van de straal, op rijen geplaatst zijn. De grootere groepen zijn van elkander gescheiden door groote, de kleinere groepen door kleine parenchymcellen. In die, welke aan de buitenzijde der groepen gelegen zijn, zijn kristalklieren van oxal-zuren kalk bevat. De oudere (buitenste) bastcellen zijn tamelijk breed, zeer dikwandig, met verdikkingslagen, waarvan de buitenste geelachtig, de binnenste helder wit zijn. De jongere bastcellen, die aan de binnenzijde van den kring staan, hebben merklijk dünnere wanden; de allerbinnenste zijn niet meer te onderscheiden van de overige cellen der teeltcellenlaag. Deze is breed en bestaat uit vrij groote afgeplat vierhoekige cellen, in de rigting van den straal op rijen geplaatst. — De vaatbundels zijn vanéén gescheiden door mergstralen uit twee of drie cellenreeksen bestaande. Behalve deze staan ook nog andere parenchymcellen te midden der vaatbundels verspreid. De houtcellen zijn wijd, doch dun-

wandig. Van de vaten staan vele op eene enkele rij achter elkander. — Het merg bestaat uit groote veelhoekige cellen, waarvan de wanden ondiep gestippeld zijn. Die in het midden bevatten lucht, in die nabij de vaatbundels bevindt zich een helder vocht met eenige chlorophylblaasjes.

Overlangsche doorsnede. — Opperhuidscellen en daaropvolgende schorsparenchymcellen als op de dwarse doorsnede. De hieronder gelegen cellen meer langwerpig. In de groote daartusschen gelegen holten zijn dunne tusschenschotten, die de overblijfselen van celwanden schijnen te zijn. — De bastcellen zijn tamelijk kort, zoodat men op vele plaatsen hunne puntig toeloopende uiteinden ziet. De daartusschen staande parenchymcellen zijn min of meer vierhoekig. De kristalklieren van oxalzuren kalk zijn bevat in cellen, welke in rijen boven elkander staan. — In de teeltstreek bevat elke cel eene kern en scheidt zich het binnenblaasje gemakkelijk af. Men heeft hier gelegenheid de vermenigvaldigingswijze dezer cellen door overlangsche tusschenschotten in de rigting van den omtrek, hun overgang in hout- en bastcellen en in vaten waar te nemen. — De mergstraalcellen en de overige parenchymcellen tusschen de vaatbundels verspreid, zijn langwerpig vierhoekig; hunne wanden zijn voorzien van talrijke groote stippels. In de wanden der prosenchymateuse houtcellen zijn schuins geplaatste spleetstippels. De vaten bezitten hofstippels, ter plaatse waar twee vaten elkander begrenzen, open stippels daarentegen, waar zij door houtcellen of mergstraalcellen begrensd worden. De dwarswanden zijn van verscheidene elliptische openingen voorzien, en eenigzins schuins geplaatst. De vaten nabij het merg zijn ware spiraal- en netvaten. — De cellen, die het merg zamenstellen, zijn afgeplat zeshoekig, in rijen boven elkander geplaatst. Door bijvoeging

van iodiumtinctuur, drooging aan de lucht, en weder bevochtiging met water, blijkt, dat de stippels der mergcellen doorborende openingen zijn. Hierdoor worden de wanden der schorsparenchym-, der teelt- en voor een gedeelte ook die van de mergcellen blaauw gekleurd.

Sempervivum arboreum.

Dwarse doorsnede van het oudere reeds bruin gekleurde gedeelte des stengels. — Kurklaag bestaande uit verscheidene lagen zeer groote regelmatig gevormde op radiale rijen geplaatste tafelvormige cellen met buitenwaarts gebogen wanden; de buitenste bruin en verdroogd, de binnenste nog ongekleurd en een helder sap bevattend. In de cellen op de grenzen der schorsparenchymlaag en der kurklaag neemt men de pas gevormde peripherische tusschenschotten waar, waardoor zich de kurkcellen vormen. — De meer binnenwaarts gelegen cellen van het schorsparenchym zijn onregelmatig veelhoekig; zij hebben iets dikkere wanden met in deze rigting onduidelijk waarneembare stippels; in sommigen zijn kleine chorophylblaasjes tegen den celwand aangeplaatst, die dikwijls ook de kern omgeven; verders is het sap troebel door talrijke kleine moleculen en eenige iets grootere amyllumkorreltjes. — Aan de binnenzijde van de schorslaag nabij den vaatbundelkring staan op afstanden groepen van cellen (bastcellen?), wier wanden alleen op de hoeken sterk verdikt zijn, en geheel gelijken naar dergelijke cellen (collenchym), die in vele andere dicotyledone stengels aan de buitenzijde van de schorslaag gevonden worden. — De vaatbundelkring is smal en bestaat uit dicht aanéén gesloten vaatbundels, waartusschen de mergstralen moeijelijk onderscheidbaar zijn, terwijl zij op afstanden binnenwaarts in het merg springen. In deze naar

binnen springende (oudere) gedeelten zijn talrijke vaten en dunwandige prosenchymcellen bevat; de meer buitenwaarts gelegen houtbundellaag bestaat uit dikwandige houtcellen met plaatselijk daartusschen verspreide vaatgroepen; de teeltcellenlaag is gering. — Het merg bestaat uit groote veelhoekige cellen, met driekantige tusschencellige kanalen op de begrenzingshoekpunten; hun inhoud is, met uitzondering van het chlorophyl, dezelfde als van de schorsparenchymcellen.

Overlangsche doorsnede. — Kurklaag als op de dwarse doorsnede. — De cellen van het schorsparenchym onregelmatig langwerpig vierkant, met duidelijke groote elliptische stippels. — De aan de binnenzijde van de schorslaag gelegen cellen, met op de hoeken verdikte wanden (bastcellen?), zijn verlengd en met schieve grondvlakken op elkander ingeplant. — Alle de vaten zijn spiraal- en netvaten. De buitenwaarts gelegene (laatst gevormde) zijn het wijdst en de spiraalvezel is hier breed en sterk vertakt. De houtcellen met verdikte wanden zijn voorzien van schuins staande spleetstippels. — De cellen van het merg zijn zeshoekig, eenigzins afgeplat in de lengterigting; hunne wanden bezitten talrijke groote elliptische stippels. Na behandeling met iodiumtinctuur, drooging aan de lucht en weder bevochtiging met water, nemen deze wanden, en zoo desgelijks die der schorsparenchymcellen, eene lichtblauwe kleur aan, en de stippels vertoonen zich nu op vele punten als doorborende openingen. In eenigen bevindt zich een netsgewijs doorboord vliesje, dat mede doch nog lichter blaauw gekleurd is, en waardoor de grootere stippels in vier of vijf kleinere verdeeld worden.

Deze plant, even als ook de overige *Sempervivum*-soorten, biedt eene zeer geschikte gelegenheid aan, om de ontwikkelingswijze van de as en van de bladeren, alsmede van de

deze beide zamenstellende weefsels te onderzoeken. De eindknop is namelijk dik en vleezig, en daardoor heeft het mes eene groote snedevlakte. Men verwijdere daartoe eerst de buitenste bladeren, doorklieve vervolgens den top overlans, en vervaardige daarna eenige zeer dunne doorsneden, tot zoo lang, dat men er eene bekomen heeft, die juist door het midden gaat, dat is door de uiterste spits waar de allerjeugdige bladertjes als kleine knobbeltjes zich aan het uiteinde der as bevinden. Deze doorsneden mogen niet met water bevochtigd worden, daar zij, ten gevolge van den slijmigen inhoud der cellen, daarin sterk opzwellen. Het best dient ter bevochtiging eene oplossing van arabische gom in twee deelen water. Op zulk eene doorsnede neemt men nu het volgende waar. De kegelvormig toeloopende spits van de as, en desgelijks de allerjeugdige bladbeginselen, bestaan uit zeer kleine dicht aanéén gesloten liggende veelhoekige celletjes, met zeer dunne wanden en eenen troebelen inhoud, waardoor de kern, die elke cel bevat, min of meer voor het oog bedekt wordt. Op eenigen afstand van de spits, dat is van de eigenlijke teeltstreek, herkent men de uit reeds iets grooter geworden veelhoekige parenchymcellen bestaande merg- en schorslagen, met de zich tusschen die cellen verbreidende en aan hunne zwarte kleur herkenbare luchthoudende gangen. Deze ontbreken in de jeugdige houtbundels, die ter wederzijde de schors en het merg van elkander afscheiden, en van daar eene grootere doorschijnendheid, waardoor zich het jonge prosenchymweefsel van het begrenzende parenchym onderscheidt. Op genoegzaam dunne doorsneden ziet men in deze eerste beginselen der vaatbundels, reeds op korten afstand van de spits, eenigzins verlengde cellen; op eenigen afstand is hunne lengte nog toegenomen; nog iets verder

bespeurt men hier en daar den eersten overgang van sommige dier verlengde cellen in spiraalvaten. De vorming derzelfde weefsels in de jeugdige zich ontwikkelende bladeren geschiedt op gelijke wijze, doch in de tegenovergestelde rigting. Door achterevolgens doorsneden te nemen van alle punten des stengels, kan men alle de verschillende tijdperken van de ontwikkeling der onderscheiden weefsels nagaan.

Ulex europaeus.

Dwarse doorsnede van eenen éénjarigen tak. — Kurklaag uit onregelmatig tafelvormige cellen bestaande; hier en daar nog overblijfselen van de vroegere opperhuid met de tamelijk dikke cuticula. — Schorsparenchym gevormd door ellipsoidische cellen, waarvan sommige vormloos chlorophyl bevatten. — Bastbundels in twee of drie reeksen geplaatst. — Dunne teeltcellenlaag. — Houtbundels talrijk, door één- of tweecellige mergstralen van elkander gescheiden. Bij eene geringe vergrooting door de loupe gezien, vertoonen zich de houtbundels gevlekt, met witte en zwarte plekken, afwisselend naar gelang men op- of doorvallend licht aanwendt. De plekken, die zich bij opvallend licht (ten gevolge van de aanwezige lucht) wit en bij doorvallend licht zwart vertoonen, bestaan uit vaatgroepen, daartusschen liggen de houtcellenbundels, welke bij doorvallend licht zeer doorschijnend zijn. De vaten zijn over het algemeen naauw, dicht aanéén gesloten, met slechts weinige enkele houtcellen tusschen hen verspreid. De houtcellen zijn zeer dikwandig, de verdikkingslagen zijn alleen bij sterke vergrooting zichtbaar. — Het merg bestaat uit groote polyëdrische cellen, waartusschen driehoekige intercellulaire gangen; de cellen hebben tamelijk dikke wanden, waarin talrijke ronde en langwerpige ronde stippelkanalen. Des winters zijn

de mergcellen en desgelijks de mergstraalcellen amyllumhoudend.

Overlangsche doorsnede. — Kurk- en schorscellen bijna als op de dwarse doorsnede. — Lange bastvezelcellen. — Mergstraalcellen vierkant, sterk gestippeld. — Houtcellen met zeer kleine schuinsche spleetstippels. — Vaten met kleine hofstippels in de buitenste en eene spiraalvezel in de binnenste verdikkingslaag. De overblijfselen der vroegere dwarswanden zijn zeer schuins geplaatst, op vrij groote onderlinge afstanden. — Mergcellen onregelmatig langwerpige vierkant met groote elliptische stippels.

Euphorbia splendens.

Dwarse doorsnede van eenen éénjarigen tak, vervaardigd na verwijdering van het eerst uitvloeiend melksap; de doorsnede wordt eenige oogenblikken in alcohol gelegd, alvorens met water bevochtigd onder het mikroskoop te worden gebracht. — Kurklaag uit verscheidene lagen tafelvormige cellen bestaande. — Breede schorsparenchymlaag; de buitenste cellen klein, ellipsoidisch, tamelijk dikwandig, met chlorophyl deels in blaasjes, deels amorph, en kleine amyllumkorrels; de binnenwaarts gelegen cellen grooter, met vele tusschencellige gangen, en talrijke openingen van de wijde dikwandige melksapvaten. Deze zijn het menigvuldigst nabij het binnenste gedeelte der schorslaag. Op hen volgen de groepen van doorgesneden bastbundels; elke bastcel heeft ongeveer een vierde des doormeters van de melksapvaten. — De teeltcellenlaag is gering. De vaatbundellaag is dicht gesloten, met talrijke mergstralen en smalle vaatbundels. — Merg uit onregelmatige ellipsoidische cellen bestaande.

Overlangsche doorsnede. — De kurklaag en het schorsparen-

chym vertoonen zich nagenoeg als op de dwarse doorsnede. — De melksapvaten loopen meerendeels overlangs, op afstanden takken afgevende onder scherpe hoeken. In sommige ziet men nog het daarin bevatte melksap, herkenbaar aan de daarin aanwezige moleculen en knodsvormige amyllumligchaampjes. Deze laatste blijven nog dikwijls in het vat achter, wanneer de fijnere deelen daaruit reeds zijn weggevoerd (Pl. I. fig. 54). Op de randen der doorsnede vertoonen zich vaak naar buiten uitpuilende geheel vrij liggende gedeelten van melksapvaten. Door behandeling van niet te dunne overlangsche doorsneden met chlorzure potasch en salpeterzuur, kan men de melksapvaten over eene grootere uitgebreidheid isoleren. — De bastvezelcellen zijn lang, stijf, niet vertakt en bevatten geen melksap. — De houtcellen hebben kleine spleetstippels; de vaten zijn naauw, met wijde elliptische stippels. — Op sommige punten begeven zich uit den houtcylinder onder eenen scherpen hoek vaatbundeltakken naar de doornen. De vaten in deze bundels zijn dunne ring- en spiraalvaten.

De meeste overblijvende *Euphorbiasoorten* komen, wat de melksapvaten en hunne verspreiding betreft, met *E. splendens* overeen. In de kruidachtige soorten, waartoe onze inlandsche behooren, zijn deze vaten minder wijd en hebben dunne wanden, waardoor zij minder gemakkelijk op doorsneden gezien worden.

Clematis Vitalba.

Dwarse doorsnede van eenen tweejarigen tak. — De buitenste lagen hangen zeer los te zamen; hier en daar herkent men nog de overblijfselen van de vroegere opperhuid met de daaronder liggende schorsparenchymlaag en de halvemaansvormige bastbundels, welke de uitspringende hoeken des steu-

gels innemen, en mede afgestoten worden. De bruine daaronder liggende kurkcellenlaag bestaat uit verdroogde cellen van zeer onregelmatigen vorm. — De daaronder gelegen schorscellen hebben dunne wanden, die ten deele in de holten der begrenzende cellen inspringen, en daardoor zeer onregelmatig van vorm zijn. — De teeltcellenlaag is breed, en bestaat, aan de buitenzijde der vaatbundels, uit vierkante op radiale rijen geplaatste cellen, onder welke sommige iets grootere toekomstige vaatcellen. Aan de buitenzijde der mergstralen zijn de teeltcellen grooter en vormen eenigzins divergerende rijen. — De houtlaag bestaat uit breede wigvormige vaatbundels, afgewisseld door dergelijke breede mergstralen. De vaten in de houtbundels zijn talrijk, groot, en onregelmatig verspreid; in velen ziet men de ringvormige overblijfselen der vroegere dwarswanden. De daartusschen geplaatste tamelijk dikwandige houtcellen zijn zeer onregelmatig van vorm en ook ongelijk van grootte. — De mergstralen bestaan uit vier tot tien radiale rijen van dunwandige min of meer elliptische cellen, waartusschen zich intercellulaire kanalen bevinden. — De mergcellen zijn op de dwarse doorsnede nagenoeg rond, met driekante tusschencellige gangen en gestippelde dwarswanden, die het dikst zijn in de nabijheid der vaatbundels.

Overlangsche doorsnede. — De teeltstreek biedt eene zeer gunstige gelegenheid aan tot het onderzoek van den overgang der teeltcellen in verhoude cellen en vaten. — In het reeds gevormde hout bevinden zich in het binnenste gedeelte van elken vaatbundel, nabij het merg, eenige spiraalvaten met afwikkelbaren draad en des te nauwere windingen, hoe verder het vat van het merg verwijderd ligt. Alle de overige vaten zijn van hofstippels voorzien; de gedaante van deze is

elliptisch, korter of langer, somtijds streepvormig. Hier en daar herkent men hun maaksel op de loodrechte doorsneden der wanden (Pl. I. fig. 29). Behalve hofstippels bespeurt men aan de binnenzijde der vaatwanden ook nog eene min of meer duidelijke spiraalswijze streeping. De ringvormige overblijfselen der vroegere dwarswanden zijn op tamelijk korte afstanden zichtbaar, in eene bijna horizontale rigting ten opzichte van de overlangs loopende wanden. — De houtcellen zijn moeilijk onderscheidbaar van de kleinere vaten. Ook hunne wanden hebben stippels, die doorgaans van een hofje omgeven zijn; hunne dwarswanden ontmoeten elkander echter onder eene zeer schuinsche rigting. — De vorm der mergcellen op deze doorsnede is die van lange vierhoeken; hun ware vorm is derhalve cilindrisch. Hunne wanden zijn voorzien van elliptische spleetstippels, die eene horizontale rigting hebben bij de middelste mergcellen, doch schuins geplaatst zijn op de cellen, welke zich meer in de nabijheid der vaatbundels bevinden. Hier heeft tevens eene kruising plaats van de stippels, die aan de elkander wederzijds begrenzend wanden toebehooren.

Canarina campanulata.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium. — Opperhuid gevormd door kleine vierkante eenigzins naar buiten uitpuilende celletjes, met dunne cuticula. — Schorsparenchym bestaande uit veelhoekige cellen met dunne op de hoeken weinig verdikte wanden; in sommigen, bepaaldelijk in die der buitenste lagen, is chlorophyl, onder den vorm van kleine min of meer ellipsoidische blaasjes bevat. — Tusschen de binnenste schorscellen staan de met een melkachtig sap gevulde bastcellen verspreid, zonder tot bundels vereenigd te

zijn. Zij hebben zeer dunne wanden en zijn moeilijk van de omringende cellen te onderscheiden. — De vaatbundelkring is smal en gesloten. — De mergcellen zijn tamelijk regelmatig zeshoekig en hebben dunne wanden, met slechts even zichtbare stippels.

Overlangsche doorsnede. — De opperhuidscellen en schorsparenchymcellen zijn zeer langwerpig. — De dunwandige bastcellen zijn herkenbaar aan het daarin bevatte troebele melksap. — De mergstralen bestaan uit zeer langwerpig vierhoekige cellen met tamelijk dikke wanden, voorzien van groote elliptische stippels, meerendeels schuins geplaatst. Waar twee wanden elkander begrenzen kruisen zich deze stippels. — De houtcellen zijn wijd, hunne wanden weinig verdikt, doch mede voorzien van elkander ten deele kruisende, doch merkkelijk kleinere en schuinser geplaatste spleetstippels. De meest binnenwaarts gelegene en naauwste vaten zijn ringvaten, hier en daar nog afgebroken spiralen bevattende; de meest buitenwaarts gelegene zijn netvaten en vaten met opene spleetstippels. — De mergcellen, die de vaatbundels begrenzen, zijn verlengd en hunne wanden hebben schuinsche spleetstippels; naar binnen toe worden de mergcellen wijder en tevens korter, terwijl de stippels meer horizontaal worden.

Peperomia obtusifolia.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium. — Opperhuid bestaande uit eene laag van tamelijk groote platte cellen met cuticula van matige dikte. — Daarop volgt eene uit 12 tot 15 cellenreeksen bestaande laag (collenchym), waarin de cellen eene elliptische holte hebben met op de hoekpunten sterk verdikte wanden. In deze verdikte plaatsen ziet men hier en daar opene ruimten, kleiner dan de holten der

cellen, en welke doorgesneden tusschencellige holten zijn, die vocht bevatten. In deze cellen zijn chlorophylblaasjes in geringen getale bevat; hun vorm is onregelmatig ellipsoidisch; zij zijn scherp begrensd, en elk hunner bevat één of twee kleinere ligchaampjes. De holte van eenige dezer cellen wordt ingenomen door eene het licht sterk brekende kleurlooze stof, welke eenigzins korrelig is, en zich in alcohol oplost, als mede in ether, doch langzamer, en derhalve van harsachtigen aard is. — Het inwendige gedeelte des stengels bestaat uit parenchym met verspreid staande vaatbundels. De parenchymcellen zijn groot, onregelmatig veelhoekig, en hebben slechts weinig verdikte wanden, met driehoekige tusschencellige kanalen. Op vele punten liggen twee cellen zoo aan elkander, dat zij blijkbaar vroeger slechts eene enkele cel vormden, die zich in twee cellen verdeeld heeft. Altijd is de later gevormde wand of het tusschenschot merkelyk dunner dan de overige wandgedeelten. In eenige cellen zijn nog kernen aanwezig; andere zijn geheel of ten deele gevuld met dezelfde het licht sterk brekende harsachtige zelfstandigheid, die ook in de buitenwaarts gelegen cellen voorkomt. In alle, zelfs de meest binnenwaarts gelegene, zijn eenige chlorophylblaasjes, doch zij worden naar het midden des stengels toe al kleiner en spaarzamer. — Alle de cellen bevatten een groot aantal kristallen (Pl. I. fig. 25); deze zijn van tweederlei aard en bestaan uit oxaluren kalk en uit zwavelzuren kalk. De eerste zijn slechts in gering aantal aanwezig en hebben den vorm van quadraatoctaëders. Die der tweede soort zijn veel talrijker; de meeste zijn korte door scheeve eindvlakken begrensde zeshoekige zuiltjes, die ook zeer dikwerf tot tweelingen verbonden zijn. Men kan deze kristallen isoleren, door afschrapping van het weefsel met een mes en daarna het aldus

verkregen moes in eene niet te groote hoeveelheid water te verdeelen, waarbij dan de kristallen zich op den bodem verzamelen. In azijnzuur blijven beide soorten van kristallen onopgelost; in slap salpeterzuur verdwijnen de quadraat-octaëders dadelijk, de andere kristallen niet, doch deze lossen zich op in het geconcentreerde zuur. Wordt deze oplossing met water verdund en er chlorbarium bijgevoegd, dan ontstaat een uit kleine amorphe moleculen bestaand praecipitaat van zwavelzuren barijt. Door calcinatie der kristallen op een op platinablik geplaatst dun glasplaatje, behouden de kristallen hunnen vorm, doch worden (door verlies van hydraatwater) korrelig. Zij lossen zich nu gemakkelijk in geconcentreerd azijnzuur op, de octaëders onder opbruising, de andere zonder deze. Door verdamping aan de lucht ontstaan in een droppel dier oplossing kristallen van het hydraat van zwavelzuren kalk. — De vaatbundels staan op tamelijk groote afstanden van elkander verspreid. De buitenste zijn de grootste en vormen eenen kring; de plaatsing der meer binnenwaarts gelegene en kleine bundels is onregelmatig. De vorm hunner doorsneden is eirond, wat de grootere betreft, de kleinere zijn elliptisch of bijna rond. De buitenzijde van elken vaatbundel bestaat uit zeer dunwandige kleine polyëdrische prosenchymcellen, terwijl binnenwaarts de openingen der doorgesneden vaten worden gezien, met weinige daartusschen verspreid staande cellen. In vele der parenchymcellen, die de vaatbundels omringen, is de bovenvermelde harsachtige stof bevat.

Overlangsche doorsnede. — De cellen der opperhuid zijn, in deze rigting gezien, slechts weinig verlengd. — De daaronder liggende schorsparenchymcellen, inzonderheid die der buitenwaarts gelegen lagen (collenchym) zijn veel langer dan breed. — De cellen van het inwendige parenchymweefsel

hebben ongeveer gelijken doormeter als in de dwarse rigting. Hunne wanden zijn voorzien van loodrecht op de as staande elliptische stippels. — De verlengde dunwandige cellen der vaatbundels zijn door nagenoeg horizontaal op elkander ingeplante wanden vereenigd. Alle de vaten zijn spiraalvaten met afrolbaren spiraaldraad, welker windingen in de verschillende vaten nagenoeg eenen gelijken onderlingen afstand hebben.


Dictamnus albus.

Dwarse doorsnede van den wortel, zoo als deze in den handel voorkomt, bevrijd van peridermis. — Wit gekleurde schorslaag, bestaande uit polyëdrische parenchymcellen met weinig verdikte wanden; zij bevatten kleine, meerendeels ronde, ten deele onderling zamenhangende amyllumkorrels. Tusschen deze parenchymcellen bevinden zich verspreid de *buitengewoon breede bastcellen*, met zeer sterk verdikte wanden, waarin men talrijke verdikkingslagen waarneemt (Pl. I. fig. 14 C). De teeltweefsellaag bestaat buitenwaarts uit jeugdige schorsparenchymcellen met vele holten, waarin kristalklieren van oxalzuren kalk; binnenwaarts wordt zij gevormd door de jeugdige houtcellen en mergstraalcellen. — De geelachtig gekleurde houtkern is zamengesteld uit dicht aanéén gesloten vaatbundels, gescheiden door mergstralen, die uit eene enkele cellenreeks bestaan. De houtcellen zijn tamelijk wijd, niet zeer dikwandig, de vaten wijd en op vele plaatsen ziet men de ringvormige, eenigzins schuins geplaatste overblijfselen van vroegere dwarswanden. — Het merg is uit polyëdrische parenchymcellen gevormd.

Overlangsche radiale doorsnede. — De bastcellen zijn, in verhouding tot de breedte, zeer kort, aan beide uiteinden

spits toeloopend (Pl. I. fig. 14 B). — De houtcellen zijn voorzien van schuinsche spleetstippels. — Nabij het merg bevinden zich eenige naauwe spiraalvaten. De overige vaten bezitten dicht bij elkander geplaatste kleine hofstippels. De overblijfselen der oorspronkelijke dwarswanden zijn op geringen afstand van elkander verwijderd.

Deze wortel is inzonderheid merwaardig uithoofde der zeer breede en dikwandige bastcellen. Hun dwarse doormeter verschilt van 50 tot 150 *mm*; de overlangsche bedraagt ongeveer het viervoudige. Bij velen is de holte bijna geheel verdwenen. Mij is geen geval bekend, waar de verdikkingslagen zoo duidelijk waarneembaar zijn. Hun getal bedraagt soms dertig en meer, en hunne dikte van 4 tot 8 *mm*, terwijl doorgaans de sterkste lagen zich nabij de holte bevinden. Daarentegen zijn de daarin aanwezige stippelkanalen zeer naauw en weinig talrijk. Bij sterke vergrooting en aan zeer dunne doorsneden gelukt het in elke verdikkingslaag nog twee lagen te onderscheiden (Pl. I. fig. 14 C). Behandelt men zulk eene doorsnede met iodumtinctuur en voegt er vervolgens zwavelzuur verdund met $\frac{1}{4}$ water bij, dan worden alle de schorscellen oogenblikkelijk blaauw gekleurd met uitzondering van het buitenste laagje, dat wit blijft. De bastcellen ondergaan dan nog geene verandering, maar laat men nu geconcentreerd zwavelzuur bij het met een glasplaatje bedekt praeparaat vloeijen, dan worden hunne wanden allengs groen, later blaauw. Hierbij bespeurt men echter dat het inzonderheid het binnenste gedeelte van elke verdikkingslaag is, dat zich donker blaauw kleurt, terwijl daarentegen het buitenste gedeelte slechts weinig gekleurd wordt (Pl. I. fig. 14 D).



As der Monocotyledone planten.

97. Het maaksel van den stengel der monocotyledone planten is, over het algemeen, minder gelijkvormig dan bij de dicotyledonen, zoodat er zich moeijelijk een beknopt overzicht van laat geven. In één opzigt stemmen echter alle monocotyledone stengels overeen, dat namelijk de vaatbundels niet in eenen enkelen kring, maar in verscheidene kringen zijn gerangschikt, of ook wel meer onregelmatig door het parenchym verspreid staan. Bij éénjarige monocotyledone stengels, waartoe alle onze inlandsche behooren, hetzij zij zich uit zaad, uit bollen of door knopvorming uit overblijvende onderaardsche stengels ontwikkeld hebben, zijn alle deze vaatbundels gesloten en bestaat er in den stengel geene teeltweefsel-laag, zoodat deze zich alleen verdikken kan door den groei der daarin reeds aanwezige cellen. In onderaardsche overblijvende stengels (b. v. van *Iris*, *Asparagus* enzv.) daarentegen en desgelijks in de stammen van vele tropische monocotyledonen (*Yuca*, *Dracaena*, de *Aloineën* enzv.) treft men aan den omtrek van den buitensten vaatbundelkring eene teeltcellenlaag aan, welke zich voortzet tot in den eindknop en onmiddelijk zamenhangt met de zich aldaar bevindende teeltstreek, waar de celvorming plaats heeft, waardoor de as in de lengte groeit en zich de jeugdige bladeren vormen. Het is in deze teeltcellenlaag, dat de nieuwe vaatbundels ontstaan, welke de voortzetting zijn van die der jeugdige bladbeginselen, en, daar de beide teeltstreken zich gestadig vernieuwen, en de vorming van vaatbundels zich daarin telkens weder herhaalt, zoo is het noodzakelijk gevolg, dat deze zich bij hunnen overgang in de bladeren, of in de likteekenen

van die, welke reeds afgevallen zijn, kruisen, gelijk dit op overlangsche doorsneden van zulke stammen gemakkelijk kan worden aangetoond.

De volgende voorbeelden zijn allen ontleend aan éénjarige stengels. Zij zijn voldoende om een algemeen denkbeeld te geven van het maaksel der as van het meerendeel der monocotyledone planten, en van de wijze, waarop de haar samenstellende weefsels daarin voorkomen.

Phragmites communis.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium. — Opperhuid bestaande uit zeer kleine min of meer vierkante celltjes met dikke wanden, vooral aan de cuticulazijde. Op de opperhuid volgen twee of drie lagen van desgelijks kleine cellen met verdikte wanden, welke zich van die der opperhuid onderscheiden door den ronden vorm hunner holten. — De cellen van het schorsparenchym zijn aanmerkelijk grooter, veelhoekig, met minder verdikte wanden, en bevatten chlorophylblaasjes. — Aan de binnenzijde van het schorsparenchym bevindt zich een kring van luchtkanalen; zij hebben de gedaante van onregelmatige ellipsen met de langste as in de rigting van den omtrek; hunne wanden worden gevormd door schorscellen, waarvan sommige verscheurd zijn en binnenwaarts in de holte puilen. — Daarop volgt eene tamelijk breede gesloten laag van prosenchymcellen, met dikke verhoude wanden. Zoowel aan de buiten- als aan de binnenzijde daarvan bevinden zich vaatbundels; die van den buitensten en den binnensten kring zijn afwisselend geplaatst. De eerste zijn de kleinste. Binnenwaarts volgen nog twee kringen van vaatbundels, mede tamelijk geregeld afwisselend geplaatst. — De samenstelling dezer vaatbundels is algemeen

dezelfde. Zij worden van buiten omgeven door kleine dikwandige prosenchymateuse cellen, die aan de beide uiteinden, welke naar den omtrek en het middelpunt gekeerd staan, het meest zijn opéén gehoopt. Onder de meest buitenwaarts gekeerde groep dezer verhoude cellen bevindt zich eene groep van cellen met zeer dunne wanden; twee groote vaten liggen ter weerszijden in den vaatbundel, en één kleiner in het midden. De vaatbundels worden omgeven door groote veelhoekige parenchymcellen met waterhelderen inhoud; die aan de binnenzijde, welke de holte begrenzen, zijn merklijk kleiner, en bevatten groene kleurstof.

Overlangsche radiale doorsnede. — De opperhuidscellen hebben nagenoeg gelijken vorm als op de dwarse doorsnede. — De daaronder gelegen cellen zijn verlengd, met horizontale tusschenschotten; de wanden zijn gestippeld. Ook de schorscellen hebben eene ongeveer viermaal grootere lengte dan hunne breedte; hunne wanden zijn voorzien van talrijke, groepsgewijs vereenigde kleine stippeltjes. — De prosenchymcellen zijn zeer lang, met zeer schuins geplaatste dwarswanden. De wanden bezitten kleine schuinsche spleetstippeltjes. De dunwandige cellen binnen in elken vaatbundel zijn tamelijk lang, en de dwarswanden zijn horizontaal geplaatst. De beide groote vaten zijn gestippeld; de stippels zijn klein, rond of elliptisch, zonder hofje, en min of meer op rijen geplaatst. Het binnenste kleinere vat is steeds een spiraal- of ringvat. De prosenchymcellen, welke de vaatbundels omgeven, zijn langwerpig vierhoekig, en hunne wanden zijn voorzien van zeer talrijke kleine stippels.

Juncus communis.

Dwarse doorsnede. — De cellen der opperhuid zijn nage-

noeg vierkant; de wanden weinig verdikt; de tamelijk dikke cuticula is geelachtig groen. — Onmiddelijk onder de opperhuid bevinden zich groote bastbundels, afgewisseld door chlorophylhoudend parenchym, bestaande uit veelhoekige cellen. Ter plaatse waar dit parenchym ophoudt eene gesloten laag te vormen, bevinden zich de buitenste vaatbundels in eenen kring geplaatst. Binnenwaarts is het parenchym afgebroken door zeer wijde luchtkanalen, hier en daar nog de overblijfselen van het vroegere celweefsel vertoonende. In de parenchymstrooken, die de luchtkanalen van elkander afscheiden, bevinden zich de eironde vaatbundels; de binnenste zijn het grootst, die, welke den buitensten kring zamenstellen, het kleinst. De buitenrand van elken vaatbundel wordt ingenomen door verhoute prosenchymateuse cellen, het meest op ééngehoopt in de naar het midden en naar den omtrek toegekeerde gedeelten. De buitenste dezer verhoute cellen zijn het grootst, zij worden binnenwaarts al kleiner en kleiner. De wanden van den binnensten kring dezer cellen zijn meestal licht bruin gekleurd. Onder het meest naar den omtrek toegekeerde gedeelte van den houtkring ligt eene ronde of elliptische groep van zeer kleine dunwandige celletjes met eenen digten korreligen inhoud; het midden van elken vaatbundel wordt ingenomen door vaten, waarvan de buitenste het wijdst, de binnenste het naauwst zijn. Hier en daar bevinden zich daartusschen ook nog eenige dunwandige celletjes. — Het sponsachtige weefsel, dat het midden van het deel inneemt, bestaat uit stervormige cellen met vijf, zes of zeven stralen, waardoor driehoekige met lucht gevulde ruimten begrensd worden. Op de buitenste grenzen van dit weefsel kan men den allenschen overgang van de veelhoekige cellen in de stervormige cellen waarnemen.

Overlangsche doorsnede. — De opperhuidscellen zijn langwerpig vierkant; de bovenwanden zijn voorzien van ondiepe stippelkanaaltjes. — De schorsparenchymcellen vertoonen zich nagenoeg als op de dwarse doorsnede. — De bastcellen zijn zeer lang en ongestippeld. — De houtcellen der vaatbundels stemmen met hen in maaksel overeen. Onder de vaten zijn de grootste, die welke ter weerszijde van elken bundel liggen, van zeer kleine spleetstippels voorzien, de overige zijn spiraal- en netvaten; in de naauwste vaten liggen de windingen der vezel het digst bij elkander. — In het sponsachtige weefsel zijn hier en daar grootere ruimten, waarin de stralen der begrenzendende cellen naar binnen puilen; de gedaante der cellen in deze rigting gezien is niet stervormig, maar alle de stralen stellen vereenigd een net daar, met veelhoekige mazen.

Lilium Martagon.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium. — De opperhuid bestaat uit kleine nagenoeg vierkantige cellen, met den langsten doormeter in de rigting van den straal. De cuticula is van matige dikte; de zijwanden zijn dun; de naar binnen gekeerde wandgedeelten der cellen, daar waar deze aan die der schorsparenchym laag grenzen, zijn verdikt op de wijze der wanden van de collenchymcellen (zie § 16). De schorsparenchym laag bestaat uit zes tot acht cellenlagen. De gedaante der cellen is onregelmatig rond of elliptisch; zij zijn door talrijke tusschencellige ruimten vanéengescheiden, en hebben slechts weinig verdikte wanden. Er zijn kleine chlorophylkorrels in bevat. — Op de schorsparenchym laag volgt een gesloten kring van bastcellen met naauwe openingen en dikke wanden, waarin lagen en stippelkanaaltjes te herkennen zijn. — Het inwendige parenchym bestaat uit

vrij groote cellen van eenen meerendeels ronden vorm, met talrijke ruime tusschencellige gangen; in het midden des stengels zijn de cellen het grootst en hier ook van meer bogtigitige wanden voorzien. Daar ter plaatse zijn de wanden het dunst; buitenwaarts zijn zij dikker, en bemerkt men aan sommigen eene netvormige verdikkingslaag. De inhoud is waterhelder, met eenige weinige kleine amyllum- en chlorophylkorrels. — De vaatbundels staan op onregelmatige kringen in het parenchym verspreid; de hen begrenzende parenchymcellen zijn naauwer dan de verder af gelegene. Aan de buitenzijde van elken vaatbundel bevindt zich eene groep van zeer kleine dunwandige met een troebel sap gevulde cellen; binnenwaarts sluit zich hieraan de nagenoeg driehoekige groep van vaten, waarvan de middelste over het algemeen het wijdst zijn.

Overlangsche doorsnede. — Zoowel de opperhuidscellen als de schorsparenchymcellen hebben eene zes tot tienmalen grootere lengte dan breedte. Hunne dwarswanden zijn meerendeels regthoekig, bij sommigen eenigzins schuins op de lengterigting van het deel. — De bastcellen zijn tamelijk lang en hebben den gewonen vorm van prosenchymateuse cellen. — De parenchymcellen van het inwendige weefsel zijn veel langer dan breed; dit verschil is het grootst nabij de bastlaag, het geringst in het midden; de dwarswanden staan nagenoeg loodregt, alleen die in de cellen nabij de vaatbundels staan schuins en naderen daardoor tot den prosenchymateusen vorm. De wanden zijn voorzien van kleine elliptische stippels, doch men bespeurt op deze doorsnede niet de netvormige verdikkingslagen, die op de dwarse doorsnede zichtbaar zijn. De dunwandige cellen aan de buitenzijde der vaatbundels hebben eene vrij groote lengte en loodregte dwarswanden. De zich daaraan sluitende vaten zijn netvaten met zeer nauwe ma-

zen ; hierop volgen spiraalvaten , waarvan de meest binnenwaarts gelegene de wijdste windingen bezitten ; in eenigen is de spiraaldraad twee of driedubbel , in anderen wisselen de spiraalwindingen plaatselijk met ringen af.

Cyperus Papyrus.

Opperhuid van boven op gezien. — Zij bestaat uit langwerpige zeshoekige cellen met tamelijk dikke wanden , die een door korte slingeringen gevormd beloop hebben. Daartusschen worden , op regelmatige overlansche rijen geplaatst , de zeer langwerpig elliptische huidmondjes waargenomen. Deze ontbreken daar , waar de opperhuid de bastbundels bedekt , terwijl tevens daar ter plaatse de opperhuidscellen nauwer zijn , dan in de tusschenliggende gedeelten.

Dwarse doorsnede. — Nagenoeg vierhoekige opperhuidscellen met matig verdikte cuticula. — Onmiddelijk onder de opperhuid bevinden zich de onregelmatig ronde bastbundels , door tusschenruimten van ongeveer gelijken doormeter van elkander gescheiden. — Hier en onder de bastbundels volgt eene parenchymlaag , zamengesteld uit kleine zeshoekige cellen , waarvan de buitenwaarts gelegene eenen kleurlozen inhoud hebben , terwijl de binnenste chlorophyl bevatten , deels vormloos , deels in blaasjes. — Onmiddelijk onder deze groen gekleurde cellenlaag ligt een kring van vaatbundels , telkens om den anderen afgewisseld door eenen bastbundel. Tusschen deze vaat- en bastbundels bevindt zich een uit regelmatig zeshoekige cellen bestaand parenchym. — Het geheele inwendige gedeelte des stengels wordt ingenomen door een sponsachtig weefsel , gevormd door dunwandige parenchymateuse cellen , met waterhelderen inhoud , en groepen van kleine kristalletjes bevattend. Deze parenchymcellen omgeven de talrijke wijde

overlangs loopende luchtkanalen, wier wanden telkens door eene enkele cellenlaag gevormd zijn. Te midden van dit sponsachtig weefsel verspreid staan de doorgesneden vaatbundels, welke merkkelijk grooter zijn dan die, welke den buitensten kring vormen. Hunne gedaante is eirond, met het smalle einde binnenwaarts gekeerd. Aan beide uiteinden bestaan zij buitenwaarts uit eene groep verhoude cellen, met verdikte wanden. In het smallere gedeelte bevindt zich een wijd doorgesneden luchtkanaal, begrensd door dunwandige cellen. In het midden ziet men twee doorgesneden vaten, wier holte nagenoeg even groot is, als die van het luchtkanaal. Somwijlen is een dezer vaten ook nog door een middenschot in tweeën gesplitst. Tusschen deze beide groote vaten bevinden zich twee of drie veel kleinere, die ten deele in de holte van het luchtkanaal naar binnen puilen. De ruimte tusschen de buitenste groep der verhoude cellen en de vaten wordt ingenomen door kleine zeshoekige cellen met dunne wanden. De zamenstelling der vaatbundels, die nabij de oppervlakte gelegen zijn, is over het algemeen dezelfde. In de meesten ontbreekt echter het luchtkanaal en de vaten zijn minder wijd.

Overlangsche doorsnede. — De opperhuidscellen zijn zeer langwerpig vierkantig. — De bastvezelcellen zijn smal, hebben eene groote lengte en geheel regten loop. — De daartusschen geplaatste parenchymcellen zijn in de lengterigting eenigzins afgeplat en staan in reeksen boven elkander. Ook de groote parenchymcellen, die de luchtkanalen begrenzen, hebben eene afgeplatte zeshoekige gedaante. — In de vaatbundels komen de aan de beide uiteinden groepsgewijs vereenigde cellen geheel overeen met de bastvezelcellen, die de bundels onder de opperhuid vormen. De overige binnenwaarts

gelegen cellen zijn ook verlengd, doch veel korter dan gene. Hunne grondvlakken zijn schuins, doch in geringere mate dan doorgaans bij prosenchymcellen. De meesten hebben dunne wanden, bepaaldelijk die, welke de groep zamenstellen tusschen de vaten en de buitenste bastcellengroep. Alleen die, welke nabij de vaten gelegen zijn en deze begrenzen, hebben iets dikkere van stippelkanaaltjes voorziene wanden. De wand der grootere vaten bezit op dwars loopende rijen geplaatste porien van verschillende lengte, zoodat het vat dan eens meer tot een gestippeld, dan weder meer tot een gestreept vat nadert. Deze porien zijn van geen hofje omgeven. Hier en daar herkent men nog de vereenigingspunten der tamelijk lange vroegere vaatcellen, wier dwarswanden dan eens nagenoeg horizontaal, dan weder in eene schuinsche rigting staan. De kleinere in het midden des bundels gelegen vaten zijn spiraal-, ring- en netvaten.

Tradescantia zebrina.

Dwarse doorsnede van een volwassen internodium. — Opperhuid zamengesteld uit kleine elliptische cellen, elk voor zich iets naar buiten puilende; de buitenwand (cuticula) van elke cel is voorzien van drie of vier kleine verhevenheden. Onder de opperhuid liggen drie cellenlagen (collenchym), bestaande uit iets grootere elliptische cellen, met verdikte wanden en regelmatig geplaatste stippelkanaaltjes. — Het overige van den stengel wordt ingenomen door het parenchym, waarvan de cellen over het algemeen binnenwaarts grooter worden, en door de daartusschen verspreid staande vaatbundels. — De parenchymcellen zijn onregelmatig veelhoekig, met talrijke tusschencellige gangen; hun inhoud bestaat uit een helder vocht, dat in sommige der buitenwaarts gelegene

rood is, uit kleine amyllumkorrels, waarvan vele groepsgewijs vereenigd zijn, en wier oppervlakte door chlorophyl groen is gekleurd, uit kristallen van oxalzuuren kalk, zoowel den vorm hebbende van lange zeer spits toeloopende naalden (raphiden), als dien van korte vierhoekige prismen, waarvan de grondvorm het stompere octaëder is (z. Dl. II. bl. 254). Alleen in de cellen der twee of drie buitenste parenchymlagen komen ook chlorophylblaasjes voor. De vaatbundels staan in twee kringen. Elk hunner is zamengesteld uit prosenchymateuse cellen, veelhoekig op de doorsnede, welke de openingen van drie of vier vaten en die van één of twee grootere tusschencellige met een kleverig vocht gevulde kanalen (gom- of pectinekanalen) omgeven. De wanden der prosenchymateuse cellen zijn slechts in geringe mate verdikt; in elken vaatbundel komt eene groep van zulke cellen voor, die zich van de overige nog onderscheiden door hunne zeer dunne wanden.

Overlangsche doorsnede. — De opperhuid bestaat uit langgerekte cellen; in deze rigting gezien is de cuticula glad. — De cellen der twee of drie volgende lagen komen in vorm met die der opperhuid overeen, maar zijn nog langer. — Ook de gedaante der parenchymcellen is algemeen tamelijk regelmatig langwerpig vierkant. — De prosenchymcellen der vaatbundels zijn met slechts weinig scheve grondvlakken op elkander ingeplant. De vaten zijn spiraalvaten, ringvaten en netvaten. Dikwerf gaan deze verschillende vormen in een en hetzelfde vat in elkander over. Onder de netvaten zijn er, waar de mazen zeer regelmatig vierkant zijn.

Overlangsche doorsnede, ter plaatse van eenen knoop. — Hier heeft men gelegenheid de korte ellipsoidische dicht opéén gedrongen vaatcellen te zien, welke allen netvezelen bevatten.

Wat de hoofdpunten van het maaksel betreft, komen andere *Tradescantia*-soorten, *T. crassicaulis*, *T. ciliata*, *T. virginica* met *T. zebrina* overeen.

Rhinanthera coccinea.

○ *Dwarse doorsnede* van eenen luchtwortel. — De buitenste witachtig gekleurde laag bestaat uit drie of vier reeksen parenchymateuse netvezelcellen, met lucht gevuld. Hieronder ligt de breede schorsparenchymlaag, zamengesteld uit groote veelhoekige cellen, met dunne wanden; in velen is nog de kern waarneembaar; in die, welke de buitenste rijen vormen, is chlorophyl in zeer kleine blaasjes bevat. Tusschen de overige parenchymcellen verspreid staan grootere cellen, waarin bundels naaldvormige kristallen van oxalzuren kalk besloten zijn. — De ronde houtkern wordt omgeven door eenen kring van tamelijk wijde zeshoekige bastcellen, in welker dikke wanden men, bij genoegzame vergrooting, vijf tot acht verdikingslagen herkent. Deze kring van bastvezelcellen is niet geheel gesloten, maar op afstanden afgebroken door twee of drie kleine dunwandige cellen. — In de houtkern kan men geene afzonderlijke vaatbundels onderscheiden. De binnenste houtcellen zijn het grootst, de buitenste, onmiddelijk onder den bastcellenkring, het kleinst van doormeter; allen hebben verdikte wanden. Tusschen die, welke den buitenrand der houtkern vormen, ziet men, op regelmatige afstanden, kleine groepen van dunwandige cellen, van gelijken doormeter als de omgevende houtcellen, welke groepen geregeld afwisselen met die, welke zich in den bastcellenkring bevinden. De doorsneden vaten zijn op den dwarsen doormeter ter naauwernood onderscheidbaar, omdat de doormeter der vaten en der houtcellen bijna niet verschilt.

Overlangsche doorsnede. — De netvezelcellen van het buitenste bekleedsel vertoonen zich, in deze rigting gezien, duidelijker dan op de dwarse doorsnede. — De gedaante der parenchymcellen is onregelmatig veelhoekig; die nabij de houtkern zijn langer dan de overige. Hunne wanden zijn dun, en voorzien van vrij talrijke elliptische stippels. — De bastcellen zijn zeer lang, en ook in deze rigting zijn de verdikkinglagen daarin waarneembaar. — Alle de houtcellen, ook die in het midden der kern, hebben scheve grondvlakken. Hunne wanden zijn voorzien van twee of drie rijen verspreid staande tamelijk groote elliptische stippels, slechts weinig schuins geplaatst. De bovenvermelde tusschen de houtcellen verspreide groepen van dunwandige cellen komen in vorm met de eerste overeen; alleenlijk zijn de grondvlakken minder schuins. — Het getal der vaten is gering in verhouding tot dat der houtcellen. Die, welke zich aan den omtrek van de houtkern bevinden, zijn spiraal- en ringvaten. De meer binnenwaarts gelegen vaten zijn voorzien van één of twee rijen langwerpige hofstippels, ten deele netsgewijs geplaatst.

Overlangsche doorsnede met iodiumtinctuur doortrokken, aan de lucht gedroogd, en daarna weder met water bevochtigd. — De wanden der vezelcellen zijn donkerbruingeel gekleurd, en vertoonen zeer duidelijk de openingen tusschen de mazen, door de vezelen gevormd. De wanden der parenchymcellen zijn alle blaauw geworden, en de elliptische stippels blijken mede doorborende openingen te zijn, op zulke plaatsen, waar slechts eene enkele zijde van den wand aanwezig is. In elken stippel ziet men een aantal zeer kleine bruingekeurde moleculen. Ook de dunwandige verlengde cellen in de buitenste lagen der houtkern hebben blaauwe wanden en zijn mede voorzien van kleine doorborende stippels.

De bastcellen, vaten en houtcellen hebben bruingekleurde wanden; bij de kleinheid der stippels, in verhouding tot de dikte van den wand der laatste, blijft het echter onzeker of zij doorborende openingen zijn.

Wanneer men de met iodiumtinctuur doortrokken doorsnede bevochtigd met zwavelzuur, verdund met een vijfde water, worden de wanden der parenchymcellen nog donkerder blaauw, zwellen eenigzins op en vertoonen op hunne grenzen dunne witte streepen. De cellen van het omhulsel, de bastcellen en die van de houtkern ondergaan daardoor geene verandering. Voegt men er dan geconcentreerd zwavelzuur bij, dan nemen ook deze eene lichte groene kleuring aan.

Bladeren.

98. Bladeren zijn, gelijk de ontwikkelingsgeschiedenis leert, niet anders dan uitbreidingen van dezelfde weefsels, welke ook den stam vormen. Men treft derhalve ook in beide dezelfde elementaire deelen aan, doch, ten gevolge van het verschil in groeiwijze, op eene verschillende wijze gerangschikt. Tusschen de bladeren zelve bestaat echter nog zooveel onderscheid in vorm, dat het niet verwonderen kan daarin ook nog veel verschil in maaksel te ontmoeten. Wij willen hier slechts op eenige hoofdpunten opmerkzaam maken, die bij het onderzoek inzonderheid in het oog moeten worden gehouden.

De opperhuid is bij de bladeren in den regel hooger ontwikkeld dan aan den stengel. Zij is van talrijke huidmondjes voorzien, dikwerf aan beide oppervlakten, nog vaker slechts

aan ééne, en dan gewoonlijk aan de onderzijde, alleen met uitzondering van sommige waterplanten, wier bladeren op het water drijven, en slechts waarvan de bovenste naar de lucht toegekeerde oppervlakte huidmondjes bezit. Overigens is de vorm der opperhuidscellen, het maaksel hunner wanden, de dikte der hen bekleedende cuticula, het getal der huidmondjes, hun aantal en betrekkelijke plaatsing hoogst verschillend bij onderscheidene bladeren (Verg. § 49 en 50).

Steeds staat elke spleetopening in verband met een stelsel van ruime tusschencellige gangen in het blad. Deze gangen zijn met lucht gevuld en worden begrensd door parenchymcellen van verschillenden vorm. De plaats, welke dit zoogenaamde sponsachtige weefsel in het blad inneemt, is geenszins overal dezelfde; waar echter de huidmondjes slechts aan de eene bladoppervlakte gevonden worden, daar treft men dit weefsel in de nabijheid daarvan aan, zoodat dan ook in zulk een geval de boven- en onderhelften van het blad een verschillend maaksel bezitten. Zeer algemeen wordt het sponsachtig weefsel begrensd door eene of meerdere lagen langwerpige cellen, welke als palissaden nevens elkander loodregt op het bladvlak staan. In zeer dikke vleezige bladeren (vooral van monocotyledonen) ontbreken zij echter.

De wijze, waarop de vaatbundels zich in de bladzelfstandigheid verspeiden, is zeer uitéénlopend, gelijk genoeg bekend is uit de zoo verschillende verbreidingswijze der bladnerven. In de meeste gevallen liggen zij in één enkel vlak, doch in bladeren die dik en vleezig zijn treft men gewoonlijk meer dan ééne vaatbundellaag aan.

Meerdere bijzonderheden vindt de lezer in de volgende voorbeelden tot oefening.

Blad van *Hedera Helix*.

Opperhuid der bovenzijde van boven op gezien. — Cellen met geslingerde, wederzijds in elkander naar binnenspringende wanden. Waar bij de snede ook een gedeelte van de daaronder liggende cellenlaag verwijderd is, ziet men deze bestaande uit kleine polyëdrische dicht aanéén sluitende celletjes.

Opperhuid der benedenzijde van boven op gezien. — Vorm der cellen als aan de bovenzijde; verdikkingsstreepen op de cuticula; talrijke huidmondjes op regelmatige afstanden geplaatst. Waar de onder de opperhuid liggende cellenlaag nog aanwezig is, vertoont zich deze als een net van buisvormige chlorophylhoudende cellen; boven elke maas van dit net is een huidmondje gelegen.

Loodrechte doorsnede. — Opperhuidscellen aan beide bladvlakten langwerpig afgerond tafelvormig, met de lengterigting in het bladvlak. — Onder de opperhuid der bovenzijde drie lagen ellipsoidische cellen, chlorophylblaasjes bevattende, en meerendeels dicht aanéén gesloten met weinige en naauwe tusschencellige gangen. Deze cellenlagen nemen de bovenste bladhelst in. De onderste bladhelst wordt gevormd door een sponsachtig weefsel, bestaande uit korte buisvormige celletjes, welke netsgewijs verbonden zijn, en zeer ruime met lucht gevulde tusschencellige holten begrenzen, die in onmiddelijk verband met de spleetopeningen der huidmondjes staan. In de cellen van dit sponsachtig weefsel is hier en daar chlorophyl, zoowel vormloos als in blaasjes bevat, in sommigen kristallieren van oxalzuren kalk, bij anderen is de inhoud geheel waterhelder. — Op de grenzen der beide weefsels ziet men de doorgesneden vaatbundels, dwars doorgesneden of overlangs, al naar gelang van de rigting der snede.

Blad van *Ficus elastica*.

Opperhuid der bovenzijde van boven op gezien. — Onregelmatige veelhoekige cellen met ongelijkmatig verdikte wanden.

Opperhuid der benedenzijde van boven op gezien. — Dergelijke cellen als die der benedenzijde, doch dubbel zoo groot. Daartusschen verspreid staan onregelmatig ronde openingen met verdikte randen, die toegang verleen tot de huidmondjes, welke cellen men, ter plaatse waar de onderliggende cellenlaag nog aan de opperhuid aanhangt, ziet doorschemeren.

Loodrechte dwarse doorsnede. — De cellen van de opperhuid der bovenzijde zijn klein, onregelmatig vierkant, met tamelijk dikke gladde cuticula. — Daarop volgen twee lagen merklijk grootere cellen met waterhelderen inhoud, welke wanden voorzien zijn van ondiepe stippels. Op bepaalde afstanden laten deze cellen tamelijk groote ellipsoidische holten open, welke ook nog iets doordringen tot in de diepere lagen. In ieder dezer holten is een knobbelig lichaampje bevat, dat opgehangen is aan eenen dunnen draad, bevestigd tegen de ondervlakte van eene cel der opperhuid. Deze draad is een vliezig buisje en het daaraan hangend lichaampje een vliezig zakje, waarin een kalkzout bevat is. Dit kan worden aangetoond door bijvoeging van zwavelzuur, waardoor zich gipsnaaldjes aan de oppervlakte van het zakje vormen, die echter na eenigen tijd in het overvloedige water, waarmede het voorwerp bedekt is, worden opgelost. Met zoutzuur of salpeterzuur behandeld, blijven alleen de vliezige zakjes over. Binnenwaarts volgen, loodrecht op de vorige cellenlaag ingeplant, twee lagen van naauwe buisvormige cellen met chlorophylblaasjes en naauwe tusschencellige gangen. Hieraan sluit

zich het sponsachtig parenchym, bestaande uit korte onregelmatige chlorophylhoudende cellen, met wijde onderling in verband staande tusschencellige holten, aan de onderzijde begrensd door twee lagen, bestaande uit dicht aanéén gesloten liggende cellen met waterhelderen inhoud, en eindelijk door de opperhuid, waarvan de cellen aan de buitenvlakte bekleed zijn door eene hobbelige cuticula. De doorsneden der openingen, die toegang verleenen tot de cellen der huidmondjes, ziet men op bepaalde afstanden. De laatste bevinden zich op de grens tusschen de opperhuid en de onmiddelijk daarop volgende laag. De met lucht gevulde holte daaronder geeft toegang tot de tusschencellige holten in het sponsachtig parenchym. Waar de snede een bladnerf getroffen heeft, ontbreekt het sponsachtig parenchym geheel of ten deele en ziet men, in plaats daarvan, den dwars of overlans doorgesneden vaatbundel, gevormd door prosenchymateuse cellen, met spiraalen gestippelde vaten.

Blad van *Nerium Oleander*.

Opperhuid der bovenvlakte van boven op gezien. — Enkel kleine dicht aanéén gesloten liggende veelhoekige cellen.

Opperhuid der benedenvlakte van boven op gezien. — Veelhoekige cellen, met eenigzins bogtige wanden, iets verlengd boven de bladnerven. Daarop staan hier en daar verspreid korte tamelijk dikwandige haartjes. In de opperhuid zijn vrij groote onregelmatig langwerpige ronde holten of openingen, waarvan de randen bezet zijn met dergelijke haartjes.

Loodrechte dwarse doorsnede. — De opperhuid der bovenvlakte bestaat uit kleine min of meer vierkante cellen, met tamelijk dikke cuticula. Daarop volgen drie of vier lagen meer langwerpige cellen, doch wier inhoud, even als die der op-

perhuid waterhelder is. Loodregt hierop staan twee reeksen naauwe buisvormige cellen met korreligen inhoud en vormloos chlorophyl. Deze worden op de helft van de bladdikte gevolgd door de cellen van het sponsachtig parenchym, welke klein zijn, onregelmatig van vorm en vormloos chlorophyl bevatten, sommige bovendien kristalklieren van oxalzuren kalk. De talrijke luchtholten hebben elk voor zich eenen geringen omvang. Het sponsachtig parenchym is van de opperhuid der benedenvlakte afgescheiden door eene cellenlaag met waterhelderen inhoud. De cellen dezer opperhuid zijn gelijk aan die der bovenste. — De openingen in de opperhuid der benedenvlakte verwijden zich binnenwaarts. De aldus gevormde holten zetten zich voort tot op ongeveer een derde der dikte van het blad. Zij zijn bekleed met eene zeer dunne opperhuid uit kleine ellipsoidische celletjes bestaande, en met dezelfde haartjes, die ook aan de opening gezien worden. Daartusschen verspreid staan eenige kleine naar buiten puilende stomacellen, met spleetopeningen, die toegang verleenen tot de luchtholten van het sponsachtig parenchym.

Blad van *Aloë Lingua*.

Opperhuid van boven op gezien. — Aan de boven- en ondervlakte heeft zij hetzelfde maaksel, en bestaat uit tamelijk regelmatige groote zeshoekige cellen. De zijwanden zijn dik en gestreept. Het naar boven gekeerde wandgedeelte van elke cel is voorzien van zeer talrijke kleine knobbeltjes en van éenen veel grooteren kegelvormigen knobbel, die nog met kleinere bezet is. Tusschen de opperhuidscellen verstrooid staan de vierkante openingen van de toegangskanaaltjes boven de cellen der huidmondjes; elk dezer openingen is omgeven van eenen dikken geribden rand.

Dwarse loodregte doorsnede. — De opperhuidscellen zijn onregelmatig vierhoekig. De bovenwanden zijn bekleed met eene zeer dikke, met knobbels bezette cuticula, welke benedenwaarts scherp toeloopende lijsten vormt. Het overige gedeelte van de zijdelingsche en desgelijks de benedenwanden der opperhuidscellen zijn dun. Hier en daar op afstanden ziet men de dwars doorgesneden huidmondjes, bestaande uit twee aan elkander rakende ronde cellen met korreligen inhoud. Zij hebben ongeveer den halven doormeter der begrenzende cellen van de opperhuid en liggen nabij hare onderste grens. Bij elk paar stomacellen bevindt zich een tamelijk diep eenigzins trechtervormig toegangskanaal; en daaronder eene ademholte, welke met de verdere luchthoudende tusschencellige gangen in verband staat. — Onder de opperhuid der beide bladvlakten liggen eenige lagen cellen met chlorophyl, deels in blaasjes, deels vormloos. Die, welke zich onder de opperhuid der bovenzijde bevinden, zijn over het algemeen rond, terwijl die der benedenvlakte meer ellipsoidisch zijn. De plaatsen, waar de cellen onderling zamenhangen, vertoonen zich als rondachtige kringen met kleine even waarneembare stippels. In de meeste dezer cellen, en desgelijks in vele der opperhuidscellen zijn kernen bevat, terwijl de binnenblaasjes zich reeds door de inwerking van water, en nog sneller door behandeling met eene zoutoplossing of met salpeterzuur, van de celwanden afscheiden. — Aan de binnenzijde dezer groen gekleurde lagen liggen de vaatbundels. De kleinere zijn rond, de grootere elliptisch op de doorsnede. Zij bestaan uit dunwandige cellen met kleurlozen inhoud en aan de binnenzijde zich bevindende vaten. In de nabijheid van elken vaatbundel bevatten de parenchymateuse cellen groote bruinachtig geel gekleurde droppels eener weke harsachtige stof.

Overlangsche loodregte doorsnede, door eenen vaatbundel gevoerd. — Opperhuid en groen gekleurde lagen nagenoeg als op de dwarse doorsnede; alleen bestaan nu de overlangs gekleefde huidmondjes uit cellen van eenen elliptischen vorm. De verlengde cellen der vaatbundels zijn allen zeer dunwandig en meerendeels met horizontale wanden op elkander ingeplant. In haar sap zijn kleine moleculen bevat, en in elke cel komt eene tegen den wand gelegen kern voor. Aan de binnenzijde van den vaatbundel ligt eene reeks korte netvezelcellen; daarop volgen, naar buiten toe, spiraalvaten met zeer wijde windingen, dan dergelijke met naauwe windingen, terwijl zich het meest buitenwaarts een vat met spleetstippels bevindt. De harsbollen in de parenchymcellen rondom de vaatbundels zijn in deze rigting beter waarneembaar dan op de dwarse doorsnede. De hen bevattende in reeksen boven elkander geplaatste cellen zijn langwerpig; er komt bovendien chlorophyl in voor. Elke cel bevat gemeenlijk slechts eenen enkelen harsbol. De meeste bestaan uit eene heldere bruingele moeilijk vloeibare stof; in andere is een gedeelte der stof korrelig; eindelijk schijnen eenige door een aan zijne plooijen herkenbaar vlies omgeven. Behalve deze harshoudende cellen zijn er in denzelfden omtrek nog andere, die wijder en meerendeels veel langer zijn, waarin noch hars, noch chlorophyl voorkomt, maar welker inhoud uit een helder geel vocht bestaat. — Het middengedeelte van het blad wordt ingenomen door groote parenchymcellen met zeer dunne wanden, gevuld met een helder kleurloos vocht; alle bevatten eene kern. In de nabijheid der vaatbundellaag komen in eenige dier cellen bundels van naalden van oxalzuren kalk voor.

Blad van *Orontium japonicum*.

Opperhuid der bovenzijde van boven op gezien. — Zij bestaat uit groote cellen van onregelmatigen vorm, meeren-deels iets verlengd in de lengterigting van het blad, met vrij dikke zijwanden, die van stippelkanaaltjes voorzien zijn. In den waterhelderen inhoud zijn eenige kleine moleculen bevat, en in het midden van elke cel ligt eene groote ronde of elliptische kern, waaraan, bij genoegzame vergrooting, de dubbele grenslijnen van den wand van het blaasje herkenbaar zijn. In alle kernen zijn een of twee het licht sterk bree-kende ronde kernligchaampjes bevat, en in de meesten is de holte van het blaasje opgevuld met kleine moleculen van onbepaalbaren vorm. Reeds door de bevochtiging met water scheidt zich het binnenblaasje van den omgevendenden wand af.

Opperhuid der onderzijde van boven op gezien. — Dergelijke cellen als in de opperhuid der bovenzijde, doch met hier en daar verspreide zeer langwerpige spleetopeningen, die toegang verleenen tot de onmiddelijk daaronder gelegen zeer groote stomacellen (Pl. I. fig. 56 A), welke met hunne lengteas in de lengterigting van het blad staan, en waarin zeer kleine amyllumkorreltjes en vormloos chlorophyl bevat zijn.

Loodrechte dwarse doorsnede. — De opperhuid der bovenzijde wordt gevormd door elliptische cellen met matig dikke cuticula; de kernen daarin zijn steeds tegen de onderzijde aan geplaatst. Bij de zamentrekking van het binnenblaasje wordt de kern daardoor medegesleept. — De onmiddelijk onder de opperhuid der bovenzijde gelegen vijf tot zes lagen bestaan uit langwerpige parenchymateuse cellen met dunne wanden. Daarin is chlorophyl in twee vormen bevat. In eenige als tamelijk groote min of meer regelmatig zeshoekige groene ligchaampjes, met korreligen inhoud, tegen den celwand aan

geplaatst, en onderling afgescheiden door kleurlooze tusschenruimten. In andere cellen is het chlorophyl alleen als eene vormlooze stof bevat, die doorgaans schijnbaar den geheelen inhoud groen kleurt, doch inderdaad mede slechts de binnenvlakte der celwanden bekleedt. De binnenste holte dezer cellen bevat een kleurloos vocht met kleine moleculen en verscheidene ronde kleurlooze blaasjes, die drie tot viermaal grooter zijn dan de chlorophylligchaampjes, en een helder vocht bevatten. Men ziet deze blaasjes het best, door met een mesje een weinig van het parenchym af te krabben en het aldus verkregen moes met water bevochtigd onder het mikroskoop te brengen. — Het middengedeelte van het blad wordt ingenomen door de op tamelijk geregelde afstanden geplaatste vaatbundels, elk voor zich van eene chlorophyllhoudende parenchymcellenlaag omgeven. Het weefsel tusschen de vaatbundels bestaat uit zeer groote dunwandige parenchymcellen met waterhelderen inhoud, welke ruime met lucht gevulde holten begrenzen. — De zich daaraan benedenwaarts sluitende lagen bestaan uit een sponsachtig parenchymweefsel, gevormd door korte buisvormige cellen, die een netwerk met ruime mazen daarstellen, waarin lucht bevat is. De inhoud der cellen van het sponsachtig parenchym stemt geheel overeen met die der bovenste chlorophyllhoudende lagen. De cellen welke de opperhuid der ondervlakte zamenstellen zijn iets kleiner dan die der bovenzvlakte, doch stemmen er overigens mede overeen. De dwars doorgesneden cellen der huidmondjes (Pl. I. fig. 56 B) hebben elk voor zich eene afgeronde rhombische gedaante, en liggen naar elkander toegekeerd met de onderling bijna in aanraking zijnde stompe hoeken. Zij zijn kleiner dan de opperhuidscellen, en hun benedenwand ligt nog iets boven de onderste vlakte van deze. De zich

daarbinnen bevindende ademholte staat in duidelijk regstreeksch verband met de overige met lucht gevulde tusschencellige ruimten.

Blad van *Cycas revoluta*.

Dwarse doorsnede van het middengedeelte van de middenrib. — De opperhuid is bekleed met eene tamelijk dikke geelachtig groen gekleurde cuticula, en bestaat uit vierhoekige cellen, welke iets verlengd zijn in de rigting van de straal. Daaronder liggen drie of vier lagen parenchymateuse cellen van onregelmatigen vorm, waarin chlorophyl bevat is. — Zij worden binnenwaarts opgevolgd door de bastlaag, bestaande uit verscheidene reeksen dikwandige prosenchymcellen, niet tot bundels vereenigd, maar hier en daar afgebroken door eenige parenchymcellen, terwijl er zich bovendien de ronde openingen van doorgesneden kanalen in vertoonen, die eenen slechts weinig grooteren doormeter dan de bastcellen hebben. Aan de binnenzijde van de bastlaag staan de bastcellen meer geïsoleerd en zijn zij tevens grooter. — Het parenchymweefsel, dat de grootste ruimte van het inwendige gedeelte der middenrib inneemt, bestaat uit groote polyëdrische cellen, met matig verdikte wanden, waarin talrijke stippels, die nabij de randen van elke cel het grootst zijn. De inhoud dezer parenchymcellen is waterhelder; in sommigen bespeurt men groote droppels van eene geelachtige olie, die tegen de wanden gehecht zijn, doorgaans slechts een in ééne cel; in andere, bepaaldelijk in eenige van die, welke de vaatbundels begrenzen, zijn kalkspaatrhomboëders bevat. — Op ongeveer den halven afstand tusschen de bastlaag en de vaatbundelreeks bevinden zich de openingen van een aantal ruime gomkanalen, gevuld met een kleurloos kleverig sap;

dat kleine moleculen bevat. Hunne inwendige oppervlakte is bekleed met zeer kleine dunwandige celletjes, met naar binnen puilende bolle oppervlakten. Ook de parenchymcellen, welke deze gomkanalen begrenzen, zijn kleiner dan de omringende. — De vaatbundels staan op eene kromme lijn, die ongeveer de gedaante heeft van een hoefijzer, waarvan de bolle zijde beantwoordt aan de ondervlakte van de middenrib en de beide omgebogen uiteinden aan de inplantingspunten van de vederbladen. De doorsnede van elken vaatbundel heeft een' eironden vorm. Het naar den omtrek toe gekeerde en breedste gedeelte bestaat uit prosenchymcellen, wier wanden weinig verdikt zijn; de buitenste dezer cellen zijn het grootst. Het smallere naar binnen gekeerde gedeelte is zamengesteld uit vaten; diegene, welke de buitenzijde der vaatbundels innemen, hebben den grootsten doormeter. De parenchymcellen, welke de vaatbundels begrenzen, zijn kleiner dan de overige.

Overlangsche doorsnede, door een' der vaatbundels in zijnen grootsten doormeter gevoerd. — De cellen der opperhuid hebben eenen verlengden vorm; zij zijn, vooral aan de cuticulazijde, voorzien van diepe stippelkanalen. De parenchymateuse cellen, onmiddellijk onder de opperhuid gelegen, zijn weinig verlengd. — De bastvezelcellen zijn lang, met schuinsche grondvlakken op elkander ingeplant; de wanden zijn voorzien van één of twee rijen schuins geplaatste tamelijk groote spleetstippels. — De parenchymcellen nabij de bastlaag en desgelijks die nabij de vaatbundels zijn lang en smal; de meer binnenwaarts gelegene zijn korter en breeder; hun algemeene vorm is min of meer onregelmatig vierkant of gerekt zeshoekig. Hunne wanden vertoonen zich als een netwerk met grootere en kleinere mazen. Na bevochtiging met iodum-

tinctuur, drooging aan de lucht en weder bevochtiging met water heeft het netwerk eene bruingele kleur, terwijl de schijnbaar opene mazen meerendeels door een zeer dun lichtblauw vlies gesloten zijn. In het onderste gedeelte van de middenrib hebben vele der parenchymcellen nog zeer dunne wanden, die, op gezegde wijze behandeld, geheel blaauw worden en waarin men dan zeer kleine doorborende openingen bespeurt. In het bovenste gedeelte der middenrib zijn de wanden van alle de parenchymcellen netvormig en de meeste hebben opene mazen, zonder een deze bekleedend en afsluitend vlies. — De prosenchymatouse cellen der vaatbundels, welke nabij den buitenwaarts gekeerden rand staan, zijn tamelijk wijd, met schuinsche grondvlakken op elkander ingeplant, en hunne eenigzins verdikte wanden zijn digt bezet met uiterst kleine, doch zeer talrijke stippeltjes. De binnenwaarts gelegen prosenchymcellen zijn smal, dunwandig en hebben nagenoeg horizontale dwarswanden. — De het binnenste des bundels innemende vaten zijn spiraalvaten met zeer digte windingen; daarop volgen buitenwaarts gestreepte vaten, dan gestippelde vaten met langwerpige opene stippels en eindelijk, aan den rand des bundels, vaten met groote hofstippels.

Vederbladeren van hetzelfde blad. Opperhuid der bovenvlakte van boven op gezien. — Zij bestaat uit hoekige cellen van zeer onregelmatigen vorm, met tamelijk dikke wanden, welke zoowel aan de boven- als aan de zijvlakten van talrijke stippels zijn voorzien.

Opperhuid der benedenvlakte van boven op gezien. — De cellen zijn kleiner en regelmatiger veelhoekig dan aan de bovenvlakte; ook hebben zij minder verdikte wanden. Daartussen verstrooid staan kegelvormige verhevenheden, met eene

ronde of elliptische opening aan den top, welke toegang verleent tot de dieper gelegen stomacellen. Deze zijn aan de onderzijde zichtbaar, wanneer men het praeparaat omkeert. Zij zijn groot, halvemaansvormig, en bevatten chlorophyl. De kegelvormige verhevenheden zelve bestaan uit kleine eenigzins verlengde cellen, welke de holten boven de stomacellen begrenzen. Hier en daar zijn op deze opperhuid smalle één-cellige haren ingeplant.

Loodrechte doorsnede. — De opperhuid der ondervlakte bestaat uit min of meer regelmatig vierhoekige cellen met sterke stippelkanalen, vooral aan de cuticulazijde. — Daaronder liggen twee rijen cellen, veelhoekig op de dwarse, verlengd op de overlansche doorsnede, met dikke wanden. — Loodregt hierop staat eene laag buisvormige verlengde cellen, digt aan één gesloten, met verdikte wanden en naauwe tusschencellige gangen. In deze cellen zijn zeer kleine amyllumkorrels en vormloos chlorophyl bevat. — Halverwege de dikte van het blad volgt hierop een sponsachtig parenchymweefsel, gevormd door korte chlorophylhoudende celletjes, die ruime met lucht gevulde tusschencellige gangen en holten begrenzen. Dit parenchymweefsel sluit zich aan de opperhuid der benedenvlakte, welke bestaat uit tamelijk regelmatige vierhoekige cellen, waartusschen de doorgesneden kegelvormige verhevenheden gezien worden, met de in elk aanwezige holte, en de daaronder gelegen stomacellen. — De vaatbundel in de middenrib van het vederblad komt in maaksel na overeen met die, welke in de hoofdrib bevat zijn.

Bladsteel van *Musa rosacea*.

Dwarse doorsnede. — De opperhuid zoowel der bolle als der holle zijde, bestaat uit zeer platte tafelvormige cellen,

en omgeeft het parenchym, dat uit binnenwaarts grooter wordende veelhoekige dunwandige cellen is zamengesteld. De twee of drie onmiddelijk onder de opperhuid gelegen lagen bevatten chlorophyl in blaasjes met daarin bij genoegzame vergrooting waarneembare kleine moleculen. De inhoud der overige parenchymcellen is waterhelder met kristalletjes van wijnsteenzuren kalk. In velen ziet men eene tamelijk groote kern, soms omgeven van amyllumkorreltjes. — Digt onder de opperhuid, tusschen de chlorophylhoudende cellen, vertoonen zich de dwars doorgesneden bastbundels op tamelijk regelmatige afstanden. — Het midden van den bladsteel wordt ingenomen door straalvormige voortzettingen van het parenchym, zijnde de doorsneden van cellige platen, die de luchtkanalen begrenzen. — Op bepaalde afstanden in de lengterigting zijn in die luchtkanalen dwarsschotten. Deze bestaan, op de dwarse doorsnede des bladsteels gezien, uit stervormige cellen, aan de randen zamenhangende met de veelhoekige cellen van het omgevende parenchym, en daar ter plaatse alle overgangsvormen vertoonende (Pl. I. fig. 8). Op deze dwarsschotten zijn hier en daar grootere cellen met naaldvormige kristallen van oxalzuren kalk ingeplant. — De vaatbundels zijn zeer regelmatig verdeeld. Ter plaatse, waar de stralige verlengselen of de cellige platen, die de luchtkanalen begrenzen, met het overige parenchym zamenhangen, bevindt zich aan weerszijde een groote vaatbundel. Daartusschen zijn, op den halven afstand tusschen twee cellige platen, iets kleinere bundels geplaatst, nog kleinere meer in de nabijheid der oppervlakte, en desgelijks in het midden der cellige platen zelve. Hier en daar vertoonen zich ook dwars door het weefsel zich verspreidende kleinere takken, die de grootere vaatbundels verbinden. In elken vaatbundel is één zeer ruim vat, somtijds bestaande uit

twee aan elkander grenzende vaten. De prosenchymateuse cellen, die het overige van den vaatbundel uitmaken, hebben weinig verdikte wanden. De kleinste omringen onmiddellijk het grootste vat.

Overlangsche doorsnede. — Opperhuid- en parenchymcellen als op de dwarse doorsnede, alleenlijk meer langwerpig in de rigting der as van het deel. De met amyllumkorrels bezette kernen vertoonen zich op deze doorsnede duidelijker dan op de dwarse. De bastvezelcellen zijn lang en stijf. — De vaatbundels zijn te midden van het weefsel herkenbaar aan hunne geelwitte kleur, en wanneer men de snede zoo verrigt, dat zij juist eene der cellige platen treft, dan zijn daarin één of meer vaatbundels begrepen. Alle de vaten zijn spiraalvaten, doch bij de grooteren is de vezel meervoudig en op sommige punten vertakt. Elke vezel voor zich is niet afrolbaar, maar met den vaatwand vergroeid, doch deze scheidt zich soms door de snede onder den vorm van eenen spiraalachtig gekronkelden band. Tusschen de parenchymcellen, op eenigen afstand van de grootere vaatbundels en daarmede evenwijdig, loopen hier en daar tamelijk wijde sapvaten, herkenbaar aan den min of meer troebelen inhoud, doch alleen onder gunstige omstandigheden kan men het hen vormend zeer dunne vlies waarnemen, waardoor zij zich als geen enkel tusschencellige kanalen doen kennen.

Het maaksel van den bladsteel bij de overige *Musa*-soorten (*M. sapientum*, *M. paradisiaca*, *M. sinensis*) komt in de hoofdpunten met dat bij *M. rosacea* overeen.

Indien de gebruiker van dit werk de tot hiertoe als voorbeelden medegedeelde waarnemingen, of althans het meeren-deel daarvan, zelf herhaald heeft, dan mag hij het er voor

houden, dat hij zich eene genoegzame vaardigheid in het onderzoek van plantenweefsels heeft verworven, om zelfstandig daarmede voort te gaan, zoodat het noodeloos is hier het aantal voorbeelden te vermenigvuldigen, door ook andere organen tot het onderwerp daarvan te kiezen.

Het zal echter niet ongepast zijn hem nog opmerkzaam te maken op eenige voorwerpen, welker onderzoek als bijzonder leerzaam is te achten, alvorens hij zich begeeft tot moeilijker nasporingen.

Daartoe behooren: de zaden van vele vooral monocotyledone planten (*Iris*, *Lilium*, *Alstroemeria*, *Tamarindus indica*, *Phytalephas macrocarpa*, waarvan het zoogenaamd plantenivoor afkomstig is), wegens het eigenaardig maaksel van hun hoornachtig albumen (1). Met kleine wijzigingen in de onderscheiden gevallen bestaat het uit groote cellen met zeer dikke doorschijnende wanden, waarvan men de grenslijnen moeilijk, somtijds alleen na kleuring met jodiumtinctuur en zwavelzuur kan waarnemen. In geene andere plantencellen zijn de stippelkanalen zoo lang en wijd, terwijl men zich hier met de meeste zekerheid kan overtuigen, dat die der aanéngrenzende cellen telkens juist tegenover elkander staan. Door de groote hoeveelheid vet is de inhoud dezer cellen bij doervallend licht steeds donker gekleurd. Het vlies van het binnenblaasje, dat dezen inhoud omgeeft, zet zich voort in de holte der stippelkanaaltjes, zoodat dit binnenblaasje, wanneer het zich van den celwand heeft afgescheiden, zich stervormig vertoont.

Zeer leerzaam is verders het onderzoek van de steenvruchten (persik, abrikoos, kers enzv.), vooral in den onrijpen

(1) Pl. I, fig. 13, gedeelte van het hoornachtig albumen van *Alstroemeria aurea*.

toestand, omdat men dan het best gelegenheid heeft om de wijze nader te leeren kennen, hoe de wanden der cellen zich verdikken, welke later het harde gedeelte van het vruchtvleesch of den zoogenaamden steen zamenstellen. Deze wandverdikking of verhouting vangt namelijk altijd aan op het punt tegenover de inplanting van den vruchtsteel, zoodat, terwijl de nabij de spits gelegen cellen reeds tamelijk dikke wanden hebben verkregen, die aan het andere einde nog zeer dunne wanden hebben. Men heeft daardoor gelegenheid alle de opvolgende toestanden der wandverdikking aan één en hetzelfde voorwerp waar te nemen, en dit onderzoek wordt nog vruchtbaarder, indien men het ondersteunt door de aanwending van réactiven ter herkenning van de verschillende bestanddeelen der celwanden.

Ook de antherae behooren tot de leerzaamste voorwerpen, inzonderheid wegens de spiraal- of netvezelcellenlaag, welke onder de opperhuid voorkomt. Aan dit onderzoek sluit zich van zelf dat der stuifmeelkorrels, waarbij men, behalve op de zeer onderscheiden gedaante der korrels bij verschillende planten, nog te letten heeft op het maaksel van het uitwendige vlies, het getal, den vorm en de plaats der openingen daarin, de bestanddeelen van den inhoud, enzv. Eene bevochtiging met enkel water is hier niet voldoende, dewijl daardoor het binnenste vlies barst, en de inhoud zich door de opening eenen weg baant, maar bovendien moet onderzocht worden hoe zich de korrels in suikerwater en terpenhijnolie vertoonen.

Eerst nadat men zich door deze en dergelijke onderzoekingen eene rijke ervaring verworven heeft in de vervaardiging en behandeling van praeparaten en het maaksel der geheel ontwikkelde plantendeelen grondig heeft leeren ken-


nen, is het raadzaam over te gaan tot het moeilijkeren onderzoek van hunne ontwikkelingswijze. Na het algemeene daarover reeds vroeger (§ 57 tot 67) aangevoerde, kan ik mij hier echter onthouden van den lezer bepaalde aanwijzingen te geven nopens den weg, dien hij daarbij te volgen heeft.

Het getal der geschriften, waarin het ontleedkundig maaksel der planten beschreven is, is zeer aanzienlijk. Ten einde echter voor den eerstbeginnende, voor wien dit werk inzonderheid bestemd is, de keus niet te moeilijk te maken, bepaal ik mij tot eene verwijzing naar de volgende:

J. M. Schleiden, *Grundzüge der Wissenschaftlichen Botanik*, II Bände, Dritte Auflage, Leipzig 1850.

H. von Mohl, *Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle*. Aus R. Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie besonders abgedruckt*. Braunschweig, 1851.

H. Schacht, *Physiologische Botanik. Die Pflanzenzelle, der innere Bau und das Leben der Gewächse*. Berlin 1852.



TWEEDE AFDEELING.

DIERLIJKE WEEFSELS.

EERSTE HOOFDSTUK.

Beknopte levensgeschiedenis der dierlijke cel in vergelijking met die der plantencel.

99. **E**venals van de plant is ook de cel het grondorgaan van het dier. Elk dier kan zijnen eersten oorsprong uit zulk eene cel nemen, en in eenige weinige gevallen is het alleen de vorm der cel, welke eenige verandering ondergaat, terwijl het dier werkelijk een ééncellig wezen blijft. Doorgaans echter wordt die cel of het ei de zitplaats eener vorming van nieuwe cellen (het zoogenaamde klievingsproces), en door voortgaande celvermenigvuldiging en daarmede gepaard gaande groei en vormveranderingen der cellen ontstaan dan allengs de velerlei weefsels, die in den volwassen toestand de organen zamenstellen. Van verreweg de meeste dier weefsels is het bewezen, dat hunne zamenstellende deelen zich oorspronkelijk en onmiddelijk uit cellen gevormd hebben. Slechts eenige weinige zijn echter niet regtstreeks uit cellen ontstaan, maar uit stoffen, die zich daarbuiten bevinden, doch desniettemin ge-

heel of ten deele als het produkt harer levenswerkzaamheid moeten beschouwd worden.

100. De grootte en de gedaante der dierlijke cellen is nog veel meer uitéénlopende dan die der plantencellen. Indien men aannemen mag, dat de kleinste, door het mikroskoop waarneembare vibriones (1) en monaden (2) dieren zijn, welke uit ééne cel bestaan, dan zoude deze eenen doormeter van slechts $\frac{1}{5000}$ tot $\frac{1}{10000}$ millim. hebben. Cellen van eenen zoo grooten omvang, als soms in de planten voorkomen of op zich zelve eene geheele plant kunnen vormen, ontbreken bij de dieren. Over het geheel genomen zijn derhalve de dierlijke cellen kleiner dan de plantaardige, dat is, de beide uiterste grenzen van grootte zijn geringer bij de eerste dan bij de laatste.

101. Het vlies der jeugdigste dierlijke cellen is vergelijkbaar met dat van het binnenblaasje (*utriculus internus*) der plantencellen (z. § 6 bl. 7 noot). Het is meer dan waarschijnlijk, dat het, evenals dit, uit eene proteinezelfstandigheid bestaat. Bij vele dierlijke cellen, die slechts een kortstondig bestaan hebben (b. v. de bloedcellen) ondergaat dit vlies weinige of geene veranderingen, bij andere cellen daarentegen ontstaan daarin verschillende wijzigingen, vermoedelijk ten gevolge eener buitenwaartsche afscheiding van stoffen van eene andere scheikundige geaardheid. Het is echter tot hiertoe niet gelukt het afzonderlijk bestaan van dit oorspronkelijke celvliesje als binnenblaasje in geheel gevormde dierlijke cel-

(1) Pl. II, fig. 30, *Vibrio lincola* Ehr., sommige uit eene, andere uit twee, drie of meer geledingen (cellen?) bestaande.

(2) Pl. II, fig. 35, *Monas hyalina* Ehr.

len met zekerheid aan te toonen. Echter bestaan er gronden, om het vlies der zenuwcellen in de ganglien met de daarmede zamenhangende centrale vezel of ascylander (1), verders het binnenste vlies der luchtvaten bij de insekten, het dooijervlies bij zulke dieren, waar dit afzonderlijk den inhoud van het ei omgeeft, en het binnenste vlies der cellen in den mantel der Tunicaten, als beantwoordende aan de binnenblaasjes der plantencellen, te beschouwen.

102. Als regel kan men stellen, dat alle dierlijke cellen eene en somwijlen meerdere kernen bevatten (2). Even als zij echter in eenige plantencellen ontbreken (z. § 7, 84, 90), zoo kunnen zij ook in dierlijke cellen gemist worden, terwijl het toch uit de vergelijking met andere overeenkomstige lichaampjes blijkt, dat zij ware cellen zijn. Het sprekendst voorbeeld hiervan leveren de bloedligchaampjes, waarin bij den mensch en de overige zoogdieren de kernen ontbreken, terwijl deze daarentegen in de bloedligchaampjes der overige gewervelde dieren steeds voorkomen (3). In zeer vele gevallen zijn de kernen duidelijke blaasjes; in andere daarentegen en bepaaldelijk in de jeugdigste cellen kan men daaraan niet met zekerheid een afzonderlijk vlies, dat eenen inhoud omgeeft, waarnemen. Gewoonlijk bevat elke kern één, zelden twee of meer kernligchaampjes. Doorgaans hebben de kernen eenen ronden vorm. Wanneer cellen zich echter verlengen en tot vezelcellen worden, dan verlengt zich ook de kern eenig-

(1) Pl. III, fig. 51, zenuwcellen en zenuwbuizen uit het *ganglion Gasserii* van een' snoek.

(2) Pl. III, fig. 4 *a*, opperhuidscel van de binnenvlakte der wang van een mensch; *b, c, d*, speekselcellen; fig. 6, epitheliumcellen der *trachea* van eene koe; fig. 33, levercellen van een varken.

(3) Pl. III, fig. 1, *a, b*, bloedcellen van een' mensch; fig. 3, *a, b*, bloedcellen van een' kikvorsch, *i*, in eene oplossing van $\frac{1}{300}$ sublimaat.

zins, doch altijd in veel geringere mate dan het omgevende celvlies (1). Steeds zijn de kernen betrekkelijk het grootst in de jeugdigste cellen; in nog zeer jeugdige cellen kan de kern zelfs de geheele holte der cel innemen, zoodat het onmogelijk is afzonderlijke vrij liggende kernen van pas gevormde cellen te onderscheiden. Later groeit ook de kern, doch steeds langzamer dan de geheele cel, en haar groei is reeds lang opgehouden, wanneer die van de cel nog voortgaat.

In de meeste dierlijke cellen blijven de kernen voortbestaan, ofschoon zij vaak moeilijk onmiddelijk zichtbaar zijn, doch zulks worden na bijvoeging van azijnzuur of eenig ander zwak zuur. Soms verdwijnen zij echter, gelijk b. v. tijdens de verhoorning. In eenige weinige gevallen schijnen de kernen de zitplaats der vorming van nieuwe deelen te worden. Dit geldt bepaaldelijk van de cellen, waarin de zaaddraden of spermatozoïden in de kernen ontstaan, even als de overeenkomstige zwermdraden in de antheridiën der hoogere cryptogamen.

105. De vormingswijzen der dierlijke cellen stemmen in de hoofdpunten overeen met die der plantencellen (z. § 12).

a. De vrije celvorming, niet geschiedende binnen in andere cellen. Eerst vormen zich de kernen, en daarom heen het jeugdige celvliesje. Hierbij neemt men nog twee wijzigingen waar, die echter meer in grond dan in wezen verschillen. Het celvliesje namelijk vormt zich óf zoo nabij den kern, dat het deze aanvankelijk schijnbaar onmiddelijk omgeeft, óf er ontstaat (even als bij de celvorming in den embryozak der phanerogamen) eerst eene ophooping van kleine moleculen om de kern en het is nu hier om heen, dat het

(1) Pl. III, fig. 33, vezelcellen uit de spierhuid der maag van een varken.

vliesje zich afzet. Door vrije celvorming ontstaan de lymphen chylusbolletjes, de eijeren, de spermacellen, de miltcellen, de ettercellen, enzv.

b. Celvorming door verdeeling van den inhoud van andere cellen. Deze is veel algemeener dan de vorige, en de gewone wijze van celvermenigvuldiging gedurende het vruchtlevens en ook nog op lateren leeftijd in zulke uit cellen bestaande weefsels, waarin het aantal der cellen nog na de geboorte toeneemt.

Alle de verschillende wijzigingen in deze soort van celvorming, welke bij de planten zijn waargenomen, komen ook bij de dieren voor. Doorgaans is hier echter de wijze, hoe de nieuwe cellen ontstaan, veel moeilijker waarneembaar dan daar, uit hoofde van de geringere grootte der cellen en de meerdere teêrheid der celvliezen. In eene cel, welke men als moedercel beschouwt, ontstaan twee cellen door verdeeling van den inhoud en de vorming van een tusschenschot, dat waarschijnlijk altijd van den aanvang af dubbel is; dezelfde verdeeling herhaalt zich in de dochtercellen, die nu op hunne beurt moedercellen zijn geworden, enzv. Op die wijze geschiedt b. v. de celvermenigvuldiging in de kraakbeenderen (1). De rigting, waarin de tusschenschotten ontstaan, bepaalt de plaats, die de dochtercellen in de moedercel innemen.

In andere gevallen verdeelt zich eerst de celinhoud in twee, vervolgens in vier, in acht, in zestien enzv. min of meer bolronde deelen, om elk van welke dan eerst later een vliesje ontstaat, waardoor zij tot ware cellen worden. Bepaaldelijk geldt zulks van de allereerste ontwikkeling van den eidooier, welks zoogenaamde klieving in niets anders dan in deze wijze van celvorming bestaat.

(1) Pl. III, fig. 41, doorsnede van eenen kraakbeenigen ring der *trachea* van eene koe.

Ook kunnen zich dierlijke cellen vermenigvuldigen door afsnoering. Dat deze wijze van celvermenigvuldiging, die ook bij plantencellen voorkomt (verg. § 12 en § 90), in het wezen der zaak overeenstemt met de vorming van nieuwe cellen door verdeling van den inhoud, is reeds vroeger aangetoond. Door zulk eene afsnoering vermenigvuldigen zich sommige der eenvoudigste dieren, die waarschijnlijk uit eene enkele cel bestaan, terwijl zij mede is waargenomen aan de bloedligchaampjes der embryones van gewervelde dieren.

Wat de kern betreft, zoo verdeelt zich deze in zeer vele gevallen nog voor dat eene verdeling der moedercel waarneembaar is. Er ontstaan daarin twee kernligchaampjes; zij wordt daarbij langer; vervolgens splitst zij zich in tweeën en elk der deelen wordt tot kern eener nieuwe cel. In het ei verdwijnt eerst de oorspronkelijke kern (het zoogenaamde kiemblaasje), en er vormt zich dan, even als bij de vrije celvorming, eene nieuwe kern, waarom heen de inhoud zich nu ophoopt, en zich vervolgens verdeelt, waarmede tevens eene verdeling van de kern gepaard gaat.

De moedercellen, welke bij de planten doorgaans blijven bestaan en slechts in weinige gevallen (bij de vorming der stuifmeelkorrels) later geheel verdwijnen, worden bij de dieren meestal, na voleindigde vorming der dochtercellen, in het omringende vocht opgelost, zoodat deze dan vrij komen. Echter is het ook in dierlijke weefsels geenszins zeldzaam, dat de moedercellen blijven bestaan, zoodat men zelfs verscheidene generaties van cellen in ééne grootere cel besloten kan vinden. Reeds het ei, waarin door het klievingsproces opvolgend een aantal cellen ontstaan, die zich door latere verdeling nog verder vermenigvuldigen, levert er een voorbeeld van.

104. De meeste dierlijke cellen ondergaan, na eenmaal gevormd te zijn, meer of minder belangrijke veranderingen. Deze veranderingen betreffen:

- 1°. den vorm,
- 2°. den celwand,
- 3°. den celinhoud.

105. Even als bij de planten, gedurende het eerste tijdperk van het kiemleven alsmede in de beide teeltstreken aan de uiteinden der as in den stam of tak en in den wortel (zie § 58), de cellen aanvankelijk allen dezelfde gedaante hebben, zoo ook ondergaat de vorm der dierlijke cellen eerst dan eene belangrijke wijziging, wanneer de celvermenigvuldiging begint te verminderen, en elk der cellen voor zich aanvangt een deel uit te maken van het weefsel tot welks vorming zij bijdraagt.

Dezelfde vier omstandigheden (z. § 5), waardoor de gedaante der plantencellen later gewijzigd wordt, hebben ook invloed op die der dierlijke cellen, ofschoon niet in gelijke mate als bij gene.

a. De onderlinge aaneensluiting en ontwikkeling in eene beperkte ruimte kan oorzaak zijn van den veelhoekigen vorm, die sommige oorspronkelijk bolvormige cellen later aannemen, b. v. de verschillende soorten van bekleedingscellen (*cellulae epitheliales* (1)), waartoe ook de zeshoekige pigmentcellen der *chorioidea* behooren (2).

b. De invloed der rigting, waarin de celvorming door verdeling geschiedt, is merkbaar in zulke gevallen, waar die rigting verschillend is op onderscheidene punten van hetzelfde

(1) Pl. III, fig. 5, opperhuidscellen eener menschelijke vrucht van drie maanden.

(2) Pl. III, fig. 20, pigmentcellen der *chorioidea* uit het oog eener koe.

weefsel, b. v. in vele kraakbeenderen, waar de cellen nabij den omtrek van het deel daardoor dikwijls eenen langwerperigen vorm hebben verkregen, dan die, welke in het inwendige gelegen zijn.

c. De ongelijkmatige en ongelijktijdige ontwikkeling der verschillende weefsels, welke een orgaan samenstellen, waardoor bij de planten, in zoo talrijke gevallen, de gedaante der cellen aanmerkelijk gewijzigd kan worden (verg. § 44), oefent op de vormsverandering der dierlijke cellen slechts eenen zeer beperkten invloed uit. De reden hiervan is vooral gelegen in de weekheid van verreweg de meeste dierlijke weefsels, terwijl de plantenweefsels altijd eene zekere mate van stijfheid bezitten. Alleen in zulke weefsels, welke in dit opzigt tot die der planten naderen, gelijk die der haren, pennen, stekels, vederen, is die invloed somtijds merkbaar.

d. De gewichtigste oorzaak van vormsverandering der dierlijke cellen is de ongelijkmatige groei van het celvlies zelve. Geschiedt die groei voornamelijk in twee der drie hoofdrichtingen, terwijl zij in de derde reeds spoedig ophoudt, dan ontstaan plaatvormige cellen, waarvan de cellen der plaat-epithelien en de bloedligchaampjes der gewervelde dieren voorbeelden leveren. Wanneer daarentegen de cellen, even als die, welke in de planten de prosenchymateuse weefsels samenstellen, spoedig ophouden in de breedte en dikte te groeijen en zich later alleen verlengen door uitgroeijing in twee tegenovergestelde rigtingen, dan ontstaan vezelcellen, zoo als die der organische spieren (1), de veerkrachtige vezelen (2), de

(1) Pl. III, fig. 33, vezelcellen uit de spierhuid der maag van een varken.

(2) Pl. III, fig. 18, jeugdig bindweefsel na behandeling met azijnzuur, waarbij de veerkrachtige vezelen en de cellen waaruit zij hunnen oorsprong nemen zijn overgebleven.

vezelcellen in de bastlaag der haren (1) en vederen enzv.

Even als verders bij de planten vele cellen het vermogen bezitten om plaatselijk uit te groeijen en zich in allerlei rigtingen te vertakken (verg. § 51 b, § 89, § 90), zoo bezitten de dierlijke cellen hetzelfde vermogen en zelfs in veel hoogere mate. Tevens kan hierbij eene inéénsmelting der celholten plaats grijpen, wanneer de takken van verschillende aldus uitgroeide cellen elkander ontmoeten, even als zulks tijdens de copulatie bij de algen (z. § 89) plaats grijpt. Op die wijze ontstaan de stervormige pigmentcellen (2), die vaak in ware pigmentnetten (3) overgaan, het net der haarvaten, de veeltakkige zenuwcellen (4), de vertakkingen der peripherische zenuwbuizen, de netvormige veerkrachtige vliezen, de zich vertakkende primitiefbundels van sommige spieren, het lucht- vatenstelsel der insekten, enzv. De eigenschap, welke de opperhuidscellen van vele planten bezitten, dat de zich begren- zende wanden elkander beurtelings als het ware verdringen, zoodat zij zich somtijds als met tandjes in elkander gevat vertoonen, wordt ook bij sommige dierlijke cellen aangetrof- fen, namelijk bij de platte vezelen der kristallens, die niet anders zijn dan plaatvormig uitgroeide verlengde cellen. Vooral zijn het de vezelen van de kristallens der visschen, die zich door de grootte dezer tandjes onderscheiden (5). ofschoon zij aan de vezelen der kristallens van den mensch

(1) Pl. III, fig. 8 C, overlangsche doorsnede der bastlaag van het hoofd- haar van een' mensch, na behandeling met zwavelzuur.

(2) Pl. III, fig. 19, stervormige pigmentcel in het *peritonaeum* van een' kikvorsch.

(3) Pl. III, fig. 21, pigmentcellennet in het *peritonaeum* van eenen watersalamander.

(4) Pl. III, fig. 50, veeltakkige zenuwcel uit de grijze zelfstandigheid van het ruggemerg van een kalf.

(5) Pl. III, fig. 13, vezelen der kristallens van eenen snoek.

en de overige zoogdieren mede niet geheel ontbreken (1).

Eindelijk moet ook als eene bijzondere wijze van uitgroei-
jing van het celvlies de vorming der fijne trilhaartjes worden
beschouwd, welke, waar zij voorkomen, doorgaans slechts
aan een bepaald gedeelte, namelijk aan de vrije oppervlakte,
van het celvlies ontstaan (2).

Hiermede verwant is de vorming der trilvliezen, wier gol-
vende beweging ligtelijk met die van trilharen kan worden
verward, en welke bij sommige spermatozoiden (die van den
watersalamander (3), van *Bombinator igneus* (v o n S i e-
b o l d)) het best zijn waargenomen, en waarschijnlijk veel
algemeener voorkomen, dan tot hiertoe bekend is. Bij de
Vorticellen geschiedt de vorming van zulk een golvend vlies
aan de ligchaamsoppervlakte onder het oog des waarnemers (4).

106. Ook de wand van vele dierlijke cellen ondergaat min
of meer belangrijke veranderingen, zoowel ten aanzien der
dikte van het vlies als van den aard der stoffen waaruit dit
bestaat. De wijze, waarop die veranderingen plaats grijpen,
is hier echter minder bekend dan bij de planten, omdat men
met minder zekerheid in den dierlijken celwand verschillende
lagen kan aanwijzen, die aan even zoo vele tijdperken van
vorming beantwoorden. Of derhalve het jeugdige celvlies zelve
in zijnen aard en samenstelling allengs geheel gewijzigd wordt,
of wel, dat er aan deszelfs oppervlakte gedurende den ver-
deren groei eene stof wordt afgescheiden, welke dan echter
in verreweg de meeste gevallen, — welligt alleen met uitzon-

(1) Pl. III, fig. 12, vezelen uit de kern der kristallens van een men-
schelijk oog, door salpeterzuur duidelijk gemaakt.

(2) Pl. III, fig. 6, epitheliumcellen der *trachea* eener koe.

(3) Pl. III, fig. 53.

(4) Pl. II, fig. 33, *Vorticella nobulifera*, C en D, *t* trilvlies.

dering van de op bl. 161 genoemde gevallen, — in innigen samenhang blijft met het oorspronkelijke vliesje, is meestal geheel onzeker, ofschoon het laatste, de buitenwaartsche afscheiding namelijk, de meeste waarschijnlijkheid bezit.

De graad dezer verdikking van den celwand is zeer verschillend. In zeer vele dierlijke cellen blijft de wand altijd zoo dun, dat men of geene, of alleen bij sterke vergrooting waarneembare dubbele grenslijnen daaraan herkennen kan. Somwijlen echter bereikt die verdikking ook eenen hoogen trap, zoodat de celholten zelfs geheel verdwijnen (veerkrachtige vezelen, vezelen van het tandémail (1)).

De stoffen, welke bij deze verdikking van den celwand worden gevormd, zijn van verschillenden aard. De meest algemeen voorkomende is eene zelfstandigheid, die aan de inwerking van bijtende alkaliën en van minerale zuren lang weerstand biedt, en derhalve in dit opzigt de eigenschappen van de cellulose en van de cutose der plantencellen (z. § 50) in zich vereenigt. Wij willen deze zelfstandigheid met den naam van *elastine* bestempelen. Zij is namelijk het best bekend als het hoofdbestanddeel der veerkrachtige vezelen en der daardoor gevormde netten en netvormige vliezen. In reactien stemmen daarmede echter overeen: het buitenste civlies (*zona pellucida*), de wanden der kraakbeencellen, de wanden der cellen door welker uitgroeiing zich de veerkrachtige vezelen vormen, het bundelvlies (*sarcolemma*) der spieren, de wanden der haarvaten, de wanden der zenuwbuizen en het buitenste vlies van sommige gangliencellen.

Ware cellulose, niet verschillende, noch in samenstelling,

(1) Pl. III, fig. 45, gedeelte eener overlangsche doorsnede van de kroon eener kies van een mensch, waarin *a* de grens tusschen het tandbeen en het email aanduidt; fig. 46 A, emailvezelen sterker vergroot; B, hunne dwarse doorsnede.

noch in reactiën, van de cellulose der plantencellen, komt voor in de buitenste lagen der cellen van den mantel der Tunicaten. Dit gedeelte van den wand beantwoordt dan ook werkelijk aan het cellulose houdende gedeelte van den planten-celwand, terwijl de binnenste laag van het vlies overeenkomt met het binnenblaasje der plantencel.

De spiraalvezel, welke in de luchtvaten der insekten tusschen twee vliezen besloten ligt, waarvan het binnenste van den aanvang af homogeen is, terwijl het buitenste zich oorspronkelijk uit epitheliumcellen heeft gevormd, kan beschouwd worden als beantwoordende aan de spiraal- of netvezellaag, welke aan plantencellen voorkomt. Het binnenste vlies, of de eigenlijke celwand, is dan vergelijkbaar met het binnenblaasje, aan welks buitenzijde mede de eerste afscheiding dezer vezelvormige lagen bij de planten plaats grijpt.

107. Elke cel is een waar afscheidingsorgaan. Reeds de verdikking van den celwand berust hierop. De afgescheiden stoffen zijn vloeibaar op het oogenblik dat zij uit de cellen naar buiten treden. Zij kunnen echter alsdan eenen vasten vorm aannemen, en wanneer zulks gelijktijdig uit een aantal cellen geschiedt, die te zamen in ééne laag gelegen zijn, dan ontstaat een zamenhangend vlies, dat de oppervlakte der gezamenlijke cellen bekleedt. Op deze wijze vormen zich bij de planten de cuticula en het vlies der melksapvaten (z. § 18 en § 46). Het is hoogstwaarschijnlijk ook door zulk eene buitenwaartsche afscheiding, dat de verschillende zoogenaamde eigene vliezen ontstaan, welke in talrijke dierlijke organen voorhanden zijn. Zoo b. v. het buitenste vlies der nierbuisjes (1), het even als

(1) Pl. III, fig. 7 B, nierbuisje van een kalf in eene sterke suikeroplossing.

deze met een epithelium bekleede vlies der holten van de *glandula thyrioidea*, de lenskapsel, de *membrana Demoursii*, het doorschijnende vlies dat den haarbulbus omgeeft, enzv. Allen stemmen daarin overeen, dat zij glashelder zijn, en zich tegenover réactiven gedragen als de elastine of de stof, waaruit de veerkrachtige vezelen en de verdikte wanden van vele andere cellen bestaan.

Bij de gelede dieren (insekten en ringwormen) treft men algemeen de *chitine* aan als eene dergelijke door cellen afscheiden stof, die de oppervlakte en de inwendige lichaams-holten bekleedt. Zij komt met de elastine overéén in de onoplosbaarheid door bijtende potasch en soda, maar zij biedt niet evenzeer als deze weerstand aan de inwerking van zuren.

Bij eenige polypen (*Campanularia*), rotiferen en infusorien vormen zich mede zulke glasheldere vliezen onder de gedaante van kokers of van schilden, die het ligchaam gedeeltelijk bedekken. Ook de eerste vorming van de schaal der mollusken behoort hiertoe. Zij is oorspronkelijk vliezig, en geheel structuurloos; eerst later zetten zich daarin kalkzouten en verschillende kleurstoffen af.

Als een dergelijk afscheidingsprodukt kan ook het vlies beschouwd worden der zoogenaamde cellen met bloedligchaampjes, welke in verschillende organen, waarin het bloed door de eene of andere oorzaak tot stilstand is gekomen, inzonderheid in de milt, maar ook in de hersenen en nieren, worden aangetroffen. Dat ook sommige celplanten door afscheiding aan hunne oppervlakten zich met een dergelijk hulsel omgeven, is vroeger (§ 82) gezegd.

108. Er komen in de organen ook bestanddeelen voor, welke niet kunnen beschouwd worden als regtstreeks uit cel-

len door vormverandering ontstaan, noch ook enkel als een secretieprodukt van cellen. Het zijn vooral twee bestanddeelen, die als zoodanig in aanmerking komen, te weten: 1° de stof, die als tusschenzelfstandigheid de hoofdmassa der kraakbeenderen uitmaakt, en zich door koking in chondrine verandert, en 2° het grootste gedeelte van de lijmgevende weefsels, waartoe het bindweefsel, de pezen, de meeste banden enzv. behooren. Ofschoon de tegenwoordigheid van cellen, — in de kraakbeenderen van kraakbeencellen, in de lijmgevende weefsels van vetcellen en vooral van vormingscellen der veerkrachtige vezelen, — op het ontstaan dier zelfstandigheden van eenigen invloed kan zijn geweest, zoo hebben zij zich eigenlijk gevormd uit het voedingsvocht, dat de organen doordringt.

109. In den jeugdigsten toestand is de tusschenzelfstandigheid der kraakbeenderen week en in geringe hoeveelheid, zoodat de cellen dicht bij elkander liggen. Later neemt zij meer en meer toe, wordt vaster en de cellen zijn dan ten getale van één, twee, drie of meer in holten bevat, welke daardoor gewoonlijk niet geheel gevuld worden (1). Of deze holten eigene wanden hebben en als moedercellen moeten beschouwd worden is verre van zeker te zijn. Slechts somwijlen (vooral in vezelkraakbeenderen) laten zich zulke wanden met waarschijnlijkheid aanwijzen (2). Men kan echter in de meeste gevallen geene wanden, die verschillend zijn van de omringende tusschenzelfstandigheid ontdekken. Eenige overeenkomst is niet te miskennen tusschen het maaksel, alsmede de groeiwijze van

(1) Pl. III, fig. 41, gedeelte eener doorsnede van eenen kraakbeenigen ring der *trachea* van eene koe.

(2) Pl. III, fig. 39, oorkraakbeen eener koe, nabij de spits van het oor.

het kraakbeen en sommige plantenweefsels, inzonderheid dat eener *Ulva* (1). Hier liggen, even als bij het kraakbeen, één, twee, drie of vier cellen telkens in eene holte bevat, die als moedercel kan beschouwd worden, welke eene zeer dikke wand heeft, terwijl het blijkt, dat de dikte allengs toeneemt door eene buitenwaartsche afscheiding aan de oppervlakte van de door verdeeling gevormde dochtercellen. Men neemt bij *Ulva* echter dunne grenslijnen waar op de plaatsen, waar de uit de wederzijdsche cellen afgescheiden buitenste lagen elkander ontmoet hebben. Dat deze in de tusschenzelfstandigheid der kraakbeencellen ontbreken, zoude uit de aanvankelijk grootere weekheid van deze kunnen verklaard worden, doch men mag niet vergeten, dat kraakbeen onder andere omstandigheden groeit dan eene *Ulva*, dat het namelijk altijd met reeds georganiseerd voedingsvocht doordrongen is, en dat het meer waarschijnlijk is, dat de tusschenzelfstandigheid zich daarvan een gedeelte toeëigent, en aldus in omvang toeneemt, dan haar enkel als een afscheidingsprodukt der cellen te beschouwen. Dat intusschen de tegenwoordigheid dier cellen daarop van invloed is, kan bewezen worden door den verschillenden aard van de tusschenzelfstandigheid, al naar gelang zij zich op eenen grooteren of geringeren afstand van de cellen bevindt. Niet zelden namelijk neemt men waar, dat de geringe, door zeer kleine moleculen te weeg gebrachte troebelheid, welke aan de tusschenzelfstandigheid steeds in meerdere of mindere mate eigen is, merkelyk grooter is op die punten, welke zich het verst van de cellen af gelegen bevinden (z. Pl. III. fig. 40).

In de oorspronkelijk structuurlooze tusschenzelfstandigheid

(1) Pl. II, fig. 29, *Ulva latissima* Kütz.

der kraakbeenderen kunnen verschillende veranderingen plaats grijpen, namelijk:

- 1° vorming van dergelijke vezelen als die van het bindweefsel;
- 2° van netsgewijs verbonden veerkrachtige vezelen, en
- 3° overgang in beenzelfstandigheid, dat is, verandering in lijmgevend weefsel, gepaard aan eene afzetting van kalkzouten.

110. De lijmgevende weefsels komen onder verschillende vormen voor. Het bindweefsel, aanvankelijk bij alle dieren en in alle organen structuurloos, blijft zulks bij de volwassene lagere dieren, maar bij de hoogere neemt het het voorkomen eener meerdere organisatie aan, bestaande het meestal uit zeer fijne vezelen, waarvan er velen nevens elkander evenwijdig loopen en ook wel bundels vormen (1). De oorsprong dezer vezelen kan tweederlei zijn. In de eerste plaats leert het onderzoek, dat in vele gevallen de vezelen slechts schijnbaar en eigenlijk plooijen in eene vliezige stof zijn. In andere gevallen, inzonderheid daar waar de vezelen tot bundels vereenigd zijn, b. v. in de huid, de banden en pezen (2), bestaan deze uit ware vezelen, die kunnen ontstaan zijn hetzij door eene zeer regelmatige vergroeiing der genoemde plooijen, of, — gelijk bij de vorming van bindweefselvezelen in de tusschenzelfstandigheid der kraakbeenderen werkelijk geschiedt, — door dat te midden van de oorspronkelijk vormlooze massa, kleine moleculen zichtbaar worden, die allengs in grootte en aantal toenemen en onderling tot vezelen zamensmelten.

Waar de lijmgevende weefsels uit vezelen bestaan, worden zij schier altijd vergezeld van veerkrachtige vezelen, die zich

(1) Pl. III, fig. 17, bindweefsel met vetcellen tusschen de borstspieren van een kalf.

(2) Pl. III, fig. 24, overlangsche doorsnede eener pees.

vaak netsgewijs vertakken en dikwerf de vezelbundels omspinnen, terwijl daar, waar het weefsel nog in eenen staat van ontwikkeling verkeert, de kleine cellen, door welker uitgroeiing de veerkrachtige vezelen geboren worden, te midden daarvan verspreid liggen.

111. Ook bij sommige dierlijke cellen verdikt zich het vlies door inwendige aanvoeging, doch veel zeldzamer dan zulks bij de plantencellen geschiedt.

Men zoude hiertoe kunnen brengen de laagsgewijze verdikking, welke aan de binnenzijde van sommige kraakbeenholten (vooral in vezelig kraakbeen) wordt waargenomen, en daarin zelfs een bewijs zien voor hunne duiding als moedercellen. Ook gaat hiermede somwijlen gepaard eene ongelijkmatige verdikking van de buitenste laag, welke herinnert aan de stippelkanalen in de wanden der verhoude plantencellen (1).

De vorming van stippelkanalen vergezelt altijd de verbeening, en de gedaante der beencellen met hunne straalsgewijs daarvan uitgaande kanaaltjes heeft inderdaad zeer groote overeenkomst met die van vele verhoude cellen (2). Echter is de verbeening toch een eenigzins zamengestelder proces dan de enkele verhouting der celwanden in plantenweefsels.

Verbeening kan plaats grijpen in tweederlei soort van weefsels, namelijk:

(1) Pl. III, fig. 40, doorsnede uit het middengedeelte van het oorkraakbeen eener koe; *a* en *b* kraakbeenholten met verdikte wanden, waarvan de buitenste uit elastine bestaat, *c* eene dergelijke holte van boven op gezien.

(2) Vergelijk Pl. III, fig. 42, een klein gedeelte eener dwarse doorsnede van het dijebeen eener koe, en fig. 47 *bb*, beencellen in de cementlaag der wortel van eene menschelijke kies, met Pl. II, fig. 16, waar de verhoude cellen in het steenachtig gedeelte der vruchtschaal eener kers zijn afgebeeld.

1° in kraakbeen ,

2° in vezelige lijmgevende weefsels , waartoe het beenvlies behoort , de pezen , de meeste banden , een gedeelte van den wand der vaten , enzv.

De verbeening van het kraakbeen is eene voorloopige beenvorming , waardoor het zoogenaamde primordiale skelet ontstaat , waarvan echter de ontwikkeling zich niet enkel bepaalt tot het eerste levensijdperk , maar inderdaad , namelijk aan de uiteinden der lange beenderen , voortgaat tot aan den volwassen toestand.

De vorming van het blijvende been , van het zoogenaamde secundaire skelet , met de daaraan behoorende vaat- of mergkanalen en het stelsel van platen , dat deze concentrisch omgeeft en de beenoppervlakte begrenst , gaat steeds uit van het beenvlies. Naarmate zich het blijvende been aan de buitenvlakte vormt , verdwijnt het voorloopige in kraakbeen afgezette been aan de binnenzijde door oplossing en opneming in de algemeene vochtmassa.

De verbeening vangt steeds aan in het tusschencellige gedeelte van beide klassen van weefsels. In het kraakbeen gaat echter daaraan vooraf eene verdeling der kraakbeencellen in eene bepaalde rigting , zoodat zij gewoonlijk groepsgewijs op rijen komen te liggen. Van uit het reeds verbeende gedeelte breidt zich dan de verbeening , — dat is de overgang van de tusschencellige zelfstandigheid van het kraakbeen in lijmgevende stof en de afzetting van kalkzouten daarin , — allengs uit. Eerst later nemen de cellen zelve er deel aan. De reeds verdikte wanden nemen kalkzouten op en door inwendige aanvoeging gaat deze verdikking nog voort , tevens echter onder vrijlating van eenige wandgedeelten , even als zulks bij de verhouding der plantencellen en de daarbij gevormde stippelkanalen plaats

grijpt. Deze inwendige verdikking wordt daardoor bewezen, dat de holten der beencellen kleiner zijn dan die der vroegere kraakbeencellen. Echter is zij geenszins geheel voldoende om alleen en op zich zelve rekenschap te geven van het maaksel der latere beencellen, met name van de vaak aanzienlijke lengte der zich daaruit verbreidende kanaaltjes en van hunne onderlinge gemeenschap. Men moet derhalve aannemen, dat, gelijktijdig met de inwendige wandverdikking, het celvlies straalsgewijs uitgroeit, onder verdringing en oplossing van de tusschenzelfstandigheid op die punten. Dit verdwijnen der tusschenzelfstandigheid in de kraakbeenderen heeft trouwens overal plaats. Waar zich kalkzouten afzetten, wordt de vroegere organische stof tevens vervangen door eene lijmgevende zelfstandigheid, en waar zich mergruimten vormen, geschiedt dit ten gevolge der oplossing en opslorping van de tusschenzelfstandigheid, welke vroeger die plaatsen innam. De reden, dat deze straalsgewijze uitgroeijing van het vlies der kraakbeencellen niet of althans hoogst bezwaarlijk waarneembaar is, ligt in de fijnheid der daardoor gevormde kanaaltjes, die, zoolang zij vocht bevatten, niet gezien kunnen worden en eerst te voorschijn treden, nadat zij zich met lucht gevuld hebben.

De beenvorming, welke uitgaat van het beenvlies (*periosteum*), geschiedt aan de binnenzijde daarvan, waar zich het jeugdige weefsel vormt, dat de samenstelling heeft van nog niet geheel ontwikkeld bindweefsel met zich daarin verbreidende vaten en talrijke cellen, zijnde dezelfde waaruit zich elders veerkrachtige vezelen ontwikkelen. Zij liggen meerendeels in overlansche rijen nevens de vaten, dat is op dezelfde plaats, waar later de beencellen ter zijde der vaat- of mergkanalen worden aangetroffen. Deze cellen beantwoorden aan

de kraakbeencellen door de scheikundige eigenschappen hunner wanden (z. § 106), en gaan bij de verbeening over in beencellen, waarbij waarschijnlijk echter alleen straalsgewijze uitgroeiing en geene inwendige wandverdikking plaats grijpt, daar de holten dezer cellen in grootte weinig van die der latere beencellen verschillen.

Overal elders, waar de zelfstandigheid van pezen, banden, vliezige scheeden of andere lijmgevende weefsels zich in been verandert, geschiedt zulks op geheel dezelfde wijze als bij de beenvorming uit het beenvlies. Waar kraakbeen en vezelig lijmgevend weefsel te zamen voorkomen, kunnen natuurlijk beide aan de beenvorming deelnemen.

De vorming van het tandbeen bestaat slechts in eene wijziging van de gewone verbeening, ten gevolge der uitgroeiing van de oorspronkelijke cellen tot zeer lange vezelcellen, die zich bovendien vertakken (1).

De prismatische vezelen van het tandémail zijn almede verbeende cellen, van andere zich echter onderscheidende door eene iets verschillende samenstelling der verbeende stof en door het geheel verdwijnen der holte, iets, dat alleen door sterke inwendige wandverdikking kan verklaard worden.

Na hiermede overeenkomende zijn de vezelen, welke de schelpen der mollusken grootendeels samenstellen, en welke hoogstwaarschijnlijk mede oorspronkelijk verlengde cellen zijn.

Ook de kalkafzetting in de huid en zelfs in de inwendige deelen van vele polypen, echinodermen, enzv. komt in de hoofdpunten met de verbeening der weefsels van de gewervelde dieren overeen. Zij vangt aan in de tusschenzelfstandigheid, en dikwerf terzelfder tijd op van elkander verwijderde

(1) Pl. III, fig. 45, doorsnede van de kroon der kies van een' mensch, fig. 47, doorsnede van den wortel.

plaatsen. Ook de wanden der aanwezige cellen kunnen er echter aan deelnemen, gelijk b. v. bijzonder goed te zien is in de stekels der echinoiden, doch er vormen zich daaraan geene fijne kanaaltjes, gelijk bij de echte beencellen, die steeds het kenmerk zijn van het maaksel der beenderen van gewervelde dieren.

112. De verhoorning is eene bijzondere wijziging der bekleedingscellen, welke de opperhuid en de daarmee verwante deelen, hoornen, hoeven, nagels, enz. zamenstellen. De opperhuid der gewervelde dieren is niet vergelijkbaar met de eigenlijke opperhuid der planten, maar met de kurklaag (z. § 96), en de kurkvorming beantwoordt derhalve aan het verhoorningsproces.

Alle zich verhoornende deelen hebben eene ware teeltcellenlaag, gewoonlijk *rete* of *stratum Malpighii* geheeten, bestaande uit cellen, die zeer klein en wel des te kleiner zijn hoe verder zij zich van de oppervlakte en digter bij de onmiddellijk daaronder gelegen lederhuid met de zich daaruit verheffende papillae bevinden. Deze cellen vermeederen zich hoogstwaarschijnlijk door verdeeling en niet door vrije celvorming. Aanvankelijk zijn zij rond of door aanéensluiting eenigzins veelhoekig, hebben zeer dunne wanden en bevatten eene kern. Bij haren verderen groei verkrijgen deze cellen meer en meer de gedaante van veelhoekige plaatjes, zoodat eindelijk die, welke de buitenste lagen zamenstellen, op de loodrechte doorsnede gezien, schijnbaar alle celstructuur verloren hebben, daar de streepen, welke de grenslijnen der wanden aanduiden, zeer dicht op elkander volgen, zonder dat er van de celholten iets schijnt overgebleven. Dat deze nog bestaat kan alleen door scheikundige middelen worden aangetoond.

Is de verhoorning gering, dan zwellen de cellen reeds op door azijnzuur, terwijl ook in de meest verharde hoornweefsels de cellen duidelijk te voorschijn treden door behandeling met bijtende potasch en soda, waardoor zij zelfs zich zoo sterk uitzetten kunnen, dat zij hunnen veelhoekigen vorm verliezen en ronde blaasjes worden.

Tijdens den groei dezer cellen verandert ook de aard van haar vlies. Aanvankelijk gemakkelijk oplosbaar in azijnzuur en in bijtende loogzouten, biedt het daaraan allengs meer en meer weerstand, echter in geringere mate dan de stof der veerkrachtige vezelen, waarmede de wanden van vele andere cellen overeenkomen. Tevens verdikken zich de wanden en worden deze door de stof, welke uit de begrenzende cellen naar buiten wordt afgescheiden, tot een zamenhangend geheel verbonden. Van de mate dezer afscheiding hangt de duurzaamheid der aldus gevormde hoornzelfstandigheid af. In de opperhuid is die zamenhang over het algemeen gering, en worden de buitenste cellen gestadig afgestoten, zoodat de hoornlaag nimmer eene groote dikte bereikt, dan alleen daar, waar de opperhuid zich vereelt. In het weefsel der hoornen, nagels, hoeven, klauwen, den bek van vogels, enzv. is de onderlinge zamenhang der verhoornde cellen daarentegen veel sterker, zoodat er eene veel grootere werktuigelijke kracht toe gevorderd wordt om dien zamenhang te verbreken.

Uit een en ander volgt, dat alle uit hoornweefsel bestaande deelen alleen aan de grondvlakte door toevoeging van nieuwe cellen groeijen, terwijl het vermogen tot celvermenigvuldiging in de hoogere lagen geheel heeft opgehouden. Hetzelfde geldt trouwens van alle bekleedingscellen, en desgelijks van de vorming der haren en vederen, welke beide laatste mede tot de

zich verhoornende deelen behooren, welker teeltcellenlaag de wanden der holten bekleedt, waarin de bulbi bevat zijn. Doch, terwijl bij de eenvoudige hoornvorming alle de cellen der teeltlaag zich op gelijke wijze ontwikkelen, heeft bij de vorming van haren en vederen iets dergelijks plaats als in de beide teeltstreken van de as der planten (z. § 58). Sommige cellen groeijen namelijk uit tot lange vezelcellen, terwijl hunne wanden zich door binnenwaartsche aanvoeging zoo zeer verdikken, dat de holten schier verdwijnen, terwijl andere meer binnenwaarts gelegen cellen nog een tijdlang voortgaan zich te vermenigvuldigen en tevens in alle rigtingen te groeijen, zoodat zij den vroegeren veelhoekigen vorm behouden en zich als parenchymcellen vertoonen.

115. Eindelijk moet nog, als eene bijzondere verandering, welke de wand der dierlijke cellen kan ondergaan, het ontstaan van openingen daarin worden vermeld.

Oorspronkelijk is het vlies gesloten, althans van geene zichtbare openingen voorzien, en hieraan beantwoordt ook het opzwellen der cellen, wanneer zij meer vocht opnemen. Er zijn echter gevallen, waarin openingen in den celwand ontstaan. Daartoe behoort het barsten van de wanden der cellen van vele klieren (Goodsir). Ook de cellen van het cylinder-epithelium der darmen (Donders (1), Bruecke (2)), openen zich aan hun uiteinde, waardoor slijm en de kern naar buiten treden. Verders leert het binnendringen van spermatozoa in de holte van het ei, reeds bij eenige dieren met meerder of minder

(1) *Aanteek. der Sectievergad. van het Prov. Utr. Genootschap van 8 Januarij 1853.*

(2) *Sitzungsberichte der mathem. naturw. Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Dec. 1852. IX. s. 900.*

zekerheid waargenomen, dat er openingen in den wand daarvan kunnen ontstaan, hetzij meerdere of eene enkele, het laatste bij sommige mollusken (waargenomen bij *Unio tumidus*), alwaar de eiwand zich plaatselijk tot een kort kanaaltje zoude uitzetten, dat zich aan het uiteinde opent, welke opening zich echter later, nadat het spermatozoön er door in de holte van het ei is geraakt, weder sluiten zoude (K e b e r (1)). Ook zoude hiertoe kunnen gebragt worden het herhaaldelijk naar buiten treden van jonge, door inwendige knopvorming ontstane Vorticellen uit de holten der Acineten (S t e i n (2)), voorondersteld dat deze (geinkysteerde Vorticellen) als ééncellige wezens moeten beschouwd worden, iets, dat nog aan gegronnen twijfel onderhevig schijnt.

114. Van den *inhoud* der jeugdigste cellen kan men slechts dit met zekerheid zeggen, dat daarin, even als in jeugdige plantencellen, altijd proteïne voorkomt, in opgelosten toestand, maar waarschijnlijk ook als kleine het licht weinig brekende moleculen. Naarmate gedurende het kiemleven zich het organisme ontwikkelt en de cellen bestanddeelen worden van bijzondere organen, die elk hunne bijzondere verrigting hebben, wijzigt zich ook de inhoud der cellen, ofschoon het er nog verre af is, dat men alle de stoffen zoude kennen, die door het leven der cel worden voortgebragt.

115. Behalve proteïne-zelfstandigheden van verschillenden aard, behooren ook onderscheidene vetten, — ten deele dezelfde als die in planten voorkomen, — tot de meest standvastige stoffen, welke in de dierlijke cellen bevat zijn. De

(1) *De Spermatozoörum introitu in ovula*, Königsberg 1853.

(2) *Zeitschrift f. wissens. Zoölogie*, III, s. 475.

eigenlijke vetcellen (1) zijn er mede opgevuld, doch ook in de meeste andere cellen treft men het in meerdere of mindere hoeveelheid aan, soms slechts in zeer geringe mate als uiterst kleine ronde droppeltjes, herkenbaar aan hunne donkere omtrekken, dikwerf echter ook als talrijke grootere droppels, die een belangrijk gedeelte der celholte innemen. Vooral geldt zulks van sommige kraakbeencellen en van de levercellen (2). Eene ongewone toename van vet in deze duidt echter eenen ziekelijken toestand aan. Ook gaat het ontstaan van vet in de cellen doorgaans vooraf aan het verdwijnen van de zich in het omgevende vocht oplossende celwanden, hetgeen in vele gevallen plaats grijpt en onder den algemeenen naam van vetmetamorphose bekend is. De cellen, waarin zich de melk- of boterbolletjes vormen en de cellen van de zwanger geweest zijnde baarmoeder leveren er de meest sprekende voorbeelden van. Echter is het vet niet als de oorzaak van de wederoplossing der celvliezen te beschouwen, maar de afscheiding van vet uit den celinhoud en de oplossing der wanden zijn gelijktijdige verschijnselen, beide het gevolg eener scheikundige verandering, die in de cellen ontstaan is. Niet zelden heeft men gelegenheid om deze vetafscheiding in de weefsels der lagere dieren, reeds kort na hunnen dood, te zien, en het troebel worden van het vocht, waarmede die weefsels doortrokken zijn en dat de cellen vult, wordt daar door veroorzaakt.

116. In de cellen van sommige lagere dieren zijn nog twee andere zelfstandigheden aangetroffen, welke beantwoor-

(1) Pl. III, fig. 17, hindweefsel met vetcellen tusschen de borstspieren van een kalf.

(2) Pl. III, fig. 34, levercellen van een yarken.

den aan in de plantencellen zeer algemeen voorkomende stoffen, namelijk in *Euglena viridis* (1) eene zelfstandigheid onder den vorm van ronde bolletjes, in samenstelling overeenstemmende met het amyllum, doch geene blaauwe kleuring met jodium aannemende (Gottlieb), en (niet als voedsel opgenomen) chlorophyl in de *Euglena*-soorten, in *Loxodes Bursaria* (2), in *Hydra viridis* enzv., naar het schijnt volstrekt niet verschillende van de groene kleurstof in planten.

Of suiker in dierlijke cellen werkelijk bevat kan zijn, is nog onzeker, ofschoon het waarschijnlijk is, dat zij althans in de levercellen onder zekere omstandigheden aanwezig is.

117. Behalve de genoemde stoffen en eenige opgeloste minerale zouten (verbindingen van chlor, zwavelzuur, phosphorzuur, koolstofzuur, met soda, potasch, kalk, magnesia, ijzeroxyd), welke in dierlijke vochten, bepaaldelijk in het bloed, voorkomen en derhalve in den celinhoud ook wel niet zullen ontbreken, gelijk trouwens van de bloedcellen bekend is, hebben de inhouden der plantaardige en der dierlijke cellen geene zelfstandigheden gemeen.

Over het algemeen vertoonen de dierlijke cellen in dit opzicht eene veel grootere verscheidenheid dan die der planten. Terwijl het getal der stoffen, die voor het leven der plant van het meeste gewigt zijn, slechts weinige in getal zijn, en, in de cellen, behoorende tot geheel onderscheidene organen, telkens wederom worden aangetroffen, hebben daarentegen bij de dieren de cellen der verschillende organen telkens ook eenen verschillenden inhoud, in verband staande tot de levenswerkzaamheid van elk bijzonder orgaan. Vele dezer stoffen kunnen

(1) Pl. II, fig. 31.

(2) Pl. II, fig. 42.

wij echter alleen uit de afscheidingen aan de oppervlakte der gezamenlijke cellen, zoo de slijmstof of mucine, welke het secretieprodukt is der epitheliumcellen, die de inwendige holtten bekleeden, de pepsine, die door de cellen van de lebklieren der maag, het ureum, het acidum uricum en andere in de urine voorkomende stoffen, welke door de cellen der nierbuisjes en nierkapsels worden afgescheiden, de gal met hare talrijke bestanddeelen, afkomstig uit de levercellen, enzv. Men heeft echter geenszins regt daaruit met volkomen zekerheid te besluiten, dat zulke stoffen reeds als zoodanige in de holtten der cellen bevat waren, daar men den invloed van het celvlies op hare vorming niet geheel buiten rekening mag laten. Men verkrijgt alleen dan zekerheid, wanneer men door eene scheikundige réactie hare tegenwoordigheid werkelijk kan aantoonen, gelijk van de kleurstof der gal in de levercellen, door de groengele verkleuring met salpeterzuur.

118. Het gemakkelijkst waarneembaar zijn de kleurstoffen, die in dierlijke cellen bevat zijn. Hun aantal is zeer groot, waarschijnlijk niet geringer dan die der planten, doch de aard van verreweg de meeste gebrekkig of geheel niet bekend. Zij komen meerendeels voor in de cellen der opperhuid en der huidaanshangselen, de haren der zoogdieren, de vederen der vogels, de schubben der reptiliën en der lepidopteren, de schaal der crustaceën enzv. Waar de oppervlakte iridesceert, wordt zulks te weeg gebracht door den vorm en de regelmatige ligging der cellen op rijen, waardoor ondiepe op geringe afstanden zich van elkander bevindende groeven ontstaan, welke bij de terugkaatsing van het licht aan de oppervlakte der cellen interferentieverschijnselen te weeg brengen. Voorbeelden daarvan leveren de vederen van vele vogels,

waar de cellen, ter plaatse hunner vereeniging met eene volgende cel, knoopvormige verdikkingen bezitten, de schubben van vele, vooral uitlandsche vlinders, waar de dwarsstreepjes, die ook elders voorkomen, door kleine verhevenheden worden gekenmerkt, enzv.

Goed bekend zijn eigenlijk slechts twee dezer kleurstoffen, namelijk de roode kleurstof des bloeds, de haematine en de zwarte kleurstof, gewoonlijk zwart pigment genoemd.

De eerste is in opgelosten toestand bevat in de bloedcellen van alle gewervelde dieren en treedt daaruit naar buiten, zoodra deze cellen gebragt worden in een wateriger vocht dan het bloedplasma is.

De zwarte kleurstof is veel meer verspreid, ofschoon het nog geenszins zeker is, dat zij overal dezelfde scheikundige geaardheid bezit. Zij komt voor opgehoopt rondom de kern in de cellen van het *rete Malpighii*, dat is, in de teellaag der opperhuid, overal waar de opperhuid eene zwarte of bruinachtige kleur vertoont, zoowel bij menschen als dieren. Bij de veranderingen, welke die cellen later ondergaan (z. § 412), verdwijnt dikwijls deze zwarte kleurstof, zoodat zij in de oppervlakkig gelegen cellen niet wordt waargenomen; somwijlen blijft zij echter nog bestaan, zoodat men in sterk verhoorde deelen nog duidelijke overblijfselen daarvan in elke cel ziet, ter plaatse waar vroeger de kern gelegen was. Verders is zij bevat in de cellen der chorioidea, zoowel in de zeshoekige cellen der buitenste laag (1), als in die, welke in de diepere lagen tusschen de vaten voorkomen en eenen onregelmatigen vertakten vorm hebben. Dergelijke vertakte pigmentcellen worden bij den mensch en andere zoog-

(1) Pl. III, fig. 20, pigmentcellen der *chorioidea* uit het oog van eene koe.

dieren ook in de iris en in het longenparenchym aangetroffen, en zijn bij de visschen en vooral bij de reptiliën zeer algemeen, komende zij bij de laatsten door het geheele ligchaam verspreid voor, niet alleen aan de oppervlakte, maar ook in de inwendig gelegen organen (1). De zwarte kleurstof van de *Sepia* is mede uit de cellen van den inktzak afkomstig.

In één opzigt stemmen deze kleurstoffen allen overeen, namelijk in de onoplosbaarheid in water. Volkomen zwart zijn zij niet, maar in dunne lagen gezien bruinachtig. Altijd bestaan zij uit zeer kleine moleculen, die het best isoleerbaar zijn uit de cellen der chorioidea, en dan blijken ronde of eenigzins langwerpige ligchaampjes te zijn (fig. 20 a), die de gewone moleculair-beweging in sterke mate vertoonen.

119. De vroegere vochtige inhoud van cellen kan door lucht vervangen worden, herkenbaar aan de witte kleur bij opvallend en de zwarte bij doervallend licht. Even als bij de planten in de jeugdige vaatcellen, kan dit ook bij de dieren in zulke cellen plaats grijpen, die nog niet gezegd kunnen worden geen deel meer te nemen aan het levend organisme, gelijk in de beencellen en tandkanaaltjes, waarvan vele zich reeds bij het nog jeugdige dier voor een gedeelte met lucht vullen, terwijl dit op lateren leeftijd nog toeneemt. Doch de luchthoudende cellen der haren en vederen hebben inderdaad alle levenswerkzaamheid verloren, en zijn vergelijkbaar met de mergcellen in de volwassen internodiën van vele stengels en met de oudere houtcellen in oude stammen; de organische vorm blijft voortbestaan, maar het leven heeft opgehouden.

(1) Pl. III, fig. 19, *peritoneum* van een' kikvorsch; fig. 21, *peritoneum* van een' watersalamander.

120. In de meeste cellen ondergaat de inhoud geene gewichtige vormsveranderingen, met uitzondering alleen van die, welke de voortbrenging van nieuwe cellen in de oude (zie § 105) vergezellen. Er zijn er echter ook, waar de althans schijnbaar vormlooze toestand van den inhoud in eenen gevormden overgaat. Inzonderheid geldt zulks van die cellen, waaruit de primitiefbundels der spieren hunnen oorsprong nemen. In den jeugdigsten staat hebben deze cellen eenen vormloozen inhoud, waarin later overlans loopende vezelen ontstaan, die echter op hunne beurt wederom uit kleine lichaampjes zijn zamengesteld (1). Hoe zich deze tot vezelen vereenigde lichaampjes eigenlijk vormen, is zeer moeilijk waarneembaar. Aanvankelijk schijnen zij zich als zeer kleine op overlansche rijen geplaatste moleculen uit het celvocht af te scheiden; allengs worden zij grooter en duidelijker, voegen zich meer aanéén, waardoor overlansche en dwarse streeping wordt te weeggebracht, en in den geheel gevormden toestand hebben zij zich tot ronde, ellipsoidische of cilindrische lichaampjes ontwikkeld, die waarschijnlijk hol en dus blaasjes zijn, welke onderling zoowel in de dwarse als in de overlansche rigting, doch het sterkst in de laatste, door eene bindstof te zamen vereenigd zijn. Naar mate de cel, waarin deze veranderingen hebben plaats gegrepen, later groeit, vermeerdert zich ook het aantal dezer kleine lichaampjes, zonder dat elk voor zich merkbaar in grootte toeneemt. Dat zij werkelijk uit den vloeibaren inhoud, en niet uit de celkernen ontstaan zijn, wordt ten overvloede daar door bewezen, dat deze kernen in de geheel volwassen bun-

(1) Pl. III, fig. 25, primitiefbundels uit den *musculus psoas* eener koe; van *a* tot *b* is het *sarcolemma* (de celwand) afzonderlijk zichtbaar; fig. 27, primitiefvezelen uit dezelfde spier.

dels nog door azijnzuur zichtbaar kunnen worden gemaakt (1).

Werkelijk schijnt de geheele vorming der uit aanééngevoegde blaasjes bestaande primitiefvezelen als eene vorming van cellen binnen in eene andere cel te moeten beschouwd worden. De kleinheid der cellen kan hier geene tegenwerping zijn. Onder de draadvormige zoetwateralgen, oscillatorien enzv., zijn er verscheidene, die uit aanééngevoegde celletjes zijn zamengesteld, welke in grootte, vorm en zamenstelling inderdaad zeer nabij komen aan de primitiefvezelen der spieren en door hunne bundelsgewijze vorming te midden van een geleiachtig hulsel daaraan nog meer herinneren.

Als cellen welker inhoud somwijlen tot vezelen kan overgaan, moeten hier ook de vezelcellen der organische spieren en die der kristallens genoemd worden.

121. De eerste cellen, waaruit zich de zenuwbuizen vormen, hebben eenen bleeken vormloozen inhoud, die niet onderscheidbaar is van den uiterst dunnen celwand. Later zijn in de vliezige scheede van het meerendeel dier buizen bij alle gewervelde dieren tweederlei stoffen bevat, namelijk 1° het vloeibare zoogenaamde zenuwmerg, herkenbaar aan de donkere grenslijnen, die het gevolg zijn van zijn sterk lichtbrekend vermogen, en 2° daar binnen de centrale vezel of zoogenaamde asycylinder, welke het licht slechts zeer weinig breekt, derhalve uiterst bleek is en alleen onder zekere omstandigheden zichtbaar kan gemaakt worden (2). Men zoude, gelijk velen doen, deze centrale vezel kunnen beschouwen als

(1) Pl. III, fig. 29, een primitiefbundel met azijnzuur behandeld.

(2) Pl. III, fig. 48, zenuwbuizen uit de witte zelfstandigheid van het ruggemerg van een kalf; bij *e* is de centrale vezel zichtbaar; fig. 52, zenuwbuizen uit den *nervus cruralis* van eenen kikvorsch, *c* met afgezonderde centrale vezel.

den veranderden inhoud der oorspronkelijke cellen. Echter zijn er verscheidene redenen, die het waarschijnlijk maken, dat het niet alleen de inhoud maar ook het vlies dier oorspronkelijke cellen is, hetwelk daaraan deelneemt, terwijl zich dan tusschen het buitenwaarts afgescheiden uit elastine bestaande vlies der scheede (z. § 106) en dit eerste eigenlijke celvlies het zenuwmerg zoude hebben afgezet. In sommige gevallen (1) is de regtstreeksche zamenhang tusschen de centrale vezel en het vlies, dat den dunnen wand eener zenuwcel vormt, duidelijk aanwijsbaar, terwijl zoowel de zenuwcel als de centrale vezel door eene vliezige scheede worden omgeven, welke, ter plaatse van de zenuwcel blaasvormig is uitgezet. In andere gevallen is in de nabijheid der zenuwcellen geen merg in de daarmede zamenhangende buizen waarneembaar, en wordt dus de centrale vezel, die de voortzetting is van de zenuwcel, hetzij onmiddellijk omgeven door de scheede, zoodat zij niet afzonderlijk waarneembaar is, of wel de zenuwbuizen verkeeren nog in den embryoualen toestand, dat is: zij bezitten noch merg noch eene buitenste vliezige scheede, of met andere woorden, zij zijn enkel centrale vezelen. Onder dien vorm komen zij mede voor aan de peripherische uitbreidingen der zenuwen, waar zij zich gewoonlijk in verscheidene takken splitsen, die door hun geheele voorkomen zeer na overeenstemmen met de uit zenuwbuizen afgezonderde centrale vezelen. Intusschen mag hier niet verzwegen worden, dat deze beschouwingwijze nog geenszins op alles afdoende gronden berust, en dat nieuwe en zorgvuldige onderzoekingen vereischt worden om vast te stellen, in hoe verre de centrale vezelen of ascylinders der

(1) Pl. III, fig. 51, zenuwcellen uit het *ganglion Gasseri* van een' snoek.


zenuwbuizen en het vlies der zenuwcellen werkelijk uit het primaire celvlies bestaan en derhalve vergelijkbaar zijn met de binnenblaasjes der plantencellen.

122. Het vlies van alle nog jeugdige cellen, zoowel van planten als dieren, kan zich uitzetten en inkrimpen al naar gelang de hoeveelheid vocht, daarin bevat, toe of afneemt. Deze soort van uitzetting en inkrimping is echter alleen het gevolg van de veerkracht, die aan het celvlies eigen is. Deze veerkracht vertoont zich ook in zulke gevallen, waar door tijdelijke uitwendige drukking de vorm der cellen zich verandert, waarvan de bloedcellen bij het rondstroomen in de fijnste haarvaten een voorbeeld leveren.

Wel hiervan te onderscheiden is de eigene zamentrekbaarheid der cellen, waardoor beurtelings uitzetting en inkrimping wordt te weeg gebracht, zonder uit- of inwendige bekende werktuigelijke oorzaken. Of deze zamentrekbaarheid aan sommige plantencellen geheel mag ontzegd worden, is onzeker zoolang de eigene bewegingen van *Mimosa pudica*, *Hedysarum gyrans* enzv. niet op eene andere voldoende wijze kunnen verklaard worden. Zeker althans is het dat dierlijke cellen, met name die, waaruit het spierweefsel zich vormt, dit vermogen reeds bezitten op een tijdstip, dat zij nog zeer jeugdige, geheel onveranderde cellen zijn. Terwijl b. v. het hart in de embryo van *Lymnaeus stagnalis* enzv. nog geheel uit zulke volkomen doorschijnende, min of meer veelhoekige cellen bestaat, welke elk in hun midden eene kern bevatten, trekt het zich reeds krachtig zamen, en neemt daarbij elke cel in de eene rigting in omvang toe, in de andere af, om zich vervolgens weder uit te zetten en den vroegeren vorm te hernemen.

Men heeft de vraag opgeworpen, of het in zulke gevallen

het celvlies, dan wel de celinhoud is, die zich zamentrekt. Een der hoofdbewijzen voor de zamentrekbaarheid van den inhoud der cellen wordt ontleend aan zulke dieren, welke oogenschijnlijk geene de minste sporen van eene samenstelling uit cellen of van een hen omgevend vlies vertoonen, en die desniettemin eenen hoogen graad van zamentrekbaarheid bezitten. Zulke dieren zijn de Rhizopoden. Men moet hierbij echter niet vergeten, dat de zichtbaarheid der voorwerpen door het mikroskoop afhangt van het verschil in lichtbrekend vermogen, zoodat men derhalve uit de niet waarneembaarheid van cellen alleen besluiten mag: óf dat zij werkelijk niet bestaan, óf dat, indien zij bestaan, hunne wanden te dun zijn en te weinig in lichtbrekend vermogen met den inhoud verschillen, om afzonderlijk gezien te worden. Niet zelden toch zijn zelfs in de spiervliesen der hoogere dieren de afzonderlijke vezelcellen hoogst moeilijk onderscheidbaar, terwijl zij eerst na behandeling met de gepaste réactiven, waardoor hun lichtbrekend vermogen eene verandering ondergaat, duidelijk te voorschijn treden. Het vraagstuk: of de zamentrekbaarheid berust in den inhoud of in de wanden der cellen, blijft derhalve aldus onbeslist, en wanneer men nu in aanmerking neemt, dat deelen gelijk de trilhaartjes en de trilvliesen, die uitgroeijingen zijn van celwanden, een bewegingsvermogen in hooge mate bezitten, dan wordt het meer waarschijnlijk, dat ook de zamentrekbaarheid der cellen niet enkel in den inhoud, maar ook in hare wanden huisvest, ofschoon het aan de andere zijde waar is, dat niets ons waarborgt, dat trilharen en trilvliesen geene holte en derhalve geenen inhoud bezitten. Wij staan hier op de grenzen der mikroskopische waarneming en moeten ons van stellige uitspraken onthouden.



TWEEDE HOOFDSTUK.

Algemeene gang des onderzoeks van dierlijke organen en weefsels.

125. **R**eeds zijn in een ander gedeelte van dit werk (Dl. II. bl. 107 en volg.), met de noodige uitvoerigheid, alle de hulpmiddelen besproken, welke bij het mikroskopisch onderzoek van dierlijke organen en weefsels kunnen worden aangewend, ten einde hun maaksel naauwkeurig te leeren kennen. Ook is veel van hetgeen in een vroeger hoofdstuk (§ 68 tot § 80) over het onderzoek van plantenweefsels gezegd is, van min of meer dadelijke toepassing op dat van dierlijke weefsels. Wij zullen derhalve hier kort kunnen zijn, en ons bepalen tot eenige algemeene aanwijzingen, te meer, dewijl de bijzonderheden later bij de beschrijving van eenige tot voorbeelden gekozen weefsels van zelf vermelding zullen vinden.

124. Het onderzoek van het ontleedkundig maaksel van een dierlijk orgaan of weefsel splitst zich in twee deelen, namelijk: 1° in het onderzoek der elementaire deelen, die het zamenstellen, en 2° in dat van de wijze hoe deze onderling tot een geheel verbonden zijn. Soms vallen deze beide onderdeelen van het onderzoek te zamen; zoo b. v. bij zeer dunne vliezige voorwerpen, die uit hunnen aard genoegzaam doorschijnend zijn, om, op een glasplaatje uitgebreid, dadelijk hunne elementaire zamenstelling aan het oog te vertoonen; hetzelfde geldt van zeer

kleine dieren, die door hunnen geringen ligchaamsomvang aan eene werktuigelijke ontleding ontsnappen. Ook zijn er andere gevallen, waar, even als bij plantendeelen, het geheele elementaire maaksel zich aan dunne doorsneden laat onderzoeken, zoo b. v. dat der kraakbeenderen, der beenderen, der tanden, welke beide laatste alleen door slijping (z. Dl. II. bl. 149) tot genoegzaam dunne plaatjes kunnen gebragt worden. Doorgaans echter is zulk een onderzoek, enkel aan doorsneden bewerkstelligd, niet voldoende, en moeten de elementaire deelen behoorlijk geïsoleerd worden door eene uitpluizing met naalden, zoodat zij zooveel mogelijk van elkander afgezonderd komen te liggen, iets dat hetzij onder het bloote oog, of, waar zulks uithoofde van de teérheid der deelen vereischt wordt, onder de loupe of onder een regtkeerend mikroskoop kan geschieden. Het is vooral van het geduld en de zorg aan deze uitpluizing besteed, dat in zeer vele gevallen de goede uitkomst van het onderzoek afhankelijk is. Kent men eenmaal de zamenstellende elementaire deelen, dan kunnen vervolgens hun onderlinge zamenhang en betrekkelijke ligging aan opzettelijk daartoe vervaardigde doorsneden onderzocht worden. Waar het mogelijk is zulke doorsneden van geheel versche deelen te nemen, verdient dit natuurlijk de voorkeur, en dikwerf gelukt dit door middel van een goed scheermes of van een gebogen lancet (z. Dl. II. bl. 147), of, waar beide ontoereikend zijn, met een dubbelmes (z. Dl. II. bl. 112, 145); doch nog vaker is men genoodzaakt het weefsel vooraf op de eene of andere wijze te verharden, hetzij door het te droogen (z. Dl. II. bl. 157) of door het te behandelen met zulke scheikundig werkende middelen, welke in het weefsel eene coagulatie te weeg brengen, waardoor de vroeger zachte en zelfs vloeibare deelen eene

zekere mate van vastheid en stijfheid verkrijgen. Onder deze middelen (z. Dl. II. bl. 159 en Dl. III. bl. 480) bekleeden twee den eersten rang, namelijk vooreerst het plaatsen der voorwerpen in alcohol, eerst in slappen, vervolgens in sterkeren, eindelijk in geheel watervrijen, en ten tweede het chromiumzuur met eene ruime hoeveelheid water verdund, zoodat het mengsel eene donkere maderakleur heeft.

Somtijds echter is het niet mogelijk de voorwerpen zoodun te bekomen, dat zij eene genoegzame doorschijnendheid bezitten, om bij doorvallend licht onderzocht te worden. Alsdan kan drukking te pas komen, hetzij door de hand uitgeoefend op het dekplaatje, of door middel van een opzettelijk daartoe ingerigt drukwerktuig of compressorium (z. Dl. II. bl. 55, 156, Dl. III. bl. 584).

Het spreekt overigens van zelf, dat men in alle zulke gevallen, waar men de voorwerpen na drooging, verharding of drukking onderzoekt, zich wel wachten moet om datgene, wat het voortbrengsel der ondergane bewerking is, niet te verwarren met de ware samenstelling in den geheel verschen onveranderden toestand. Alleen eene zorgvuldige overweging van de noodzakelijke gevolgen, door de bewerking te weeg gebracht, en eene vergelijking met de regtstreeksche uitkomsten van het onderzoek der versche deelen kan hiervoor behoeden.

123. Van het grootste gewigt bij het onderzoek van dierlijke voorwerpen is eene behoorlijke bevochtiging. In vele gevallen kan men daartoe, wel is waar, zuiver water aanwenden, doch niet minder talrijk zijn de gevallen, waar men door enkel water reeds gewigtige veranderingen in het maaksel der teedere elementaire deelen te voorschijn roept. Als regel kan men stellen, dat bij voorkeur zulk eene vloeistof

ter bevochtiging van het voorwerp moet worden aangewend, welke het meest overeenkomt met de vloeistof, waarmede het deel in den levenden toestand in aanraking is. Het zekerst is derhalve, waar zulks mogelijk is, deze vloeistof zelve te bezigen; zoo b. v. bediene men zich van het glasvocht uit het oog bij het onderzoek der bestanddeelen van het netvlies. Over het algemeen verdient een eiwithoudend vocht de voorkeur, hetzij bloedwei of hoendereiwit, al naar omstandigheden met eene zekere hoeveelheid water verdund. Heeft men dit niet bij de hand, dan kan men, ofschoon met iets mindere zekerheid, ook gebruik maken van suiker-, gom- of keukenzoutoplossingen.

126. Dikwerf echter zijn juist de physische of chemische veranderingen, door eenig bijgevoegd vocht te weeg gebracht, van het grootste gewigt om de tegenwoordigheid van bestanddeelen te ontdekken, die anders niet of moeilijk waarneembaar zijn.

Tot de meest gebezigde onder deze vochten behoort het azijnzuur, waarmede ook andere plantenzuren, wijnsteen- en citroenzuur, in werking overeenstemmen. De celkernen worden daardoor waarneembaar, wanneer zij het vroeger niet waren. Echter is het somtijds noodig hiermede eene voorafgaande bevochtiging met suikerwater te verbinden, gelijk b. v. om de kernen in de levercellen duidelijk te voorschijn te doen komen (1). Eene bijvoeging van azijnzuur is verders het beste middel om de veerkrachtige vezelen en de cellen, waaruit deze hunnen oorsprong nemen, te midden der lijngevende weefsels te ontdekken. In het algemeen zwellen deze laatste en

(1) Pl. II, fig. 34 B.

desgelijks de zoodanige , die hoofdzakelijk uit proteïne bestaan , daardoor sterk op , verkrijgen eene groote mate van doorschijnendheid , en worden dien ten gevolge zulke deelen , welke daardoor geene verandering ondergaan , beter waarneembaar.

Eene dergelijke uitwerking hebben ook de oplossingen van bijtende potasch of soda , ofschoon zij ten deele in andere gevallen hunne aanwending vinden. Voor verschillende oogmerken worden oplossingen van onderscheiden concentratie-toestand vereischt. Ook moeten de voorwerpen somwijlen eenen geruimen tijd aan hunne inwerking worden blootgesteld , alvorens de daardoor veroorzaakte inwerking volkomen is. Het is derhalve noodig de oplossing van het bijtende loogzout , waarin zij geplaatst zijn , af te sluiten van de lucht , ten einde de opneming van koolstofzuur te verhoeden. Zulk eene afsluiting en de aanwending van zeer geconcentreerde oplossingen wordt vereischt b. v. om de fijne vezelen zichtbaar te maken , die de grovere veerkrachtige vezelen zamenstellen , om de verhoorde epitheliumcellen van nagels , hoeven , hoornen enzv. te doen opzwellen , enzv. Minder geconcentreerde oplossingen en eene kortere inwerking wordt vereischt , om sommige weefsels doorschijnend te maken , zoodat men er de verspreiding der zenuwbuisjes in kan waarnemen.

Tot de middelen , die ook somtijds te stade komen , behoort de bijvoeging van iodiumtinctuur , inzonderheid om door kleuring de al of niet aanwezigheid van dunne , zeer doorschijnende vliezen aan te toonen , als ook van fijne cilien en trilvliezen.

Onder de verschillende herkenningmiddelen der proteïne (z. Dl. II. bl. 247 , Dl. III. bl. 487) verdient sterk salpeterzuur de voorkeur. Alleenlijk drage men zorg het weefsel

vooraf goed met water uit te trekken en daarmede te kneeden, ten einde het bloed en het voedingsvocht te verwijderen, die anders ligtelijk aanleiding tot dwaling kunnen geven.

127. Om de verspreiding der fijne haarvaten te kunnen nagaan, staan ons verschillende hulpmiddelen ten dienste. In met water bevochtigde voorwerpen herkent men hen zelden meer, daar de bloedligchaampjes hierdoor nagenoeg geheel verdwijnen, doch bezigt men oplossingen van eiwit, suiker of van verschillende zouten, vooral zwavelzure soda en keukenzout, dan ondergaan de bloedligchaampjes slechts weinig verandering en gelukt het dikwerf hen nog binnen in de vaten waar te nemen. — Een ander middel bestaat in het droogen van dunne doorsneden, die men vervolgens met terpenhijnolie of canadabalsem doorschijnend maakt (1). — Eindelijk is het de opspuiting, waardoor men tot de volledigste kennis van de vaatverspreiding geraakt (2).

128. De bepaling van het aantal der elementaire deelen, welke op verschillende leeftijden hetzelfde orgaan zamenstel-

(1) Dit middel is door mijnen ambtgenoot Schroeder van der Kolk het eerst toegepast op de hersenen en het ruggemerg. Zie E. H. Ekker, *Dissertatio anatomica inauguralis de cerebri et medullae spinalis systemate vasorum capillari in statu sano et morbo*. Traj. ad Rhen. 1853.

(2) Uitvoerig behandeld in Dl. II. bl. 171 en verv. Ik voeg er hier alleen bij, dat eene zeer goede kleurstof voor injectiën ook is de het eerst door Gerlach gebezigde oplossing van karmijn in ammoniak. Het is mij gebleken, dat gelijke deelen van beiden de meest gepaste verhouding geven. Overigens voegt men van deze oplossing zooveel bij de lijnoplossing, als vereischt wordt, om er eene genoegzaam donkere kleur aan mede te deelen. Deze injectiestof dringt even fijn door, als de vroeger beschrevene gele en blaauwe injectiestoffen. Eene hoofdzaak is echter, dat men zoowel bij deze als bij gene zooveel mogelijk zuivere lijn gebruikte. Het best voldoen de lijnkoekjes (gelatine), welke men zich bij de banketbakkers verschaffen kan.

len, ten einde daaruit de groei- en ontwikkelingswijze van dit orgaan af te leiden, is uit den aard der zaak bij de dieren aan veel meer bezwaren onderworpen, dan bij de planten. Eene uitvoerige uitéénzetting van de daarbij te volgen handelwijzen, die zich meerendeels gronden op de toepassing van wiskunstige formules, acht ik hier minder aan hare plaats, en vergenoeg ik mij derhalve den lezer te verwijzen naar hetgeen daaromtrent door mij elders (1) is medege- deeld.

(1) *Recherches micrométriques sur le développement des tissus et des organes du corps humain.* Utrecht 1845.

DERDE HOOFDSTUK.

Voorbeelden tot oefening.

Mikroskopische dieren.

129. Ofschoon het, uit een stelselmatig oogpunt, even onjuist is van mikroskopische dieren als van mikroskopische planten te spreken, zoo acht ik het echter, om reeds vroeger (§ 81) aangevoerde redenen gepast daaraan eene afzonderlijke afdeeling te wijden, waarin kortelijk de hoofduitkomsten worden zamengevat, verkregen bij het onderzoek van zulke dieren, welke klein en doorschijnend genoeg zijn om hunne geheele bewerktuiging in het veld des mikroskoops te kunnen waarnemen. Hieruit volgt derhalve, dat nog met het bloote oog zichtbare dieren daartoe kunnen gebragt worden, gelijk de kleine larven van verschillende insekten, kleine crustaceën, polypen enzv., mits hunne lichamen slechts de vereischte doorschijnendheid bezitten, om, bij de beschouwing door het mikroskoop en bij opvolgende veranderingen in den afstand van het voorwerp, waarbij zich telkens andere lagen duidelijk vertoonen, dit als het ware optisch te ontleden. Daar echter bij zulk eene ruime opvatting, de perken, welke ik mij gesteld heb, verre zouden overschreden worden, zoo zal ik mij hier alleen bepalen bij de klassen der *Infusorien*, der *Rotiferen* en der *Foraminiferen*, dewijl men meer gewoon is deze klassen als uit mikroskopische wezens bestaande te beschouwen, alhoewel ook in alle drie deze afdeelingen er

verscheidene voorkomen, die nog zeer wel met het bloote oog herkenbaar zijn (1).

150. Onder den algemeenen naam van *Infusorien* heeft men, inzonderheid vroeger, een zeer groot aantal organische wezens begrepen, welke weinig anders met elkander gemeen hebben, dan dat zij klein zijn en dikwerf te zamen op gelijke plaatsen voorkomen. Zoo heeft men daartoe gebragt: de *Diatomeën*, de *Desmidiaceën* (z. § 82), en desgelijks de *Volvocineën* (2), welke alle met meer regt tot de planten worden gerekend te behooren, en de *Rotiferen*, die door hun veel zamengestelder maaksel op eenen veel hooger trap van bewerktuiging staan.

Doch zelfs, wanneer men de genoemde afdeelingen, als niet tot de eigenlijke infusorien behorende, daarvan afscheidt, dan vormen de overblijvende toch nog zulk een bont

(1) Den lezer, die meerdere bijzonderheden aangaande deze dierklassen wenscht te leeren kennen, verwijs ik naar de volgende werken:

Ehrenberg, *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen*, Leipzig 1838. — Hierin zijn, behalve de eigenlijke Infusoriën, ook de Rotiferen en een aantal Diatomeën en Desmidiaceën beschreven.

Dujardin, *Histoire naturelle des Zoöphytes Infusoires*, Paris 1841, en *Dict. univ. d'hist. nat.* 1846. VII. art. *Infusoires*.

A. Pritchard, *A History of Infusorial animalcules, living and fossil: illustrated by several hundred magnified representations*. London 1852. Eene zeer bruikbare zamenstelling van het voornaamste uit de werken van Ehrenberg, van Dujardin, en uit andere verspreide geschriften.

(2) Men vergelijke over de vraag, of de Volvocineën al of niet tot de dieren moeten gerekend worden: F. Cohn, *Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocineen*, in *Zeits. für wissenschaftliche Zoologie*, IV. s. 77, G. Busk, *Some observations on the structure and development of Volvox globator*, in *Transactions of the Microscopical Society*, p. 31, bevat in het *Quarterly Journal of Microscopical Science*, en W. C. Williamson, in dezelfde *Transactions*, p. 45, alsmede de *Memoirs of the Manchester Literary and Philosophical Society*, Vol. IX.

geheel, dat er wel geen twijfel aan is, of de vreemdsoortige bestanddeelen, waaruit het bestaat, behooren eigenlijk in eene natuurlijke rangschikking niet allen bij elkander, zoodat derhalve de klasse der Infusorien slechts als eene voorloopige afdeeling des dierenrijks zoolang kan behouden blijven, als eene grondiger kennis ontbreekt, die ons in staat stelt aan elke soort die plaats aan te wijzen, welke zij eigenlijk behoort in te nemen. Ook zijn er reeds verscheidene redenen, om, zoo niet in allen, dan toch in velen hunner slechts tijdelijke ontwikkelingsvormen te zien van hooger bewerkte dieren, Planariën, Polypen, ingewandswormen enzv., zoodat welligt eenmaal de tijd zal aanbreken, dat de Infusorien als zelfstandige dierklasse kunnen worden opgeheven en dan verdeeld onder die klassen, waartoe zij eigenlijk behooren.

151. De naam van *Infusorien* of *Afgietseldiertjes* is daarvan afkomstig, dat men het eerst eenige der daartoe behorende soorten gevonden heeft in afgietsels of aftreksels van plantaardige stoffen, zoo als hooi, peper, enzv. Inderdaad kan men in het algemeen zeggen, dat in waterige aftreksels van bijna alle plantendeelen, met uitzondering alleen van de zoodanige, welke voor het dierlijke leven volstrekt schadelijke stoffen bevatten, zich na eenigen tijd infusorien ontwikkelen. Hetzelfde geldt van aftreksels van dierlijke weefsels, mits deze niet in eenen staat van eigenlijke verrotting zijn overgegaan. Ook wordt tot die ontwikkeling steeds de toetreding der lucht vereischt.

Zonder ons hier te begeven in het moeilijke vraagstuk aangaande de *generatio spontanea*, welke trouwens in de laatste jaren meer en meer onwaarschijnlijk is geworden, zoo zij hier nog opgemerkt, dat, wanneer het aftreksel vooraf

gekookt is, en men laat nu alleen lucht toetreden, die vooraf door sterk zwavelzuur is gegaan, er geene vorming van infusorien plaats grijpt.

152. In zulke aftreksels treft men echter altijd slechts een klein getal der meest verspreide soorten aan. Verreweg de meesten, en daaronder de grootste en fraaiste vormen, leven even als andere dieren vrijelijk in de natuur. Waar zoetwateralgen in de slooten voorkomen, kan men ook zeker zijn van eenen rijken oogst van infusorien, welke zich te midden daarvan ophouden; ook tusschen het eendenkroost (de verschillende soorten van *Lemna*) vindt men er vele, hetzij vrij of de soorten van de geslachten *Vorticella* en *Epistylis* met hunne steelen aan de plantjes vastgehecht, terwijl hetzelfde geldt van andere waterplanten behoorende tot de geslachten *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum* enzv., welker zich onder het water bevindende gedeelten vaak bezet zijn met dergelijke aan eene vaste woonplaats gebonden infusorien, terwijl men er bovendien verscheidene der grootere in eenen koker levende rotiferen (*Lacinularia*, *Melicerta*) en desgelijks verschillende soorten van Polypen (*Hydra*, *Plumatella*) op kan aantreffen.

Andere soorten van infusorien komen meer op zich zelve voor, ofschoon somwijlen hunne individu's in verbazende getallen vereenigd zijn. Zoo b. v. wordt de groene kleur, die de oppervlakte van het water soms aanneemt, doorgaans veroorzaakt door *Euglena viridis* (Pl. II. fig. 51), terwijl andere, *Euglena sanguinea*, *Astasia haematodes*, die in den jeugdigsten toestand groen, in den volwassenen rood zijn, de wateroppervlakte rood kleuren.

Heeft men eenmaal infusorien verzameld, dan kan men

hen in kleine opene flesschen met slootwater en eenige bijgevoegde kleine planten, langen tijd bewaren, zoodat men gelegenheid heeft hunne levensgeschiedenis nader te leeren kennen.

155. Het naauwkeurig onderzoek van infusorien en van levende dieren in het algemeen is eene der moeilijkste opgaven voor den mikroskopischen waarnemer. Er behoort eene groote oefening toe in het gebruik der handen, om het ginds en her zich bewegende voorwerp voortdurend zoo veel mogelijk in het gezigtveld te houden, en eene groote mate van geduld, dewijl zeer vele dier voorwerpen elk oogenblik van vorm veranderen of zich onder een ander gezigtspunt vertoonen. Voorschriften, hoe men dergelijke waarnemingen moet verrigten, kunnen, wel is waar, voor den minder geoefenden van eenigen dienst zijn, doch alleen eigene langdurige oefening kan hem in staat stellen alle de aan dit onderzoek verbonden zwaarigheden te overwinnen. Ik maak hierop vooral opmerkzaam, omdat hij, die een mikroskoop magtig is geworden, meestal zeer geneigd is om het zoodra mogelijk te gebruiken voer de waarneming dier kleine wzens, welke zijne trouwens regtmatige nieuwsgierigheid prikkelen. Doch hij wane niet zich met eenige vrucht op het onderzoek van hun maaksel, van hunne veranderingen, levenswijze enzv. te kunnen toelagen, alvorens hij door een langdurig gebruik van het mikroskoop tot het onderzoek van andere voorwerpen, bepaaldelijk van plantaardige en later van dierlijke weefsels, zich daartoe behoorlijk heeft voorbereid en de noodige vaardigheid eigen gemaakt, om met de eene hand op de voorwerptafel en met de andere aan den knop, die ter sijne instelling van het mikroskoop dient, de bewegingen van het

diertje, dat hij nauwkeurig wenscht te beschouwen, in allerlei rigtingen te volgen, zoodat het gestadig in het gezigsveld blijft. Tot zulk eene taak is alleen de geoefende hand in staat, de best ingerigte beweegbare voorwerptafels moeten daarvoor in veelzijdigheid der beweging verre onderdoen.

Echter zijn er eenige hulpmiddelen, waardoor de waarneming zekerder en gemakkelijker wordt gemaakt. Daartoe behoort in de eerste plaats het afzonderen van een enkel diertje, wanneer dit nog groot genoeg is om even met het bloote oog onderscheiden te worden. Dit geschiedt het best met eene kleine pipet, welker fijne uiteinde men in het vocht dompelt, terwijl men het andere met den vinger gesloten houdt. Is dan de opening der pipet juist boven het diertje en verwijdert men nu den vinger, dan stijgt het water er in op en voert het diertje mede. Meestal zijn echter de infusorien te klein, dan dat het mogelijk zoude wezen hen op die wijze te isoleren. Men kan dan alleen de ruimte beperken, waarin zich één of eenige weinige individu's vereenigd bevinden. Zijn het zulke soorten, die te midden van zoetwateralgen leven, dan doet men het best gelijktijdig eenigen van dezen op het voorwerpplaatje te brengen en met naalden daarop uit te spreiden. In plaats daarvan kan men ook gebruik maken van een klein lapje fijn neteldoek, dat men alvorens geheel met water heeft laten doortrekken; de kleine diertjes bevinden zich dan opgesloten in de mazen daarvan. Door deze en dergelijke middelen belet men bovendien, dat de ligchamen der diertjes door de drukking van het dekplaatje beleedigd worden. Eene geringe mate van drukking kan echter in sommige gevallen voordeelig zijn, vooreerst ten einde de beweging te verminderen, en ten tweede om bij de grooteren de doorschijnendheid te bevor-

deren. Daartoe maakt men het best gebruik van een goed ingerigt compressorium.

Men heeft ook verschillende andere middelen aanbevolen om de diertjes tot rust te brengen. Plaatst men, ter zijde van den droppel, waarin infusorien bevat zijn, een' droppel *ether* of *chloroform*, dan komen daardoor de diertjes allengs tot stilstand, ofschoon langzaam, zoodat een enkele droppel geenszins genoegzaam is, maar men, wanneer die verdampt is, hetzelfde nog twee of driemaal moet herhalen, terwijl sommige kleine dieren, zooals de soorten van het geslacht *Anguillula* Ehr. of *Rhabditis* Duj. (Pl. II. fig. 45) daaraan dan nog eenen zeer geruimen tijd weêrstand bieden. Beter voldoet de toevoeging van oplossingen van andere stoffen, die voor het dierlijk leven vergiftig zijn, zoo als van *salpeterzure strychnine*, het *waterig opiumextract*, *laurierkerswater*. Het zoude ons te ver leiden, om de inwerking dier vochten op verschillende soorten te schetsen. Genoeg zij het hier te doen opmerken, dat die inwerking zeer onderscheiden is, en dat dan eens het eene, dan weder het andere der genoemde middelen de voorkeur verdient, zonder dat zich daaromtrent algemeene voorschriften laten geven. Steeds echter zal de nuttigheid hunner aanwending tot bepaalde gevallen beperkt blijven, want nimmer vertoonen zich de dieren, welke daardoor tot rust gebracht zijn, in hunnen geheel normalen toestand. Voor de meesten is het tijdstip, waarop zij tot rust geraken, ook dat van hunnen dood, welke gepaard gaat met veranderingen van vorm en inwendig maaksel. Vooral geldt zulks van die teedere soorten van infusorien, welker geheele lichaamsoppervlakte met trilhaartjes bezet is; deze barsten op hetzelfde oogenblik dat zij tot rust zijn gekomen en sterven, zoodat er niets dan eene vormlooze massa van

hen overblijft, waarin men echter sommige deelen nog herkent en dan natuurlijk naauwkeuriger kan waarnemen dan in den levenden toestand. In dit opzigt komen alle de bovengenoemde middelen overeen. Zij kunnen den geoefenden somtijds in staat stellen eenige bijzonderheden van het maaksel met meer duidelijkheid en zekerheid te onderscheiden; voor den ongeoeffenden waarnemer zijn zij van geen nut hoegenaamd.

154. De grootte der dieren, welke tot de Infusorien gebragt worden, is zeer verschillend, van de *Vibrionen* (1) af, welke zich in alle proteïne bevattende vochten ontwikkelen en ter naauwernood $\frac{1}{1000}$ millim. in doormeter hebben, tot de *Stentor*-soorten toe, waaronder er zijn, die meer dan 1 millim. lang, en nog gemakkelijk met het bloote oog herkenbaar zijn.

Ook in gedaante zijn zij zeer onderscheiden, gelijk reeds blijkt uit Pl. II, fig. 50 tot 42 en fig. 46 tot 49, waar eenige der hoofdvormen zijn afgebeeld. Over het algemeen is hun ligchaam zeer week en zacht, doch bij sommigen (*Aspidisca*, *Euplotes* (2)), is het ten deele bedekt met een uit iets vastere stof bestaand schild of voorzien van een glasachtig doorschijnend kokertje, waarin het diertje met het benedeneinde of den voet is vastgehecht, maar zich overigens vrij bewegen kan (3). Bij de meesten herkent men een bekleedend vlies, dikwijls wel is waar zoo dun, dat men zelfs bij sterke vergrooting geene dubbele grenslijnen kan waarnemen, doch bij anderen (*Bursaria* (4), *Vorticella* (5))

(1) Pl. II, fig. 30, *Vibrio lineola* Ehr.

(2) Pl. II, fig. 49, *Euplotes appendiculatus* Ehr.

(3) Pl. II, fig. 46, *Vaginicola cristallina* Ehr.

(4) Pl. II, fig. 36, *Bursaria vorax* Ehr.

(5) Pl. II, fig. 33, *Vorticella nebulosa* Ehr.

enzv.) zijn deze waarneembaar. Soms schijnt het zelfs als of dit vlies nog uit kleine deeltjes is zamengesteld (1). Eenigen (*Amoeba* (2)) vertoonen geen spoor van vliezige bekleeding en schijnen als het ware slechts bewegelijke geleiachtige massa's te zijn. Daarentegen zijn er wederom anderen (*Loxodes Bursaria*, Pl. II. fig. 42), die, behalve het uitwendige vlies, nog eene laag epitheliumcellen bezitten, welke de binnenzijde van dit vlies bekleeden.

De lichaamsoppervlakte van verreweg de meesten is geheel of ten deele bezet met zeer fijne trilhaartjes, door welke beweging de plaatsverandering wordt te weeg gebracht. Rondom de mondopening zijn zij doorgaans het talrijkst en langst. Bij velen staan deze haartjes op regelmatige rijen (3). Behalve deze in eene gestadig golvende beweging zich bevindende haartjes of cilien, komen er nog andere dergelijke lichaamsaanshangselen voor, welke daarmede niet moeten verward worden. Zoo zijn sommige soorten (b. v. *Aspidisca*, *Kolpoda*, *Euplotes* (4)) voorzien van veel grootere stijve haren, welke ten deele ook willekeurig bewegelijk zijn en even als pootjes gebruikt worden. Bij anderen (5) is het lichaam bezet met lange, bijna geheel onbewegelijke geleiachtige draden, wier uiteinden aan het oog ontvlugten. Eindelijk zijn eenigen (6) voorzien van één of twee soms zeer lange draden, die in eene fijne spits uitloopen, en welke

(1) Pl. II, fig. 39, *Actinophrys Sol*, B a, zamentrekbare blaas, waar het bekleedend vlies afzonderlijk zichtbaar is, en waarin men bij sterke vergrooing nog kleine streepjes herkent.

(2) Pl. II, fig. 37, *Amoeba Princeps* Ehr.

(3) Pl. II, fig. 41, *Chilodon*, *Cucullulus* Ehr.; fig. 48, *Amphileptus Fasciola* Ehr.

(4) Pl. II, fig. 49, *Euplotes appendiculatus* Ehr. B, van ter zijde gezien.

(5) Pl. II, fig. 39, *Actinophrys Sol* Ehr.

(6) Pl. II, fig. 31, *Euglena viridis* Ehr.; fig. 32 *Eugl. Pyrum* Ehr.

het diertje naar willekeur in allerhande rigtingen, even als ware het eene snuit, door het vocht bewegen kan. Door gaans zijn deze draden uiterst fijn, zoodat zij slechts bij sterke vergrooting en gepaste verlichting zichtbaar zijn; somtijds echter vallen zij ook reeds bij eene geringe vergrooting dadelijk in het oog (1). Min of meer hieraan beantwoordt het halsvormig verlengsel van anderen (b. v. *Amphileptus*, fig. 48), dat mede naar alle zijden bewegelijk is, terwijl het ligchaam in die beweging niet deelt.

Als aanhangsel van het eigenlijke ligchaam moet ook de steel der Vorticellen (2) beschouwd worden. Is zij vertakt, dan behooren de diertjes tot de geslachten *Epistylis* of *Carchesium*. Deze steel bestaat uit twee deelen, uit eenen rolronden draad en eenen spiraalsgewijs daarmede zamenhangenden band. De eerste vertoont zich iets donkerder, uit hoofde van de sterkere lichtbreking, welke het gevolg is van den vorm; de laatste is zeer dun, bleek en doorschijnend. Naar de wijze te oordeelen, waarop zich beide deze deelen in den zamengetrokken toestand vertoonen, schijnt deze band eigenlijk een hol kanaal te zijn, waarin de zoo even genoemde draad excentrisch bevat is.

155. Over de inwendige bewerktuiging der infusorien is veel getwist. Terwijl sommigen op het voetspoor van Ehrenberg, die het eerst deze dieren met de betere mikroskopen van den nieuweren tijd aan een naauwkeurig onderzoek heeft onderworpen, daarin zeer zamengestelde organismen zien,

(1) Pl. II, fig. 40, *Trachelius trichophorus* Ehr., δ snuit.

(2) Pl. II, fig. 33, *Vorticella nebulifera* Ehr., A in den uitgestrekten, B in den zamengetrokken toestand, C een individu korten tijd voor de loslating van den steel, D vrijgeworden individu.

met bijzondere werktuigen voor de verschillende levensverrichtingen van voeding, voortteeling, beweging en zinnelijke waarneming, zijn er daarentegen anderen (Dujardin, von Siebold, Kölliker, enzv.), die de infusorien als hoogst eenvoudig georganiseerd beschouwen, ja zelfs meenen, dat het éencellige dieren zijn. Hierbij moeten wij doen opmerken, dat het niet zoozeer de waarneembare feiten zijn, welke verschil opleveren, maar alleen hunne duiding. Het zoude ons hier te ver afleiden, indien wij ons in dezen strijd van meeningen wilden begeven, waaruit echter deze leering zoude te trekken zijn, dat het op wetenschappelijk gebied steeds raadzaam is zich van stellige uitspraken te onthouden, wanneer de regtstreeksche uitkomsten van het onderzoek en de ons tijdelijk ten dienste staande waarnemingsmiddelen daartoe geen volkomen regt geven. Waarschijnlijk echter zoude het bij eene zorgvuldige overweging van de gronden voor en tegen de verschillende gevoelens blijken, dat de waarheid eigenlijk in het midden ligt, dat eensdeels de onderscheiden infusorien-soorten geenszins volgens eenen zelfden typus gevormd zijn, anderdeels dat de meesten hunner noch als enkel éencellige dieren kunnen beschouwd worden, noch ook als dieren, wier bewerktuiging op zoo hoogen trap staat, als Ehrenberg dit gemeend heeft.

Bepalen wij ons hier slechts bij hetgeen de onmiddellijke waarneming leert.

Bij zulke kleine wezens, als de Vibrionen (1) en Monaden (2), wier ligchaam zoo klein is, dat zij slechts bij sterke vergrooting zichtbaar worden, kan voor als nog van eene eigenlijke bewerktuiging geen sprake zijn; de overige en groo-

(1) Pl. II, fig. 30, *Vibrio lincola* Ehr.

(2) Pl. II, fig. 35, *Monas hyalina* Ehr.

tere kan men verdeelen in mondlooze (*astoma*) en eenen mond bezittende (*stomatoda*) infusorien. Het schijnt, dat de eerste zich slechts voeden door opneming van het omringende vocht door de wanden van hun ligchaam, even als de plantencellen. Ook mag men veilig aannemen, dat onder de door Ehrenberg als mondlooze infusorien beschreven soorten er velen zijn, wier plantaardige natuur thans bezwaarlijk meer in twijfel kan worden getrokken, terwijl het van eenige anderen (*Actinophrys* (1), *Acineta*) deels bewezen, deels waarschijnlijk is, dat zij tijdelijke ontwikkelingsvormen, namelijk geïnkysteerde dieren uit de familie der Vorticellinen zijn.

Bij de van eenen mond voorziene infusorien bevindt zich deze hetzij van voren (2) of ter zijde (3) van het ligchaam. Doorgaans is zij omgeven van eene of meerdere rijen tamelijk groote cilien, die in eene gestadige beweging zijn, waardoor kleine lichaampjes, die zich in het vocht bevinden, daarheen worden gevoerd. Bij eenigen (*Prorodon*, *Chilodon* (4)) is de trechtervormige mondopening bezet met harde overlans nevens elkander geplaatste naaldvormige lichaampjes, welke men als eene soort van tanden beschouwen kan.

De mondopening verleent toegang tot een doorgaans zeer kort, maar tamelijk wijd kanaal, dat volgens Ehrenberg

(1) De door Kölliker (*Zeits. f. wiss. Zoölogie*, I. s. 198) beschreven zonderlinge voedingswijze van *Actinophrys Sol*, welke daarin zoude bestaan, dat kleine lichaampjes door eene willekeurige plaats van het ligchaam zouden binnendringen, en vervolgens de onverteerde deelen elders worden ontlast, door eene zich van zelf weder sluitende opening, heb ik niet door de waarneming bevestigd gevonden, ofschoon ik vele honderde individu's op dit punt onderzocht heb.

(2) Pl. II, fig. 33, *Vorticella nebulifera*; fig. 45, *Vaginicola crystallina*.

(3) Pl. II, fig. 36, *Bursaria vorax*; fig. 42 A, *Loxodes Bursaria*.

(4) Pl. II, fig. 41, *Chilodon Cucullulus* Ehr., b mond.

zich zoude voortzetten in een darmkanaal, voorzien van talrijke ronde aanhangselen of magen, om welke reden hij aan deze dieren den algemeenen naam van *Polygastrica* heeft gegeven. Volgens de meeste overige waarnemers opent zich daarentegen het mondkanaal onmiddellijk in de met eene weke vormlooze massa gevulde ligchaamsholte en is er geen spoor voorhanden van een eigenlijk darmkanaal, noch van magen, die eigene wanden bezitten, maar zouden er slechts tijdelijk in de weke massa, die het ligchaam vult, ruimten (vacuolen) ontstaan, en zoude het voedsel daarin worden opgenomen.

Voor het onderzoek van dit gedeelte van het maaksel der infusorien is de kunstmatige voeding met gekleurde stoffen onmisbaar. Het best bedient men zich daartoe van fijn verdeelde kleurstoffen van organischen oorsprong, onder den vorm van gewone waterverw. Karmijn, indigo, sapgroen zijn daartoe geschikt; het eerste verdient echter de voorkeur wegens de fijnheid der deeltjes, waaruit het bestaat. Men wrijft een weinig hiervan op een voorwerpplaatje met water af, en brengt er vervolgens de infusorien bij. Niet alleen is deze handelwijs nuttig om de voedingswijze der infusorien na te gaan, maar ook om door de beweging der kleurstofmoleculen de tegenwoordigheid der fijne trilhaartjes beter te ontdekken.

Wat de opneming door den mond aanbelangt, zoo leert de waarneming, dat (misschien met uitzondering van eenige weinige soorten, behoorende tot de geslachten *Trachelius* en *Leucophrys* (1)), zoodra de kleurstof in het ligchaam dringt,

(1) Bij *Leucophrys patula* Ehr. (*Bursaria patula* Duj.), zag ik eenmaal een van aanhangselen voorzien kanaal, volkomen beantwoordende aan de afbeelding van Ehrenberg. Ik moet hier echter bijvoegen, dat ik er geen voedsel in heb waargenomen.

zij geene vaste wegen volgt, maar zich spoedig tot ballen vormt (1), die van geen eigenlijk vlies omgeven zijn, en evenmin eene vaste plaats hebben. Bij de Vorticellen, maar inzonderheid duidelijk bij *Loxodes Bursaria* (Pl. II. fig. 42), waar deze spijsballen in den natuurlijken toestand groen of bruinachtig groen gekleurd zijn, maar die door voeding met karmijn ook eene roode kleur kunnen verkrijgen, ziet men hen op eene geregelde wijze in de ligchaamsholte van plaats veranderen, zoodat zij langs de binnenzijde van den ligchaamswand ter eener zijde dalen, om langs de andere weder op te stijgen, dat is, met andere woorden, er heeft hier een geregelde omloop plaats, hetgeen het denkbeeld van een met even zoo veel magen als spijsballen bezet darmkanaal geheel buitensluit.

De bijvoeging van kleurstoffen verschaft ook de gelegenheid om waar te nemen, hoe de niet verteerde stoffen het ligchaam weder verlaten. Bij velen geschiedt dit door dezelfde opening, waardoor het voedsel is binnengetreden, namelijk door den mond. Bij anderen daarentegen ontlast zich de niet verteerde stof door eene bijzondere opening (*anus*), welke óf ter zijde van het ligchaam, óf tegenover den mond gelegen is (fig. 56), en welker aanwezigheid men alleen door het naar buiten treden der kleurstofdeeltjes herkennen kan.

In zeer vele infusorien heeft men ook zamentrekbare ruimten of schijnbare blazen waargenomen (2), doorgaans één of twee, zelden meer en gewoonlijk niet ver van de mondope-

(1) Pl. II, fig. 36, *Bursaria vorax*, na de voeding met karmijn.

(2) Pl. II, fig. 34, *Oxytricha Pellionella* Ehr.; fig. 36, *Bursaria vorax*; fig. 40, *Trachelius trichophorus*; fig. 41, *Chilodon Cucullulus* enzv.; in deze verschillende figuren zijn de zamentrekbare ruimten door *a* aangewezen.

ning verwijderd. Deze zamentrekbare ruimten zijn gemeenlijk rond (bij *Paramecium Aurelia* stervormig), met een hel-der vocht gevuld, en trekken zich op eene min of meer pe-riodische wijze zamen, zoodat zij, geheel zamengetrokken zijnde, voor een oogenblik geheel onzichtbaar worden, om zich dadelijk daarop weder tot hunne vorige grootte uit te zet-ten. Doorgaans verloop er tusschen twee zamentrekkingen verscheidene seconden, somtijds zelfs langer.

Verschillend van deze zich in het inwendige des ligchaams bevindende zamentrekbare ruimten, waaraan men geen begren-zend vlies kan ontdekken, zijn de zamentrekbare blazen van *Actinophrys* (Pl. II. fig. 59 A, B, *aa*), welke aan de op-pervlakte gelegen zijn, doch, even als de vorige, het ver-mogen bezitten om zich geheel zamen te trekken, zoodat zij als het ware, in het ligchaam schijnen opgenomen te worden.

Bij eenigen komt bovendien een ander korrelig ligchaampje voor, gewoonlijk eenigzins geelachtig gekleurd, meestal in het midden gelegen, doorgaans rond (Pl. II. fig. 59 *b*), somtijds echter (namelijk bij eenige Vorticellen, die den Acinetenvorm aannemen, waarover later) bandvormig. Ehrenberg be-schouwt dit ligchaampje als *testis* en de zoo even genoemde zamentrekbare ruimten als zaadblaasjes. Siebold en ande-ren, die in de infusorien ééncellige dieren zien, houden het zoo even genoemde ligchaampje voor eene celkern, waarmede het trouwens slechts eene verwijderde overeenkomst heeft, terwijl het bovendien zeer dikwijls geheel ontbreekt. Wat de verrigting der zamentrekbare ruimten betreft, zoo schijnt deze daarin te bestaan, dat zij zich tijdens hunne uitzetting (*dia-stole*) met voedingsvocht vullen en dit bij hunne zamentrek-king (*systole*) door de omgevende ligchaamsmassa weder ver-breiden, waardoor stilstand voorgekomen wordt. Waar de za-

mentrekbare ruimten aan de oppervlakte gelegen zijn, kunnen zij met de verrigting der ademhaling in verband staan, doch bij verreweg de meesten mag men aannemen, dat de ademhaling aan de geheele lichaamsoppervlakte geschiedt en bevorderd wordt door de gestadige beweging der trilhaartjes, waardoor voortdurend nieuw luchthoudend water daarmede in aanraking komt.

155. De voortteeling der infusorien geschiedt op verschillende wijzen. Daarvan is die der zelfverdeeling het algemeenst en het best bekend (1). Deze verdeeling heeft bij eene en dezelfde soort dan eens overdwars, dan weder overlangs plaats. Volgens sommigen zoude zij steeds aanvangen met de verdeeling van het lichaampje, dat voor eene kern wordt gehouden; echter zijn er ook gevallen, die hiermede in tegenspraak zijn, inzonderheid die, waarin geen spoor van zulk eene kern waarneembaar is. Ehrenberg heeft ook eijeren in deze dieren willen vinden, doch de door hem aldus genoemde lichaampjes zijn inderdaad niet te onderscheiden van de spijsballen. Of zich de infusorien derhalve ook door eijeren, beantwoordende aan die der hoogere dieren, voortplanten, blijft nog onzeker. In den laatsten tijd heeft men echter op eenige gevallen gewezen, waaruit schijnt te volgen, dat er ook bij infusorien, even als bij de lagere algen (z. § 89), eene copulatie kan plaats grijpen. Welligt behooren daartoe de reeds door Ehrenberg, onder den naam van *Actinophrys difformis* beschreven voorwerpen (Pl. II. fig. 59 B), welke men zoude kunnen beschouwen als gevormd door copulatie van twee individu's van *A. Sol.* Soms komen

(1) Pl. II. fig. 38, eene zich overlangs verdeelende *Oxytricha*.

dergelijke voorwerpen voor, welke uit drie of vier individu's bestaan. Ook de in fig. 42 B afgebeelde dubbele *Loxodes Bursaria* kan als door copulatie ontstaan beschouwd worden. Echter blijft het steeds moeilijk in zulke gevallen verdeling en copulatie van elkander met zekerheid te onderscheiden (1).

Zeer merkwaardig is de voortplantingswijze der verschillende soorten van infusorien, welke tot de afdeeling der Vorticellinen behooren (2). Behalve door verdeling teelen deze ook voort door uitwendige knopvorming, alsmede door inkysteering der zich hetzij van den steel afgescheiden hebbende of daarmede nog zamenhangende individu's. Deze nemen daarbij geheel andere vormen aan, waarin de oorspronkelijke niet meer kunnen herkend worden, en sommige infusorien, die vroeger als zelfstandige soorten beschouwd werden (behoorende tot de geslachten *Podophrya*, *Actinophrys*, *Acineta*, te zamen de afdeeling der *Acinetina* vormende), zijn welligt allen, althans meerendeels, zulke geïnkysteerde Vorticellen. Binnen in de holten dezer kysten heeft, door inwendige knopvorming uit de kern, eene opvolgende ontwikkeling van jonge individu's plaats, welke door de zich openende wanden der kyste naar buiten treden, terwijl deze opening zich dadelijk daarop weder sluit en eene nieuwe ontwikkeling daarbinnen aanvangt. Opmerking verdient hierbij

(1) Kölliker heeft het eerst het vermoeden geopperd, dat er bij *Actinophrys Sol* eene copulatie plaats heeft. Zie *Zeitschr. f. wiss. Zoölogie*, I. s. 198. Verg. verders von Siebold, *Ueber die Conjugation des Diplozoön paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugationsprocess der Protozoen*, in hetzelfde Tijdschrift, Dl. III. p. 62.

(2) Zie hierover Pineau, in *Annales des Scienc. natur.* 3^{me} Serie, 1845, III. en 1848, IX., en vooral Stein in Wiegmann's *Archiv* 1849, *Annales des Scienc. natur.* 3^{me} Serie, XVIII. p. 95, *Zeitschr. f. wiss. Zoölogie*, III. p. 475, 485 en 492.

nog, dat deze kysten geheel kunnen indroogen en in dien toestand zeer lang bewaard worden, zonder het vermogen te verliezen om nieuwe Vorticellen voort te brengen, zoodat derhalve deze ligchaampjes, even als de sporidiën der planten, door de lucht kunnen worden rondgevoerd, tot dat zij door het toeval in een vocht geraken, waar zij tot ontwikkeling komen.

Onder sommige omstandigheden ontstaan echter uit deze kysten geen jeugdige Vorticellen, maar veel kleinere infusorien, geheel gelijkende op *Monas Colpoda* en *M. scintillans* Ehr. (Stein). Men kan vermoeden, dat deze niet anders zijn, dan embryones van Vorticellen, een vermoeden, dat versterkt wordt, door dat sommige niet geïnkysteerde infusorien werkelijk levendbarend zijn. Het best is dit aangewezen ten aanzien van de reeds meer genoemde *Loxodes Bursaria* (1), doch ook van eenige andere (*Urostyla grandis*, eene *Dileptus*-soort en *Paramecium Aurelia* (2)) is zulks met meerder of minder zekerheid waargenomen. Deze embryones, welke door eene opening in de bekleedselen (vermoedelijk dezelfde als de *anus*) naar buiten treden, verschillen aanvankelijk zeer van het moederdier. Die van *L. Bursaria* zijn cilindervormige, somwijlen ook bolronde, met trilhaartjes bezette kleurlooze ligchaampjes, die zich snel door het vocht bewegen. Eene mondopening is nog niet herkenbaar, doch de zamentrekbare ruimten, die ook in het volwassen dier voorkomen, zijn reeds aanwezig. Welke de op-

(1) Door Focke, *Amtlicher Bericht der Naturforscherversammlung in Bremen 1844*: p. 10; later uitvoeriger door F. Cohn, *Zeitschr. f. wiss. Zoölogie*, 1851, III. p. 257.

(2) De eerste volgens Cohn, de beide laatste volgens J. Haime (*Ann. des Scienc. nat.* 1853, 3^{me} Serie, XIX. p. 131, die echter, naar het schijnt ten onregte, deze zich vrij bewegende embryones voor eijeren houdt.

volgende veranderingen zijn, die deze embryones ondergaan, is nog niet bekend. Daarentegen heeft reeds het onderzoek van andere infusorien geleerd, dat zij verschillende gedaanteverwisselingen kunnen ondergaan. Inzonderheid geldt zulks van *Oxytricha pellionella* Ehr. (waarvan *O. gibba* slechts eene variëteit schijnt te zijn). Deze is namelijk een larven-toestand van de veel kleinere en in vele opzigten daarvan verschillende *Trichoda Lynceus* Müll. (*Aspidisca Lynceus* Ehr.), welke daaruit, na eene reeks van vormveranderingen te voorschijn komt (1). Ook zouden zich Oxytrichen uit Vorticellen kunnen ontwikkelen (2), doch dit vordert nog eene nadere bevestiging, daar de hieromtrent medegedeelde waarnemingen de noodige volledigheid missen.

Het lijdt wel geen twijfel, of, bij voortgezet onderzoek, zullen nog menige opmerkelijke wijze van ontstaan (3), voortplanting en vormverandering der infusorien ontdekt worden. Slechts wachte men zich hier voor ligvaardige besluiten, afgeleid uit niet geheel volledige waarnemingen, en houde steeds in het oog, dat nergens eene grootere mate van geduld en volharding en eene zorgvuldiger kritiek van hetgeen de afzonderlijk waargenomen feiten leeren gevorderd worden, dan bij een dergelijk onderzoek (4).

(1) Zie hierover Jules Haime, *Ann. des Sc. nat.* 1853, 3^{me} serie, XIX. p. 109.

(2) Volgens Pineau (*Ann. des Sc. nat.* 1848, 3^{me} serie, IX. p. 99.

(3) Zoo b. v. zag Ekker *Zeits. f. wiss. Zoölogie*, III. p. 412) eene vorming van *Cercomonaden* uit de klievingsbollen der eijeren van *Lymnaeus stagnalis*. Minder vertrouwen verdient de waarneming van Gros, die epitheliumcellen van de pisblaas van kikvorschen in infusorien zag veranderen (*Compt. rendus* XXXI. p. 517).

(4) Een waarschuwend voorbeeld, hoe een oppervlakkig onderzoek tot allerlei verkeerde en ongegronde gevolgtrekkingen kan aanleiding geven, vindt men in Gros, volgens wien uit *Euglena's* zich zouden vormen:

137. Of en in hoeverre de infusorien het vermogen van zinnelijke gewaarwording bezitten is eene nog niet geheel uitgemaakte zaak. Dat zij gevoel hebben, is meer dan waarschijnlijk, en men zoude zelfs de vroeger vermelde lange bewegelijke haren aan het vooreinde van sommigen als tastorganen kunnen beschouwen. Minder waarschijnlijk is het, dat de roode vlekjes, welke bij sommigen (1), en bepaaldelijk bij zoodanigen voorkomen, die overigens op eenen lageren trap van organisatie staan dan de meeste anderen, de betekenis en verrigting van oogen zouden hebben. De voor deze beschouwingwijze aangevoerde gronden, welke zich vooral bepalen tot de gelijkheid in kleur met die der oogvlekken van de Rotiferen en van enkele andere dieren, die ontwijfelbare oogen hebben, welke zich door een dergelijk pigment kenmerken, zijn geenszins genoegzaam, terwijl de waarneming van zulke roode vlekjes bij sommige algensporidiën (§ 87) leert, dat hunne tegenwoordigheid zich zelfs niet alleen tot dierlijke organismen bepaalt.

138. Zeer verschillend is het bewegvermogen der infusorien. Terwijl sommigen, tot de trouwens twijfelachtige afdelingen der Acineten en Rhizopoden behorende, schier geene plaatsbeweging bezitten, zijn daarentegen de meeste anderen zeer vlug in hunne bewegingen en zwemmen rond door het vocht, ten gevolge der beweging van de trilhaartjes

verschillende soorten van Diatomeën, Desmidiaceën, Zygnemaceën, verscheidene soorten van Infusoriën, Rotiferen, Nematoiden en Tardigraden (*L. Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou* 1850, in uittreksel in de *Annales des Scienc. nat.* 1852. XVII. p. 193). Nergens misschien is de stelling van *post hoc ergo propter hoc* in uitgebreider toepassing gebracht.

(1) Pl. II. fig. 31, *Euglena viridis*; fig. 32, *E. Pyrum*.

aan hunne oppervlakte (b. v. *Bursaria*, *Paramecium*, *Loxodes*), daarbij dan eens deze, dan weder gene zijde van hun ligchaam naar het oog des waarnemers keerende. Andere (*Euplotes* (1), *Stylonychia*, *Aspidisca*), die voorzien zijn van iets grootere en stijvere haarachtige organen, gebruiken deze als pootjes en loopen daarmede langs de oppervlakte van plantendeelen of van grootere dieren, die zich gelijktijdig met hen in het water bevinden. Nog andere, namelijk die behoorende tot de geslachten *Vorticella* en *Carchesium* zijn gedurende een zeker tijdperk van hun leven aan eene steel verbonden, zoodat hunne plaatsbeweging zich alleen bepaalt tot de zamentrekking van dezen, doch gedurende een ander tijdperk worden zij vrij rondzwemmende dieren, door zich af te scheiden van den steel, terwijl zij dan tevens voorzien worden van een trilvlies op eenigen afstand van hun achtereinde (2).

Doch behalve het vermogen tot plaatsverandering bezitten vele infusorien ook het vermogen, om door zamentrekking van hun ligchaam dit van gedaante te doen veranderen. Ook in dit opzigt heerscht echter groot verschil, want terwijl deze zamentrekbaarheid bij sommigen ter naauwernood wordt opgemerkt, bestaat zij bij anderen daarentegen in zoo hooge mate, dat de dieren schier ieder oogenblik van gedaante verwisselen. Met zekerheid waarneembare spieren komen echter bij de infusorien niet voor. Zelfs de zich als een kurkentrekker oprollende steel der Vorticellen (3) verdient dien naam niet. De wijze van zamentrekking is hier eene geheel andere, dan bij ware spieren, welke zich in de breedte uitzetten en daardoor in de lengte korter worden, maar nimmer

(1) Pl. II, fig. 49, *Euplotes appendiculatus*, B van ter zijde gezien, in den loopenden toestand.

(2) Pl. II, fig. 33, *Vorticella nebulifera* D, t trilvlies.

(3) Pl. II, fig. 33, B.

in den toestand van zamentrekking eenen zigzag- of spiraalloop hebben. Ook verliest de steel het vermogen om zich op te rollen op hetzelfde oogenblik, dat het ligchaam van het dier zich daarvan afscheidt, en blijft dan uitgestrekt liggen. Hoe de oprolling eigenlijk geschiedt is onzeker, maar steeds gaat haar de zamentrekking van het ligchaam en de sluiting der mondopening vooraf. Men kan vermoeden, dat het fijne bandvormige vlies, waarmede de steel spiraalsgewijs bezet is, een hol kanaal is, zamenhangende met de lichaamsholte, en dat bij de sluiting van de mondopening, door de zamentrekking van het ligchaam, het daarin bevatte vocht in dit kanaal gespoten wordt, hetwelk zich daardoor in de breedte uitzet, dat is rolrond wordt, maar in de lengte inkrimt, welke inkrimping volgens eene spiraallinie geschiedt, uit hoofde van den volgens diezelfde rigting met het kanaal zamenhangenden of daarin excentrisch bevatten draad. Later, wanneer de mondopening zich weder ontsluit, wordt het vocht door de veerkrachtige wanden van het kanaal naar de lichaamsholte teruggedreven, en herneemt de steel weder zijnen vroegeren uitgestreken vorm, welke daaraan in den passieven toestand eigen is. Doch, ofschoon de wijze, waarop zich de opgerolde steel vertoont, wel met deze voorstelling strookt, zoo heeft zij echter geene hoogere aanspraak, dan op die eener niet van waarschijnlijkheid ontbloote gissing. (1).

(1) De gevoelens over de wijze, hoe de zamentrekking van den Vorticellensteel eigenlijk geschiedt, zijn zeer verdeeld. Men vergelijke hierover J. Czermak in *Zeits. f. wissens. Zoölogie* 1853, Bd. IV. p. 438, wiens beschrijving met de reeds boven (bl. 209) door mij gegevene in de hoofdpunten overeenstemt, alhoewel hij in zijne verklaring van het mechanismus der zamentrekking van de in den tekst bevatte zeer afwijkt. Gerber (*Handb. der allgem. Anatomie*, 1840. p. 92) heeft ook de vulling van een kanaal door eene vloeistof aangenomen, maar verklaart hierdoor de uitstrekking, terwijl de zamentrekking door eene ware spier zoude geschieden.

Daar er nu geene waarneembare spieren bij de infusorien bestaan, zoo zijn deze óf werkelijk niet aanwezig, en dan is hunne ligchaamsmassa zelve zamentrekbaar, óf de spieren zijn hetzij te klein of te weinig verschillend in lichtbrekend vermogen, om onderscheiden te kunnen worden. Ofschoon nu het laatste nog steeds tot de mogelijkheden behoort, zoo is echter het eerste, bij de groote volkomenheid, welke de tegenwoordige mikroskopen bereikt hebben, inderdaad het waarschijnlijkst.

Ter beantwoording der vraag, of de zamentrekbaarheid huisvest in het uitwendige hulsel of in de weeke ligchaamsmassa (door D u j a r d i n *sarcode* genoemd) zijn er inzonderheid twee klassen van feiten, waarop men zich kan beroepen, om het laatste waarschijnlijk te maken. *Vooreerst* de reeds vroeger (bl. 214) genoemde zamentrekbare ruimten, die zich binnen en te midden der ligchaamsmassa bevinden, en waaraan men geen spoor van een eigen vlies kan waarnemen, zoodat zij zelfs op het oogenblik der geheele zamentrekking volkomen onzichtbaar worden, en *ten tweede* de tot de afdeeling der Rhizopoden behorende dieren, welke, wel is waar, door sommigen als niet tot de eigenlijke infusorien behorende worden beschouwd, omdat zij geene trilhaartjes bezitten, doch er toch in andere opzigten niet ver genoeg van verwijderd zijn, om niet van hen tot den aard der ligchaamsmassa van de overige infusorien te mogen besluiten. Bij de naakte Rhizopoden, namelijk die welke behooren tot het geslacht *Amoeba* (1), schijnt alle spoor van een hulsel te ontbreken. Zij bestaan enkel uit eene geleiachtige massa, die, vooral bij jonge individus, uiterst doorschijnend is, en waarin soms blaasvormige ruimten (vacuolen) ontstaan, die spoedig weder ver-

(1) Pl. II. fig. 37, jong individu van *Amoeba Princeps*.

dwijnen, om dan op andere plaatsen op nieuw te voorschijn te treden. Deze massa heeft geenen bepaalden vorm, eene mondopening is niet waarneembaar en het schijnt, dat kleine ligchaampjes, die men er somtijds in aantreft, door de zelfstandigheid zelve zich eenen weg hebben gebaad. Het vermogen tot plaatsbeweging is zeer gering, doch daarentegen bezitten deze zonderlinge wezens het vermogen om hunne massa zich buitenwaarts te doen uitzetten en zoo verlengselen te vormen, die eenige oogenblikken later weder spoorloos verdwijnen, terwijl dan op een ander punt des lichaams weder dergelijke ontstaan. Inderdaad is het moeilijk hier het bestaan van een omhullend vlies aan te nemen, en schijnt het werkelijk, als of zulk eene *Amoeba* enkel uit zamentrekbare organische stof bestaat.

159. Aan het slot van dit overzicht van het maaksel der infusorien vermelden wij de *Gregarinen*.

In het darmkanaal, de voortplantingsorganen of zelfs in de lichaamsholte van zeer vele insekten, ringwormen en schaaldieren, treft men somtijds in aanzienlijk aantal mikroskopische organische wezens aan, welke inderdaad het best beantwoorden aan het denkbeeld van éencellige dieren. Hunne gedaante is bij onderscheidene soorten zeer uiteenlopend, rond, langwerpig rond, schuitvormig, buisvormig en dan aan het eene uiteinde bolvormig aangezwollen (1), somtijds voorzien van eene plaatselijke insnoering en alsdan op dit punt door een tusschenschot in tweeën verdeeld, of ook wel uit eene vereeniging van twee, zelden drie individu's bestaande, in eenige gevallen voorzien van een klein verlengsel (snuit),

(1) Pl. II. fig. 44, Gregarine uit *Lumbricus tubifer*, A enkelvoudig individu, B twee vereenigde individu's, a kern.

dat bij eenigen ook met kleine haartjes bezet is. Zij bestaan uit een op alle punten glashelder vlies, zonder spoor eener mondopening, dat echter bij drukking ligtelijk barst, waarbij dan de uit kleine meerendeels ronde korreltjes bestaande inhoud naar buiten treedt. Zoolang deze nog in het ligchaam bevat is, neemt men daaraan eene duidelijke moleculairbeweging waar. Daarenboven is in elk ligchaampje een helder blaasje bevat, geheel overeenstemmende met eene celkern, en waarin men nog één of meerdere kleine kernligchaampjes waarneemt.

De bewegingen dezer Gregarinen zijn zwak, echter dikwerf duidelijk waarneembaar. Zij bestaan uit algemeene zamentrekkingen van het ligchaam, óf uit eene gedeeltelijke, waarbij het dunnere ligchaamsgedeelte zich heen en weder buigt, óf eindelijk uit eene langzame voorwaartsche beweging in het omringende vocht, zonder dat het ligchaam daarbij van gedaante verandert.

Dat deze zoo hoogst eenvoudig georganiseerde wezens tot het dierenrijk moeten gebragt worden, laat zich wel niet betwijfelen. Of zij echter zelfstandige dieren zijn, en niet veeleer ontwikkelingsvormen van hooger bewerkte entozoa, of van andere buiten het ligchaam levende dieren, deze vraag kan bij den tegenwoordigen staat onzer kennis nog niet met afdoende zekerheid beantwoord worden (1).

(1) Men zie over de Gregarinen:

Von Siebold, *Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere*, Dantzig 1839. p. 59.

Henle in Müller's *Archiv*. 1845. p. 369.

Frantzius, *Observationes quaedam de Gregarinis*. Berolini 1846.

Kölliker in *Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik* 1845. I. Hft. 2. p. 97, en in *Zeits. f. wiss. Zoölogie* 1848. I. p. 1.

Stein in Müller's *Archiv*. 1848. p. 182.

C. Bruch in *Zeits. f. wiss. Zoölogie* 1850. II. p. 110.

140. De Raderdieren (*Rotatoria*, *Rotifera*, *Systolides* Duj. (1)) staan op eenen veel hooger trap van bewerktuiging dan de infusorien en zijn vroeger geheel ten onregte met deze in ééne klasse gerangschikt. Inderdaad zijn het zeer zamengestelde dieren, welke een groot aantal van organen voor verschillende verrigtingen bezitten. De oorzaak dier verkeerde vereeniging van in zoo velerlei opzigten geheel onderscheiden dieren ligt ten deele daarin, dat raderdieren en infusorien doorgaans dezelfde woonplaats gemeen hebben. Men treft hen derhalve aan tusschen waterplanten, hetzij vrij rond-

(1) De lezer, die eene nauwkeuriger kennis van deze opmerkelijke dierklasse verlangt, dan het beknopte en daardoor noodzakelijk oppervlakkige overzicht in den tekst hem geven kan, zal (behalve in de reeds op bl. 201 genoemde werken) uitvoeriger beschrijvingen vinden bij de volgende schrijvers:

O. Schmidt, *Versuch einer Darstellung der Organisation der Räderthiere*, in Wiegmann's *Archiv*. 1846.

T. Brightwell, *On a Dioecious Rotifer*. *Ann. of nat. Hist.* 1848. II. p. 153.

Dalrymple, *Description of an Infusory Animalcule allied to the genus Notommata*, *Philos. Transactions* 1849. p. 331.

D'Udekem, *Note sur le système circulatoire de la Lacinulaire sociale* (*Ann. des Scienc. nat.* 1850. XIV. p. 146).

Gosse, *On Asplanchna priodonta*, *Ann. of Nat. Hist.* 1850. VI. p. 18.

Dezelfde, *On the Anatomy of Notommata aurita*, *Transactions of the Microsc. Soc.* 1851.

Dezelfde, *Catalogue of the Rotifera found in Britain, with descriptions of five new genera and thirty-two new species*; *Ann. of nat. Hist.* 1851. VIII. p. 197.

Dezelfde, *On the structure, fonction, habits and developement of Melicerta ringens*. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 1853. No. II. p. 71.

Leydig, *Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Lacinularia socialis*, *Zeits. f. wiss. Zoölogie*, 1852, III. s. 452.

Huxley, *Lacinularia socialis. A contribution to the Anatomy and Physiology of the Rotifera*. *Transact. of the Mic. Soc.* in het *Quarterly Journ. of Micr. Sc.* 1852. No. I. p. 1.

Williamson, *On the Anatomy of Melicerta ringens*. *Quat. Journ. of Micr. Sc. Orig. comm.* 1852. No. I. p. 3.

zweemmende of daaraan vastgehecht. Sommige soorten worden echter ook gevonden in den modder onzer dakgoten, alsmede tusschen het mos (*Bryum*, *Hypnum*), dat de daken en de boomen bedekt, en blijven daarin voortbestaan zelfs na geheele uitdrooging, om vervolgens bij bevochtiging weder te herleven.

Het meerendeel der raderdieren is vrij beweeglijk; eenige soorten (*Lacinularia*, *Melicerta*, *Oecistes* enzv.) daarentegen zijn omgeven met eenen koker, aan welks bodem zij met hun achtereinde of voet zijn vastgehecht, en waaruit zij naar welgevallen met een groot gedeelte van hun ligchaam kunnen naar buiten komen of er zich geheel in terugtrekken. Doorgaans is deze koker glashelder, doch bij *Melicerta* zijn daarmede vreemde ligchaampjes vereenigd, waardoor de koker stijver en ondoorschijnend is. Nog andere raderdieren (*Brachionus*, *Anuroea*, *Noteus*, *Squamella* (1) enzv.) zijn voorzien van een schild, dat hun ligchaam omvat, doch hen niet verhindert vrij rond te zwebben. Gewoonlijk is dit schild stijf doch glashelder, somtijds bezet met kleine verhevenheden. Ook de bekleedselen van de overige raderdieren (*Rotifer* (2), *Philodina*, *Hydatina* enzv.) bezitten eene zekere mate van stijfheid en zijn, even als die der ringwormen, door min of meer duidelijke kringen in segmenten verdeeld, welke vooral bij de zamentrekking te voorschijn treden, terwijl die, welke den staart of liever den voet zamenstellen, over elkander even als kokers verschuifbaar zijn. Deze voet is gevorkt en aan het uiteinde voorzien van een zuignapje, waarmede zich het dier kan vasthechten.

141. Het zoogenaamde raderorgaan, waarnaar de klasse

(1) Pl. II, fig. 47, *Squamella Bractea* Ehr.

(2) Pl. II, fig. 43, *Rotifer citrinus* Ehr. (?).

haren naam draagt, is geplaatst aan den kop. Het bestaat uit één, twee of meer vleezige lobben (fig. 43, a, b), welke aan hunnen rand met trilhaartjes bezet zijn, door welker onophoudelijke beweging het schijnt, als of het geheele orgaan werkelijk ronddraait. Dit raderorgaan kan naar binnen getrokken worden, waarbij dan het bovengedeelte van den kop te voorschijn komt (fig. 43 B), welke bij velen uitloopt in eenen korten met haartjes bezetten snuit (*n*), die tot tasten dient. Door de beweging van het raderorgaan wordt zoowel het voedsel naar den mond gevoerd (hetgeen men het best ziet door bij het vocht karmijn of eene andere kleurstof te voegen, op vroeger (bl. 212) vermelde wijze), als het ligchaam voortbewogen, wanneer het niet met het zuignapje van den voet zich ergens aan vastgehecht heeft. Behalve deze wijze van zich voort te bewegen, bezitten de meesten echter ook het vermogen, om, door beurtelingsche inkrimping en uitzetting van het ligchaam, waarbij zij telkens op hunnen voet steunen, over de oppervlakte van andere lichamen voort te kruipen.

142. Bij zeer velen treft men één (1), bij sommigen (*Melicerta*) twee stijve uitsteeksels in den nek van het dier geplaatst aan. Aan het uiteinde is zulk een uitsteeksel met eenige haartjes bezet. De beteekenis van dit orgaan, waaraan men ook wel den naam van *spoor* (*calcar*) heeft gegeven, is nog twijfelachtig. Terwijl sommigen op het voetspoor van Ehrenberg daarin eene holle buis zien, die met de ademhaling in verband staat, meenen anderen (Dujardin, Gosse, Williamson), en naar het schijnt met meer regt, dat deze uitsteeksels, die bij sommigen ook naar binnen

(1) Pl. II, fig. 43 C, het bovenste gedeelte van *Rotifer citrinus* van ter zijde gezien, o spoor.

kunnen getrokken worden, veeleer als eene soort van voelers moeten beschouwd worden.

145. Het spijsverteringsstelsel is bij de raderdieren zeer ontwikkeld. Door de tusschen de lobben van den radertoestel zich bevindende mondopening komt het voedsel in den wijden slokdarm en vandaar in eene soort van voormaag of krop (fig. 45 *d*). Deze (door anderen ook wel slokdarmhoofd geheeten) is bij de onderscheidene soorten nog eenigzins verschillend van maaksel, doch bestaat, wat de hoofdzaak aanbelangt, uit eene spiermassa, waarin zich een paar stijve platen (*e*) bevinden, welke met tandjes bezet zijn. Deze platen openen en sluiten zich, even als de bladen van eene schaar, en het voedsel wordt daartusschen fijn vermalen. Deze kaauwtoestel is onoplosbaar in bijtende potasch en soda (Leydig), en daar het geheele overige ligchaam hierin verdwijnt, zoo heeft men aldus gelegenheid om dezen afzonderlijk te onderzoeken. Uit de voormaag gaat het voedsel door een naauw kanaal, eene soort van tweeden slokdarm, over in het darmkanaal, dat hier het wijdst is en als maag (*f*) kan beschouwd worden, terwijl deze zich vervolgens voortzet in eenen zeer weinig kronkelenden darm (*g*), welke allengs naauwer wordend in eene iets ruimere *cloaca* (*h*) eindigt, die zich even boven het begin van den voet in den *anus* (*i*) opent. Bij eenige der grootere soorten heeft men waargenomen, dat het inwendige van het darmkanaal nog met een trilepithelium bezet is. Ook treft men bij sommigen (*Lacinularia*, *Melicerta*, *Brachionus*, *Notommata*) nog kleine blaasvormige organen ter zijde van de maag aan, die zich met een kort kanaal daarin schijnen te openen en waarschijnlijk een vocht afscheiden, dat voor de spijsvertering dient, en welke derhalve als de eenvoudigste vorm van klieren te beschouwen zijn.

144. Sommige raderdieren bezitten ook een toestel van vaten, waarin vocht stroomt. Hoogstwaarschijnlijk is dit een watervatentoestel en derhalve voor de verrigting der ademhaling bestemd. Waar zulk een toestel aanwezig is, is het tamelijk zamengesteld, bestaande uit twee groote zijdelingsche gewonden kanalen, met daaruit komende takken, die zich in de ligchaamsholte openen, terwijl bovendien deze kanalen nog in verband staan met eene of meerdere zamentrekbare blazen. Overigens zijn de onderscheidene waarnemers het nog geenszins eens omtrent de duiding der verschillende deelen van dien toestel, noch omtrent de wijze waarop de opneeming en de beweging van het vocht daarin plaats grijpt.

145. Dezelfde onzekerheid heerscht ook ten aanzien van de deelen, welke moeten beschouwd worden als behorende tot het zenuwstelsel. Bij velen is het zelfs nog niet gelukt dit aan te wijzen, doch bij sommige der grootere soorten mag men met veel waarschijnlijkheid het bestaan van twee uit gangliencellen zamengestelde zenuwknoopen aannemen, waaruit zich zenuwdraden naar de verschillende lichaamsdeelen begeven, namelijk éenen knoop boven den slokdarm en eenen tweeden bij het begin van den voet.

Zeer vele raderdieren bezitten oogen, onder den vorm van scherp begrensde ronde ligchaampjes of blaasjes (1), welke eene roode kleurstof bevatten (Pl. II. fig. 43 c). Men heeft echter opgemerkt, dat bij eenige soorten de volwassen individuen daarvan verstoken zijn, terwijl zij bij de jongere voorkomen.

(1) Quatrefages (*Ann. des Scienc. nat.* 1850. 3^{me} ser. XIII. p. 31) verzekert, dat hij bij eene soort van raderdier, waarschijnlijk eene *Philodina*, ten duidelijkste eene kristallens heeft waargenomen, die niet geheel door het roode pigment omgeven was.

Bij zeer velen is een goed ontwikkeld spierstelsel aanwezig; vooral zijn bij die soorten, welke het ligchaam sterk kunnen inkrimpen, de daartoe dienende overlans onder de huid loopende spieren duidelijk waarneembaar (Pl. II. fig. 45 A).

146. Vele, welligt alle raderdieren zijn tweeslachtig. De mannelijke individu's zijn echter veel kleiner en minder ontwikkeld dan de vrouwelijke, zoodat men hen voor eene andere soort zoude houden. Bij sommigen zoude zelfs het darmkanaal ontbreken. Ook is het tot hiertoe aangaande de bewerktuiging dezer dieren gezegde eigenlijk alleen toepasselijk op de hooger georganiseerde vrouwelijke individu's. De bestemming der mannelijke is alleen, om door paring de eijeren van gene te bevruchten, en daartoe zijn zij voorzien van zaadblaasjes waarin men *spermatozoa* heeft waargenomen, als ook van eene *penis* (Brightwell, Gosse, Dalrymple).

De eijeren ontwikkelen zich in een enkelvoudig of in een dubbel eijernest, bestaande uit een vliezig kanaal, dat zich voortzet in eenen eijerleider, welke zich opent in de *cloaca*, door welker uitwendige opening de eijeren naar buiten treden (Pl. II. fig. 45 A en fig. 47). Deze eijeren zijn zeer groot in verhouding tot den omvang van het dier. Alle de bekende verschijnselen van de klieving des dooijers worden daaraan waargenomen. Dikwerf echter geschieden deze veranderingen en de daarop volgende ontwikkeling van het jeugdig individu reeds terwijl het ei nog binnen in het ligchaam der moeder bevat is, zoodat men de embryo, vooral herkenbaar aan den reeds vroegtijdig zich vormenden kaauwtoestel, door de bekleedselen van deze ziet heenschemen. Zulke soorten (b. v. *Rotifer vulgaris*) zijn dan ook levendbarend. De jonge dieren zijn alleen kleiner dan de

oude, maar komen in gedaante daarmede nagenoeg geheel overeen.

147. De soorten, behoorende tot de klasse (1) der Foraminiferen (*Foraminifera* d'Orb., *Polythalamia* Ehr., *Rhizopoda* Duj.) kunnen slechts ten deele mikroskopisch genoemd worden, want er zijn er onder (de fossile Nummuliten), die eene vrij aanzienlijke grootte bezitten. Echter zijn de meeste, en bepaaldelijk alle thans levende, zeer kleine

(1) Onder de nieuwere schrijvers over deze klasse kan men vergelijken:

D'Orbigny, *Tableau méthodique des Céphalopodes. Ann. des Sc. nat.* 1826; later schreef hij daarover verscheidene verhandelingen, t. w. in de *Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba* par M. Ramon de la Sagra; in de *Histoire naturelle des Îles Canaries* par M. M. Barber-Webb et Sabin Bertholat; verders in zijne *Voyage dans l'Amérique meridionale*, T. IV; in de *Mémoires de la Société géologique de France* 1840; het artikel *Foraminifère* in de *Dictionnaire univ. d'hist. natur.* 1845, en *Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne*, Paris 1846.

Ehrenberg, *Ueber die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen; Abhandl. d. Berl. Akad.* 1832. s. 50; verders: *Ueber noch zahlreich jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung; Abh. d. Berl. Akad.* 1840.

Desjardins in *Ann. des Sc. nat.* 2^{de} ser. Zoöl. III. p. 108.

Dujardin in *Ann. des Sc. nat.* 2^{de} ser. Zoöl. IV. p. 343.

P. Gervais, *Compt. rendus* 1847. 27 Sept.

Williamson, *Report. of the XVIII Meeting of the British Association.* Uittreksel in *l'Institut* 1849. No. 787. p. 40.

Schlumberger in *Ann. des Sc. nat.* 3^{me} ser. 1845. III. p. 254.

Mantell, *Microscopical Examination of the Chalk and Flint of the South East of England, Ann. of Nat. Hist.* 1845. XVI. p. 73.

W. Clark, *Observations on recent Foraminifera; Ann. of Nat. Hist.* New Series, 1849. III. p. 380, en 1850. V. p. 161.

In *De magt van het kleine enz.*, Utrecht 1849. p. 107 en verv., *Aant.* p. 173 en 201, heb ik eene iets uitvoeriger beschouwing dezer klasse gegeven, dan hoven in den tekst, tevens met vermelding van die soorten, welke in ons vaderland voorkomen. Ook in *De bodem onder Amsterdam, Nieuwe Verh. der eerste Klasse v. h. Kon. Ned. Inst.* 1852, Dl. V, zijn er eenige door mij beschreven en afgebeeld.

wezens, wier maaksel alleen door het mikroskoop kan herkend worden. Sommigen hebben gemeend, dat zij onder de Infusorien moeten worden gerangschikt, en werkelijk zijn er gronden om de geslachten *Amoeba*, *Diffugia*, *Arcellina*, en *Gromia*, welke door Ehrenberg onder de Infusorien gebragt zijn, tot de Foraminiferen te rekenen. De ware Foraminiferen echter zijn zeebewoners en bezitten eene kalkschaal, terwijl de zoo even genoemde geslachten deze missen en in zoet water leven, ofschoon zij in bewerktuiging, vooral door de eigendommelijke draadvormige verlengselen van hun ligchaam zeer na met sommige der zoetwater-vormen overeenstemmen.

De kalkschalen der in zee levende en van de op talrijke plaatsen fossiel voorkomende Foraminiferen hebben verschillende gedaanten. De eenvoudigst gevormde zijn rond; andere bestaan uit reeksen van afzonderlijke hokjes, hetzij in eene rechte lijn aaneengevoegd of in eene spiraallijn, als wanneer zij in vorm naderen tot de schalen van vele Cephalopoden; nog andere bestaan uit twee reeksen van afzonderlijke hokjes, hetzij regt of spiraalsgewijs gewonden.

Bij zeer velen is deze kalkschaal doorboord door talrijke kleine openingen, en het is daaraan dan ook, dat de benaming van Foraminiferen ontleend is. Door deze openingen treden geleachtige draden naar buiten, welke, op eene dergelijke wijze als bij *Amoeba* enzv. (z. bl. 222), naar willekeur door het in de schaal besloten dier worden gevormd en, volgens het gevoelen der meesten, voor de plaatsbeweging dienen, hetgeen aanleiding gegeven heeft tot de benaming van Rhizopoden, terwijl die van Polythalamien de veelheid der hokjes aanduidt, waaruit de kleine schelpjes doorgaans bestaan. Volgens Clark echter zouden de Forami-

niferen vastzittend zijn, en zouden de uit hunne schaal komende draden voor de ademhaling dienen. Bovendien zoude alleen het laatste hokje door het dier worden ingenomen. Eene kiem zoude eerst één hokje vormen, waarin zij leeft en sterft, na door knopvorming haren opvolger te hebben voortgebracht.

Overigens is, wat de inwendige bewerktuiging dezer dieren betreft, nog te weinig met zekerheid bekend, om daarvan hier eene algemeene beschrijving te kunnen geven. Van sommigen heeft men waargenomen, dat zij levendbarend zijn (Gervais).

Voor den mikroskopischen waarnemer zijn de kleinste soorten van Foraminiferen niet de minst merkwaardige. Het zijn die, welke in het witte krijt voorkomen en zelfs een vrij aanzienlijk deel der massa daarvan uitmaken. Op Pl. II. fig. 50 zijn eenige der meest gewone vormen afgebeeld (1). Om deze Foraminiferen goed te zien, vereischt het krijt eene toebereiding ter verwijdering van de lucht, die binnen in de holten der hokjes is bevat. Men kan daartoe verschillende middelen aanwenden. Het best voldoet een voorafgaand verblijf van het krijtpoeder in sterken alkohol; daarop wordt dit op een glasplaatje uitgebreid, en, na verdamping van den alkohol, er terpenhijnolie, of, zoo men het voorwerp bewaren wil, canadabalsem opgebracht.

449. De reeks van mikroskopische dieren is met die, welke tot de dusver beschouwde klassen behooren, nog verre van gesloten te zijn. Integendeel zal de waarnemer er nog zeer vele aantreffen, welke tot geene van deze, maar tot ge-

(1) a *Planulina turgida*; b en c *Textularia aciculata*; d *Rotalia perforata*; e *Rotalia globulosa*.

heel andere dierklassen moeten gebragt worden. Zoo b. v. de in velerlei opzigten opmerkelijke *Tardigraden*, wanstaltige kleine dieren, waaraan men, om den vorm van hunnen kop, den naam van *kleine waterbeeren* gegeven heeft, die zich met hunne vier paren korte wratachtige pootjes slechts moeilijk voortbewegen, en waarvan verscheidene soorten op waterplanten en desgelijks in den modder der dakgoten leven (1). Waarschijnlijk behooren deze zonderlinge dieren tot dezelfde groep als de myten (*Acari*), waarvan onderscheidene soorten hunne woonplaats vestigen in oude kaas, gepelde garst enzv., terwijl eene soort, *Acarus scabiei*, de huid van schurftlijders bewoont.

Verder zal hij, te midden van infusorien en raderdieren, in het slootwater, maar ook in bedorven azijn, in zuur geworden meel- en stijfselpap, de zich levendig in allerlei bogten kronkelende aaltjes (2) ontdekken, waaruit Ehrenberg het geslacht *Anguillula*, Dujardin dat van *Rhabditis* heeft gevormd.

Nog sterker zullen de verschillende *Hydra*-soorten met hunne kunstig gevormde lange vangarmen, en de sierlijke *Plumatella's* en *Cristatella's* zijne aandacht trekken, waar hij hen, vastgehecht aan waterplanten, aantreft. Niet minder, indien hij, in de nabijheid der zee woont, de *Sertularia's*, *Campanularia's*, *Tubularia's* en andere polypen, welke vaak tusschen de door den vloed overstroomde steenen onzer zeeweringen uitgebreide kolonien daarstellen.

(1) Men zie over hen: Dujardin, *Annal. des Sc. nat.* 2^{de} ser. X. p. 185 en 3^{me} 1851. XV. p. 161; Kaufmann, *Zeits. f. wiss. Zoöl.* III. p. 220, en vooral Doyère, *Annal. des Sc. nat.* 1840. XIV. p. 269 en 1842. XVII. p. 192.

(2) Pl. II, fig. 45, eene *Anguillula* uit slootwater.

Vele kleine Crustaceën, zoowel de in zoetwater veelvuldig voorkomende *Daphnia pulex*, *Cyclops vulgaris*, als de parasietachtige *Lernaeiden*, welke op het ligchaam van zoetwater- en zeevisschen leven, inzonderheid op hunne kieuwen, zijn klein en doorschijnend genoeg, om hunne geheele bewerktuiging onder het mikroskoop te vertoonen. Hetzelfde geldt van eenige in zoetwater levende maskers van insekten, inzonderheid van *Corethra plumicornis*.

Deze lijst van mikroskopische dieren, in den zin welken wij vroeger aan die benaming gehecht hebben, zoude zich nog zeer laten uitbreiden, doch voor den lezer is zulk eene dorre optelling van weinig nut, en door het geven van eene beschrijving zoude ik de perken, welke ik mij hier noodzakelijk heb moeten stellen, verre te buiten gaan.

De bloedcellen.

150. Er zijn welligt geene mikroskopische voorwerpen, welke duidelijker het bewijs geleverd hebben, hoe eene gebrekkige waarnemingsmethode tot allerlei dwalingen voert, dan de ligchaampjes in het bloed. Door oudere waarnemers beschreven als droppeltjes, als bolletjes, zelfs als ringen, heeft het lang geduurd eer men hunnen vorm regt kende, eenvoudig omdat men hen onderzocht, hetzij gedroogd op een glas- of micaplaatje, of na bijvoeging van water. Inderdaad is het eerste vereischte om hun maaksel goed te leeren kennen, dat men hen onderzoekt in den toestand, waarin zij in het ligchaam voorkomen, namelijk omgeven van bloed-

vocht. Een droppel bloed, zoo noodig verdund met een weinig bloedwei, wordt op een voorwerpplaatje gebragt en los bedekt met een dun dekplaatje, zonder dit te drukken, maar zoo, dat er nog eene genoegzame ruimte tusschen het voorwerpplaatje en het dekglas overblijft, om de ligchaampjes zich vrij te doen bewegen. Bij deze beweging, die men naar willekeur te voorschijn kan roepen door het dekplaatje te verschuiven, rollen dan de ligchaampjes om en om, en heeft men dus gelegenheid om hen van verschillende zijden te zien. Verlangt men waar te nemen, hoe zich de ligchaampjes verhouden tegenover réagentien, dan is het raadzaam slechts eene geringe hoeveelheid bloed te nemen, zoodat er onder het dekplaatje nog eene opene ruimte is, waarin het réactief kan doordringen, hetwelk men aan den rand van het plaatje brengt.

151. In het bloed der gewervelde dieren komen tweederlei soorten van cellen voor, namelijk vooreerst de roode bloedligchaampjes of bloedschijfjes, en ten tweede de zoogenaamde witte of kleurlooze bloedligchaampjes, eigenlijk chyl- of lymphcellen. Het aantal der laatsten is echter altijd uiterst gering in vergelijking met dat der eersten, die de eigenlijke ware bloedcellen zijn.

De gedaante der bloedcellen van den mensch (1) en van de overige zoogdieren is die van ronde schijfjes, alleen met uitzondering der dieren van het kameelgeslacht, welke elliptische bloedcellen hebben, even als de overige klassen van gewervelde dieren, vogels, visschen en reptiliën. Deze ronde schijfjes zijn aan beide zijden eenigzins komvormig uitgehold.

(1) Pl. III, fig. 1, *a*, *b*, bloedcellen van een mensch op de platte zijde gezien; *c*, op den kant gezien; *d*, een aantal tot een rolletje vereenigd.

Dit ziet men zeer goed bij het rondwentelen der lichaampjes, en tevens is deze vorm de oorzaak van de eigenaardige wijze, waarop zich de schijfjes vertoonen, wanneer zij met hunne platte zijde naar het oog gekeerd liggen. Waren het namelijk geheel platte schijfjes, dan zouden de lichtstralen, die door den verlichtingstoestel in het gezigtveld geworpen worden, daardoor geheel ongehinderd doorgaan, en men zoude alleen ronde kringetjes waarnemen met geheel heldere middenruimte. Thans ziet men echter, al naar gelang men het mikroskoop meer of minder tot het schijfje doet naderen, beurtelings eene schaduw langs den rand, of een flauw geschaduw middengedeelte, terwijl dan de rand helderder wordt. Men zal de oorzaak hiervan ligtelijk inzien, wanneer men zich elk schijfje als eenen biconcaven meniscus denkt, waardoor de lichtstralen gebroken en sommige zoover van hunnen weg afgeleid worden, dat zij, bij de veranderde stelling des mikroskops, dit niet kunnen binnentreden. Natuurlijk zullen dan die gedeelten, waardoor deze lichtstralen gegaan zijn, zich donkerder dan de overige vertoonen.

Hebben de schijfjes eene genoegzame ruimte, om zich te bewegen, dan neemt men aan hen eene neiging waar om zich even als muntstukken tot rolletjes te vormen (fig. 1 d). Men heeft dan de beste gelegenheid, om hunne dikte te meten, daar men de lengte van zulk een rolletje of van een deel daarvan slechts door het aantal der zamenstellende schijfjes behoeft te deelen. Op deze wijze bevindt men, dat de menschelijke bloedschijfjes eene gemiddelde dikte hebben van 1,7 *mmm*. Hun doormeter is niet geheel gelijk en verschilt zelfs eenigzins bij onderscheidene personen, doch gemiddeld bedraagt deze 7,6 *mmm* (1), zoodat hunne breedte derhalve ongeveer

(1) Uitvoeringer mikrometrische bepalingen, zoowel hiervan als van alle

vier en een half maal grooter is dan hunne dikte. De meeste zoogdieren hebben iets kleinere bloedschijfjes.

Dat deze schijfjes ware vliezige blaasjes zijn, die eenen rood gekleurden inhoud bevatten, laat zich aantoonen door er langzaam water bij te laten vloeijen. Het eerste, dat men daarbij waarneemt, is, dat alle de ligchaampjes hunnen schijfvorm verliezen en bolrond worden. Dit is het gevolg van het endosmotisch naar binnendringen van het water. Tevens echter wordt hun doormeter hierbij iets kleiner, even als het geval is met een' platten ledigen zak dien men opblaast, welke daardoor in breedte en lengte verliest, wat hij in dikte wint. Zeer spoedig daarop treedt de rood gekleurde inhoud naar buiten en kleurt het omringende vocht, en het vlies der nu kleurlooze blaasjes blijft alleen over. Dit vlies is echter zeer dun en zoo doorschijnend, dat men hen ter naauwer-nood meer kan waarnemen. Doch voegt men er alsdan eene kleine hoeveelheid iodiumtinctuur bij, dan wordt het vliesje daardoor bruinachtig gekleurd, en worden de blaasjes wederom waarneembaar.

Nog beter laat zich deze inwerking nagaan, indien men vooraf in het water $\frac{1}{2000}$ sublimaat oplost. De schijfjes worden dan ook bolrond en kleurloos, doch het uit eene proteïne-stof bestaande vlies wordt door den toegevoegden sublimaat minder doorschijnend en blijft daardoor gemakkelijk zichtbaar (fig. 1 e). Hierbij neemt men aan sommige der ligchaampjes nog waar, dat daaruit een gedeelte van den ge-coalugeerden inhoud naar buiten treedt en onder den vorm van een klein rond ligchaampje met het blaasje vereenigd blijft (fig. 1 f, g).

volgende weefsels bij den mensch, vindt de lezer in mijne *Recherches micrométriques*.

Even als alle vochten, die wateriger zijn dan het bloedvocht, de bloedcellen doen uitzetten, zoo krimpen deze daarentegen te zamen na bijvoeging van geconcentreerde oplossingen van suiker, gom, van verschillende zouten, zooals chlorsodium, zwavelzure soda enzv. Deze inkrimping geschiedt op tweederlei wijs. Vooreerst namelijk krommen zij zich naar de eene zijde, zoodat derhalve de komvormige holte aan de eene oppervlakte sterk toeneemt, terwijl tevens hun doormeter vermindert, en ten tweede ontstaan er ook plaatselijke binnenwaartsche inbuigingen van het vlies, zoodat zij eene min of meer stervormige gedaante verkrijgen (1). Niet zelden is deze laatste vorm reeds het gevolg van het uitdampen van het bloedvocht, dat daardoor geconcentreerder wordt, zoodat men dergelijke stervormige bloedligchaampjes ook wel in bloed zonder toevoeging der genoemde oplossingen waarneemt.

Door deze waarnemingen is het derhalve genoegzaam bewezen, dat de bloedschijfjes inderdaad vliezige blaasjes zijn. Noch in de onveranderde ligchaampjes, noch ook door bijvoeging van eenig réagens, kan men er echter kernen in aanwijzen. Azijnzuur, dat anders in zoo vele gevallen, waar kernen aanwezig doch onzichtbaar zijn, deze doet te voorschijn treden, heeft op de bloedschijfjes van zoogdieren eenen dergelijken invloed als water, alleen met dit verschil, dat in eenigzins geconcentreerd azijnzuur de vliezige hulsels geheel worden opgelost.

Het bewijs, dat deze schijfjes niet alleen blaasjes, maar ook ware cellen zijn, kan derhalve alleen geleverd worden door hunne groote analogie met die der overige klassen van

(1) Pl. III, fig. 2, bloedcellen uit de lever van een varken, *c*, *d*, *e* in suikerwater.

gewervelde dieren. De vorm der ligchaampjes is bij deze steeds elliptisch, terwijl zij, op hunnen kant gezien, geene komvormige holte vertoonen, maar integendeel in het midden iets dikker zijn, dan aan de randen. Het grootst zijn zij bij de kruipende dieren, en wij willen die van den kikvorsch tot voorbeeld kiezen (Pl. III. fig. 5). Hun aantal is hier niet zoo groot, dat eene verdunning noodig is. Brengt men eenen droppel kikvorschenbloed onmiddellijk uit eene versehe wond op een voorwerpplaatje, en bedekt dit dadelijk met een dun dekplaatje, dan ziet men aanvankelijk de ligchaampjes als elliptische schijven (*a*), die flauw gekleurd zijn, doch waarin nog geene kernen worden waargenomen. Na eenigen tijd echter beginnen deze zich te vertoonen als eene helderder vlek in het midden van het ligchaampje (*b*), welke allengs duidelijker en scherper omschreven wordt. De gedaante dier kernen is mede elliptisch, doch niet altijd juist beantwoordende aan die van het ligchaampje, waarin zij bevat zijn. Bij de meesten ligt de lange as van de kern in die van de omgevende cel, doch bij sommigen zijn de kernen in eene scheeve richting geplaatst. Op den kant gezien vertoonen zich de bloedcellen als in *c*, terwijl in *d* een der veel kleinere bolronde witte ligchaampjes is afgebeeld.

Laat men water bij het bloed vloeijen, dan zwellen alle bloedcellen op tot bolronde blazen (*e*), wier middellijn iets geringer is, dan de oorspronkelijke dwarse doormeter. Spoedig daarop verliezen zij hunne kleur en worden zeer bleek (*f*), zoodat men ter naauwernood hunne omtrekken nog kan herkennen, doch de kern vertoont zich dan duidelijk, mede als een rond ligchaam, zoo als bij het rondwentelen in het vocht blijkt, hetgeen bewijst, dat de kern desgelijks een vliezig blaasje is, dat door opneming van vocht opzwellt. Sommige

der opgezwollen bloedligchaampjes (*g*) barsten, alvorens hun inhoud door de langzamere exosmose naar buiten is getreden, en men ziet dezen dan in de nabijheid nog eenige oogenblikken als een nevelachtig wolkje, dat zich echter spoedig in het vocht oplost.

Azijnzuur doet de bloedcellen opzwellen even als water (*h*), doch, — wanneer het zuur geconcentreerd is, — zetten de blazen zich plotseling sterk uit, het vlies verdwijnt geheel en al, maar de in vorm onveranderde, alleen korrelig geworden kernen blijven over.

De geconcentreerde oplossingen van suiker, zout, enzv. oefenen op deze bloedcellen eenen dergelijken invloed uit als op die van den mensch en de zoogdieren. Zij krimpen daardoor in, en wel op de twee volgende wijzen. Sommige ligchaampjes (*o*, op den kant gezien) behouden eenen elliptischen vorm, doch worden merkelyk platter en krommen zich daarbij schuitvormig, terwijl men daarin min of meer duidelijke plooiën waarneemt. Andere daarentegen worden rond (*p*), zoodat zij bij eene oppervlakkige beschouwing zich even eens vertoonen als de door water opgezwollen cellen, doch laat men dan het ligchaampje rondwentelen, dan ziet men (*q*), dat het nog plat is, maar dat de bolheid in het midden verdwenen is en de beide zijden daarentegen hol zijn geworden, zoodat in dezen toestand de cellen, — de meerdere grootte uitgezonderd, — in vorm geheel met die uit het bloed van zoogdieren overeenstemmen.

De sublimaatoplossing moet veel meer verdund zijn, om bij de bloedcellen van den kikvorsch dergelyke verschijnselen te voorschijn te roepen als bij die van den mensch en andere zoogdieren. In eene oplossing van $\frac{1}{300}$ sublimaat blijft hunne gedaante geheel onveranderd (*i*). doch de kernen komen bij-

zonder duidelijk te voorschijn, en men ontwaart daarin een aantal kleine korreltjes, die het licht sterk breken. Gedurende vele jaren kunnen deze bloedligchaampjes aldus in eene sublimaatoplossing van genoemde sterkte bewaard blijven. Oplossingen van $\frac{1}{1000}$ en zelfs van $\frac{1}{2000}$ sublimaat doen de ligchaampjes nog slechts weinig opzwellen, en eerst bij het gebruik van eene oplossing, waarin niet meer dan $\frac{1}{4000}$ sublimaat bevat is, zwellen er eenige tot ronde blaasjes op, terwijl andere (*k*) nog eenen elliptischen vorm behouden, ofschoon zij tevens in de dikte opgezwollen zijn. Ook de kernen worden daarbij grooter en verkrijgen onregelmatige omtrekken. Vele der sterkst opgezwollen bloedcellen barsten en hun inhoud treedt door de scheur naar buiten (*l*), aanvankelijk zich vertoonende als een nevelachtig wolkje, waarin men zeer kleine moleculen bespeurt. Nu echter lost zich dit wolkje niet in het omgevende vocht op, gelijk dit zoo even van de met water bevochtigde bloedcellen gezegd is, maar, door de sublimaat gecoaguleerd, trekt zich het stremsel allengs zamen en vormt een bolvormig ligchaampje (*n*), dat meestal nog met de gebarsten cel in zamenhang blijft.

Niet alle bloedcellen van kruipende dieren bezitten echter een zoo groot vermogen, om aan de werking van zeer verdunde sublimaatoplossingen weerstand te bieden, als die van den kikvorsch. Die van den watersalamander en van den Python ondergaan reeds in oplossingen van $\frac{1}{500}$ dezelfde veranderingen als die van den kikvorsch in eene van $\frac{1}{4000}$.

De bekleedingscellen.

152. De naar buiten gekeerde oppervlakte der huid, alsmede de wanden van schier alle holten, kanalen en buizen in het dierlijk ligchaam zijn bekleed met eene of meerdere lagen, bestaande uit cellen, die men bekleedings- of epitheliumcellen noemt. Zij komen zoo algemeen voor en hebben eene zoo gewigtige physiologische beteekenis in vele organen, dat de beoefenaar der dierlijke weefselleer er zich niet te spoedig mede kan bekend maken, om hen in voorkomende gevallen te kunnen herkennen.

De gedaante dezer bekleedingscellen is zeer uiteenlopend. Men kan echter vier hoofdvormen onderscheiden: 1° veelhoekig platte of plaatvormige, 2° veelvlakkig ronde of bolvormige, 3° cilindrische of rolvormige en 4° kegelvormige cellen. In vele gevallen zijn deze cellen aan haar naar buiten of naar de holte toegekeerd gedeelte voorzien van fijne trilhaartjes; deze komen echter alleen bij de drie laatstgenoemde vormen voor, niet aan platte of plaatvormige bekleedingscellen.

155. Bij den mensch en de zoogdieren bestaat de opperhuid en alle andere daaruit gevormde deelen, hoornen, hoeven, nagels enzv. uit plaatvormige bekleedingscellen; ook aan de oppervlakte van weivliczen, aan de binnenvlakte van bloedvaten komen zij voor. Men noemt hen plaatvormig, omdat zij, op de loodregte doorsnede gezien, zich als plaatjes vertoonen, ten gevolge van de onderlinge toenadering der boven- en benedenwanden. Geheel plaatvormig zijn zij echter alleen in de buitenste opperhuidslagen en in hoornweefsels; in de dieper gelegen jeugdiger gedeelten daarvan en ook elders wijken zij min of meer van dien plaatvorm af. Een alge-

meen kenmerk is hare veelhoekige gedaante, wanneer men ze van boven op ziet.

Het gemakkelijkst kan men zich eenige kennis verschaffen van deze soort van bekleedingscellen, door die van de binnenvlakte der mondholte te onderzoeken. Aan de oppervlakte van de tong en van de wangen worden zij gestadig afgestoten, en geraken aldus in het speeksel. Verlangt men er meer dan reeds van zelf hierin voorkomen, zoo heeft men slechts even met het heft van een scalpel langs de tong of de binnenzijde der wangen te strijken, om er eenen overvloed van onder het mikroskoop te brengen.

Het zijn (Pl. III. fig. 4 a) onregelmatig veelhoekige, zeer doorschijnende platen, zoodat zij, om goed waargenomen te worden, eene gematigde verlichting vorderen. Sommige liggen vrij, andere hangen nog te zamen. Men herkent in elke cel eene ongeveer in het midden geplaatste kern en eenige kleine verstrooide moleculen.

Dat het ware cellen zijn, kan aangetoond worden door hen te brengen in eene oplossing van bijtende potasch of soda. Zij zwellen daarin na eenige minuten op tot ronde blazen, waarvan de wanden, bij genoegzame vergrooting beschouwd, duidelijk dubbele grenslijnen bezitten.

Om deze soort van cellen op hunne loodregte doorsnede en in hunne laagsgewijze rangschikking te zien, kunnen, als voor elk gemakkelijk verkrijgbare voorwerpen, de tong en de lippen van eene koe, van een kalf of van een schaap worden aanbevolen. Van deze deelen moeten echter eerst kleine stukken worden gedroogd, ten einde daarvan genoegzaam doorschijnende loodregte doorsneden der opperhuid te kunnen vervaardigen. Deze worden dan met water bevochtigd, waarin zij nagenoeg tot hun vorig volumen terugkeeren. Voegt men er

azijnzuur bij, dan zetten zich de cellen reeds meer uit, en dit geschiedt nog sterker door bijtende potasch of soda.

Op zulke doorsneden ziet men deze cellen in alle hunne ontwikkelingstoestanden (verg. § 112), van de allerjeugdige af, die de papillen onmiddellijk begrenzen en zich slechts als zeer kleine ronde ligchaampjes vertoonen, tot aan de meest verhoorde toe, welke nabij de oppervlakte gelegen zijn.

Tevens heeft men in de zwart gekleurde lippen van de koe gelegenheid om te zien, hoe de zwarte kleurstof hier, — en even zoo in andere gevallen, b. v. in de negerhuid, — voorkomt, namelijk in de onderste cellenlagen als kleine zwarte korreltjes, rondom de celkernen gelegen. Ook zal men in zulk eene lip kleine buisvormige, aan hun binneneinde gewonden kliertjes aantreffen, inwendig met een eigen epithelium van ronde, mede kleurstof bevattende celletjes bekleed.

154. Dergelijke ronde of juistere veelvlakkige bekleedingscellen komen in zeer vele andere gevallen voor, inzonderheid in klierachtige organen. Als een voorbeeld daarvan voeren wij de nierkanaaltjes aan, welke iedere dunne doorsnede der mergzelfstandigheid van de nier eens zoogdiers (Pl. III. fig. 7 A, van een kalf), na met naalden uitgeplozen te zijn, in overvloed levert. Om de epitheliumcellen, die hier eene enkele laag vormen, in hunnen oorspronkelijken vorm te zien, moet men echter geen water ter bevochtiging aanwenden, omdat daardoor de zeer dunwandige cellen opzwellen en hun korrelige inhoud ten deele naar buiten treedt, maar men bezige eene eiwit- of eene slappe suikeroplossing. De alsdan flauw zichtbare kernen komen door bijvoeging van azijnzuur veel duidelijker te voorschijn, waarbij echter de wanden der cellen verbleeken en eindelijk verdwijnen. Het eigene glasheldere vlies der kanaaltjes, waartegen de cellen aanzitten,

komt van tijd tot tijd van zelf te voorschijn door loslating der cellen, doch zeker vertoont het zich, wanneer men eene geconcentreerde suiker- of zoutoplossing ter bevochtiging aanwendt; de cellen trekken zich alsdan te zamen, waarbij zij eenen minder regelmatigen vorm aannemen (fig. 7 B), terwijl het vlies deze zamentrekking niet volgt, maar zich afzonderlijk vertoont. Eene andere niet minder gepaste wijze om dit vlies herkenbaar te maken bestaat in de behandeling met bijtende potasch of soda, waarin het onveranderd overblijft, terwijl de inhoud der buisjes wordt uitgedreven. Een dergelijk vlies vormt als grondvlies (*membrana basilaris*) ook in zeer vele andere gevallen de onderlaag voor de epitheliumcellen.

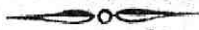
153. Cylindrische bekleedingscellen worden aangetroffen in het darmkanaal van den mensch en der zoogdieren, waar zij palissadengewijs aan de oppervlakte der vlokken geplaatst zijn. Men vindt hen derhalve in het daaraan hechtend slijm.

Even zoo verschaft men zich ook de kegelvormige bekleedingscellen, door met een scalpel een weinig der slijmige massa aan de binnenvlakte der luchtpijp van eene koe (Pl. III. fig. 6) of ander zoogdier af te krabben, en dit in water uit te breiden. In beide gevallen komen de vroeger bleeke kernen zeer duidelijk te voorschijn door azijnzuur (fig. 6 a), doch onder verdwijning der celwanden, terwijl dan tevens uit het de cellen omgevende vocht de slijmstof of mucine wordt afgescheiden als een vliezig, eenigzins korrelig praecipitaat met vele plooiën, die men zich wachten moet voor vezelen te houden.

Verlangt men zulke cellen nog in hare natuurlijke ligging te zien, dan kan dit natuurlijk alleen geschieden aan loodrechte doorsneden, genomen van gedroogde deelen, doch zij hebben dan altijd in meerdere of mindere mate iets van hunnen oorspronkelijken vorm verloren.

156. De kegelvormige cellen der luchtpijp leveren tevens een voorbeeld van cellen voorzien van trilhaartjes, welke hier aan het breede uiteinde, waar de rand bovendien eenigermate verdikt is, zijn ingeplant. Om deze haartjes goed waar te nemen moet de verlichting niet te sterk wezen; het best ziet men hen bij schuins invallend licht.

Een ander voorbeeld van trilepitheliumcellen vindt men in die, welke de oppervlakte der tong van den kikvorsch bekleeden. Zij zijn hier echter niet kegelvormig, maar rond. Brengt men een klein met eene schaar afgeknipt gedeelte van zulk eene tong in water onder het mikroskoop, dan ziet men de trilbeweging langs den rand. Om de rigting der beweging waar te nemen voege men er eenige kleurstof bij, op de wijze als vroeger (bl. 212) ter voeding van infusorien is opgegeven; de kleine moleculen worden dan in de strooming medegevoerd.



De haren der zoogdieren.

157. De haren der zoogdieren leveren een der sprekendste voorbeelden op, hoe nuttig het is, zich, even als bij ontleedkundige nasporingen in het algemeen, niet enkel te bepalen tot het onderzoek van het mikroskopisch maaksel van het een of ander deel, zoo als het zich bij eene enkele diersoort, b. v. den mensch, vertoont, maar dit onderzoek steeds uit te breiden over de gelijksoortige deelen bij andere dieren, dewijl door vergelijking der aldus verkregen uitkomsten sommige bijzonderheden van dit maaksel eerst regt duidelijk worden.

Aan de haren in het algemeen neemt men drie bestanddeelen waar: 1° aan de buitenzijde een dun bekleedsel van

platte cellen, het epithelium, 2° daaronder de bast, bestaande uit lange, zeer dunne vezelcellen, en 5° het merg, dat het midden inneemt, en uit onregelmatig ronde of veelhoekige cellen is zamengesteld. Deze drie bestanddeelen zijn echter aan de haren van onderscheidene dieren op eene zeer ongelijkmatige en verschillende wijze ontwikkeld, en het is juist daardoor, dat het maaksel van het haar van het eene dier dat van het haar van een ander dier opheldert. Eenige voorbeelden mogen hiervan ten bewijze strekken.

Vooraf zij echter iets gezegd aangaande de methode van onderzoek.

Wanneer een haar niet al te dik is, b. v. het hoofdhaar van een mensch, dan is het, met water bevochtigd, genoegzaam doorschijnend, om, bij opvolgende verandering in den afstand van het mikroskoop, daaraan de drie bovengenoemde bestanddeelen of lagen te onderscheiden. Ook kan men, ter vermeerdering der doorschijnendheid, in plaats van water, gebruik maken van terpenhijnolie of canadabalsam.

Dwarse en overlansche doorsneden kunnen vervaardigd worden, wanneer men eenige tot een' bundel vereenigde haren in eene gomoplossing doopt en dan in eene spleet brengt, die men in eene kurken stop heeft gesneden, dezen vervolgens met garen omwoelt, en dan laat liggen, tot de gomoplossing verdroogd is. Daar de kurken stop eene groote sne-devlakte aanbiedt, verkrijgt men op die wijze bij elke snede een aantal doorsneden, zoo dun als men zulks verkiest.

Eindelijk is het ook nuttig de haren gedurende eenige uren te laten weken in geconcentreerd zwavelzuur, of in de oplossingen van bijtende potasch of soda, dewijl hierdoor de onderlinge zamenhang der elementaire deelen verbroken wordt, en men deze nu vrij in het gezichtsveld bekomt, zonder dat hun

vorm eenige verandering heeft ondergaan, wanneer die inwerking althans niet te lang is voortgezet. Denzelfden invloed, waartoe bij de gewone temperatuur eenige uren vereischt worden, oefenen de kokende vochten binnen weinige minuten uit.

158. De dunne buitenste laag, of het epithelium, bestaat steeds uit min of meer geregeld dakpansgewijs over elkander gelegen platte kleurlooze cellen. Bij de menschelijke haren is dit maaksel echter steeds onduidelijk, en in de min of meer golvende streepjes, welke men aan hunne oppervlakte waarneemt (1), herkent men niet onmiddellijk de grenslijnen van ware cellen. Duidelijker wordt dit echter, wanneer zich dit epithelium door zwavelzuur of bijtende alkaliën in lappen heeft afgescheiden. Uiterst fraai en regelmatig daarentegen is het maaksel van diezelfde laag bij de haren van zeer vele dieren, zoo als bij de hermelijnwezel (2) en andere soorten van het geslacht *Mustela*, de vledermuis enzv., waar de ruitvormige epitheliumcellen in geregelde spiraallijnen het haar omgeven, terwijl alle met de spits buitenwaarts uitpuilen.

159. Zeer verschillend is de verhouding tusschen de ruimten, door de bastlaag en het merg ingenomen, bij de haren van onderscheidene dieren, gelijk het best op dwarse doorsneden blijkt. Zelfs in één en hetzelfde haar kan die verhouding op onderscheidene punten zeer uitéénloopen. In een menschelijk hoofdhaar b. v. wordt het merg vaak in het eene gedeelte gemist, terwijl het elders voorhanden is. Bij een groot aantal zoogdieren (b. v. de marter, de wezel, het konijn,

(1) Pl. III, fig. 8, een grijs hoofdhaar van een mensch.

(2) Pl. III, fig. 9, een haar van *Mustela Erminea*.

het hert enz.), is de gedaante der haren dubbel kegelvormig, dat is, zij zijn in het midden het dikst, terwijl zij aan het uiteinde (het oudst gevormde deel) in eene fijne spits uitloopen, en hun benedeneinde (het laatst gevormde deel) zich als een dunne steel vertoont. Bij zulke haren bestaat het bovenste en het benedenste gedeelte enkel uit bastzelfstandigheid, het dikkere middengedeelte wordt daarentegen bijna geheel door het merg ingenomen, hetgeen dan van eene gewoonlijk slechts zeer dunne bastlaag omgeven is.

De haren zijn rolrond of, gelijk bij krullend haar steeds het geval is, elliptisch (1) op de doorsnede. Hieraan beantwoordt ook doorgaans de vorm van de bastlaag en van het merg, en slechts bij zeer stijve borstelachtige haren, gelijk die van het Braziliaansche zwijn, als mede bij de pennen van het stekelvarken en van den egel (welker maaksel in de hoofdpunten met dat der eigenlijke haren overeenstemt, en alleen daarvan afwijkt door dat er zich eene huidpapil in voortzet), vormt de bastlaag zeer regelmatige naar binnenspringende stralen, welker tusschenruimten dan door het merg worden ingenomen.

160. De zamenstellende deelen der bastlaag zijn overal dezelfde, namelijk lange maar zeer dunne (1 tot 1,8 *mm* in doormeter hebbende) vezelcellen, die aan de uiteinden spits toelooopen. Dikwerf herkent men hunne tegenwoordigheid echter alleen dan duidelijk, wanneer de haren vooraf met zwavelzuur of bijtende alkaliën behandeld zijn. Zij hangen onderling door eene bindstof sterk te zamen en vormen ook wel bundels. Het duidelijkste voorbeeld daarvan leveren de pennen van het stekelvarken, waaraan, op eene dwarse

(1) Pl. III, fig. 8 B, dwarse doorsnede van een krullend hoofdhaar van een mensch.

doorsnede, de bastlaag (Pl. III. fig. 41) schijnbaar geheel uit zeer dikwandige veelhoekige cellen bestaat, die eenen diameter van 10 tot 50 *mmm* hebben. Slechts wanneer de gemaakte doorsnede niet zeer dun is, bespeurt men, dat de wanden van die schijnbare cellen niet geheel homogeen zijn, daar men er dan, hoewel zeer onduidelijk, kleine ronde stipeltjes in waarneemt. Deze zijn inderdaad niets anders dan de doorgesnedene zeer dunne bastvezelen, welke men aan overlansche doorsneden (fig. 41 *a*) dan ook werkelijk door potasch isoleren kan. De schijnbare cellen zijn dus eigenlijk bundels van bastvezelen, in vorm en dikte nagenoeg met die uit de bast van menselijk hoofdhaar (fig. 8 *c*) overeenstemmende.

De bastlaag is de plaats, waar de kleurstof van het haar zich bij voorkeur bevindt. Soms zijn de bastvezelen zelve in hunne geheele massa gekleurd, doch ook in de hen verbindende stof treft men dikwijls eene dergelijke kleurstof aan, waarvan wederom de pennen van het stekelvarken een voorbeeld geven. Niet met de eigenlijke kleurstof te verwarren zijn de kleine met lucht gevulde holten, die men in de bastlaag van alle haren aantreft, op de punten waar de vezelcellen door kleine opene spleten van elkander gescheiden zijn. Deze vertoonen zich zwart bij doornvallend en wit bij opvallend licht, en verdwijnen geheel in met terpenhijn bevochtigde doorsneden.

161. Het merg bestaat altijd uit cellen van eenen onregelmatig ronden of veelhoekigen vorm. In vele haren, met name in die van den mensch, is deze zamenstelling uit cellen zeer onduidelijk, en alleen een zorgvuldig onderzoek, gesteund door het gebruik van de bovengenoemde reactiven en door de wijze waarop het merg zich ontwikkelt, leert,

dat de oogenschijnlijk structuurlooze korrelige bijna ondoorschijnende massa, die het middengedeelte van het haar inneemt, inderdaad door kleine, verdroogde, ten deele met lucht gevulde celletjes gevormd wordt. Bij de haren van zeer vele andere dieren, (b. v. het konijn, de haas, de marter, de hermelijnwezel (fig. 9), de rat, de muis, de vledermuis enzv.), herkent men deze samenstelling uit cellen terstond, maar vooral is deze duidelijk bij die van het hert, de ree, het moschusdier (1), als mede in de pennen van den egel en het stekelvarken, uit hoofde van de aanzienlijke grootte, welke de cellen hier bereiken, en haren vorm, welke dikwijls geheel met die van parenchymcellen in plantenweefsels overeenstemt.



Het veerkrachtige weefsel.

162. Een der in het ligchaam van gewervelde dieren het meest verbreide weefsels is het veerkrachtige of elastische weefsel. De verschillende vorm echter, waaronder het optreedt, is oorzaak geweest, dat men onderscheidene elementaire deelen, met name de zoogenoemde kernvezelen, vroeger als daartoe niet behoorende beschouwde. De grondvorm is steeds die van vezelen, doch de dikte van deze kan uiterst verschillend zijn, van schier onmeetbaar dun af tot eenen vrij aanzienlijken doormeter van 10 *mm* en zelfs meer toe. Verders bezitten deze vezelen de eigenschap van zich meer of minder sterk te vertakken. Is dit slechts in geringe mate het geval, b. v.

(1) Pl. III. fig. 10, dwarse doorsnede van een der haren op een moschusblaasje.

te midden van het bindweefsel, in de huid, de pezen enz. dan vertoonen zij zich als lange, in bogtige, soms kronkelende rigting loopende vezelen, waarvan de vertakking niet altijd te volgen is. Is de vertakking sterker, iets dat meestal gepaard gaat met eene grootere dikte der vezelen, dan kan het daardoor gevormde weefsel zelfs het voorkomen aannemen van een met gaten doorboord vlies, gelijk b. v. de zoogenaamde *tunica fenestrata* der slagaders. Tusschen deze beide uitersten in liggen dan allerlei middentoestanden. Men kan zich echter door twee hoofdeigenschappen altijd gemakkelijk van de aanwezigheid van veerkrachtige vezelen overtuigen. Vooreerst bezit de stof, waaruit zij bestaan, een zeer sterk lichtbrekend vermogen, ten gevolge waarvan de vezelen, bij doervallend licht, steeds zeer donkere randen hebben en de allerfijnste zich zelfs alleen als zwarte draden vertoonen. Ten tweede weerstaan deze vezelen gedurende eenen geruimen tijd aan de inwerking van zuren en bijtende loogzouten, en zelfs komen de fijnere veerkrachtige vezelen eerst goed te voorschijn, nadat daardoor de overige bestanddeelen van een weefsel opgelost of althans sterk opgezwollen en doorschijnend geworden zijn.

163. Slechts in weinige gevallen komt het veerkrachtige weefsel nagenoeg geheel onvermengd voor. Als voorbeeld daarvan kiezen wij den nekband van eene koe of van een kalf. Wanneer men hiervan een klein gedeelte op een voorwerpplaatje onder water met een paar naalden uitpluist, dan gelukt het wel eenige vezelen te isoleren, doch altijd is het moeilijk op die wijze het maaksel van dit weefsel goed te leeren kennen, uit hoofde van zijne groote ondoorschijnendheid zelfs in zeer dunne lagen, en de stevigheid waarmede de

vezelen onderling zamenhangen. Beter is het daarom het vooraf te droogen, hetgeen men hier volkomen veilig doen kan, daar het vergelijkend onderzoek leert, dat de weder in water opgeweeke vezelen in niets van de versche verschillen.

Op de dwarse doorsnede bespeurt men dan (z. Pl. III. fig. 14), dat de vezelen ronde, elliptische of meer onregelmatige vormen hebben, dat zij geen spoor van eene inwendige holte vertoonen, en dat sommige inspringende kanten hebben, welke men als het gevolg der vereeniging van twee of drie vezelen op dat punt beschouwen kan. Meerendeels liggen zij op eenigen afstand van elkander en de tusschenruimten zijn opgevuld door eene geheel doorschijnende verbindingsstof.

Op eene dunne overlansche doorsnede herkent men aanvankelijk het beloop der vezelen slechts onduidelijk. Indien men met een paar naalden het weefsel uitrekt in de loodrechte rigting op die der vezelen, dan herneemt het, zoodra de uitrekking ophoudt, zijne oorspronkelijke gedaante. Dit zelfde kan men, bij eene geringe vergrooting, ook onder het mikroskoop doen, en dan blijkt, dat de oorzaak dier aanzienlijke veerkracht daarin gelegen is, dat de vezelen niet alleen onderling vertakt zijn, maar dat zij bovendien een vlechtwerk daarstellen (z. Pl. III. fig. 15). De geheele nekband bestaat derhalve uit een groot aantal van zulke netten, waarvan de draden, die de mazen begrenzen, in allerlei rigtingen dooreen gevlochten zijn.

Bij meting blijkt, dat de doormeter dezer vezelen bij het kalf 2,8 tot 6,8 *mmm*, gemiddeld 4,8 *mmm* bedraagt, bij de koe 5,5 tot 9,4 *mmm*, gemiddeld 7,2 *mmm*.

164. Reeds is als algemeene eigenschap van het veerkrachtig weefsel zijn weerstand | biedend vermogen aan de inwerking

van plantaardige en minerale zuren genoemd. Men kan dit gemakkelijk aan de vezelen van den nekband bevestigen. Wat de inwerking van het salpeterzuur betreft, zoo hoede men zich om uit de gele kleuring, welke het hiermede aanneemt, te besluiten tot de tegenwoordigheid van proteïne als bestanddeel der vezelen. Wanneer men dunne doorsneden eenige uren met water laat uittrekken, vervolgens daarmede kneedt en het water daarbij herhaalde malen ververscht, het weefsel daarop laat droogen en met sterk salpeterzuur bevochtigt, dan verandert het niet van kleur, zoodat dus de gele kleuring van het versche weefsel aan het vocht, waarmede het weefsel doordrongen is, moet worden toegeschreven.

De inwerking van bijtende alkaliën is in meer dan een opzigt opmerkelijk. Men kan veerkrachtig weefsel gedurende verscheidene weken bewaren in eene verzadigde oplossing van bijtende potasch, afgesloten van de lucht, zonder dat de vezelen schijnbaar eenige verandering hebben ondergaan, wanneer zij vervolgens, bevochtigd met dezelfde oplossing, onder het mikroskoop worden gebragt. Echter is deze geheele onveranderlijkheid slechts schijnbaar. Wanneer men, in stede van het weefsel met potasch-oplossing onder het mikroskoop te brengen, deze verwijdt en daarvoor in plaats water ter bevochtiging aanwendt, dan neemt men het volgende waar. Na een verblijf van vier en twintig uren in de verzadigde potasch-oplossing heeft het weefsel veel van zijne veerkracht verloren; men kan het nu gemakkelijk met naalden uittrekken en uitpluizen, en daarbij vertoonen zich de netten en het daardoor gevormde vlechtwerk veel duidelijker dan vroeger. Na drie tot vier dagen wordt het weefsel, op het oogenblik dat het in het water wordt gebragt, zoo doorschijnend, dat men het ter naauwernood meer herkennen kan. Het is tevens zoo

week geworden, dat het door het gewigt van het dekplaatje geheel wordt uiteen gedrukt. Plaatst men nu, terwijl het voorwerp zich in het gezichtsveld van het mikroskoop bevindt, aan den rand van het dekplaatje een' droppel zoutzuur, zoodat dit er langzaam onder doordringt, dan neemt men een opmerkelijk verschijnsel waar. Naarmate namelijk het zuur de vezelen bereikt, komen deze, die aanvankelijk geheel onzichtbaar waren, wederom te voorschijn, ofschoon zij niet zoo donkere randen verkrijgen als zij oorspronkelijk in den verschen toestand bezaten. Tevens bespeurt men nu aan de vezelen overlans loopende evenwijdige streepen (zie Pl. III. fig. 16), even als of zij bundels zijn, die uit veel fijnere vezelen bestaan, eene opvatting, die nog daardoor versterkt wordt, dat men tusschen de dikkere vezelen er nu ook andere waarneemt, die merkelyk dunner zijn, dan de dunste vezelen in den oorspronkelijken toestand waren, en zich uit de vezelbundels schijnen te hebben afgezonderd. Echter is deze verklaring van de aanwezigheid der genoemde streepen moeilijk overeen te brengen met de ontwikkelingswijze van den nekband, en schijnt het aannemelijker in deze streepen de grenslijnen van verdikkingslagen te zien, welke, zich vanéén scheidende, de gedaante van schijnbare vezelen kunnen aannemen. Tamelyk duidelyke sporen van deze verdikkingslagen, herinnerende aan die van verhoutte plantencelwanden, neemt men ook, bij genoegzame vergrooting, waar aan de dwarse doorsneden der vezelen. — Na een langer verblijf, van tien en meer dagen, in de verzadigde potaschoplossing, worden de in water overgebrachte vezelen geheel in eene vormlooze massa veranderd, welke half vloeibaar is en zich in het vocht verdeelt onder de gedaante van ronde ligchaampjes, die het licht sterk breken, nagenoeg als de

boterbolletjes in de melk, doch waarvan sommige der grooteren nog uit vereenigingen van een aantal kleineren bestaan.

—o—

De lijmgevende weefsels.

165. In alle organen der gewervelde dieren komt eene stof voor, die zich door koking in lijm verandert. De vorm, waaronder zich deze stof vertoont, is echter verschillend, zoodat de benaming van lijmgevend weefsel meer eenen chemischen dan morphologischen grond heeft. Zoo ook is de hoeveelheid, waarin deze stof in de organen bevat is, hoogst onderscheiden, daar in sommige een groot gedeelte van het weefsel daaruit bestaat, terwijl zij in andere alleen in begeleiding van de vaten voorkomt. Bovendien wordt nergens het lijmgevend weefsel geheel op zich zelve aangetroffen, maar steeds zijn daarin andere bestanddeelen aanwezig, die er zich zoolwel door vorm als scheikundige geaardheid van onderscheiden, inzonderheid veerkrachtige vezelen en vetcellen, in eenige gevallen ook pigmentcellen, in andere kraakbeencellen.

166. Het lijmgevend weefsel vertoont zich hoofdzakelijk onder twee hoofdvormen. De eerste wordt gekenmerkt door de tegenwoordigheid van vezelen, de tweede door de afwezigheid daarvan. Van den laatsten vorm zullen wij later het opmerkelijkste voorbeeld vinden in de concentrische platen, welke de mergkanalen der beenderen omgeven. Hier willen wij ons alleen tot eerstgenoemden hoofdvorm bepalen.

Het is onder dien vorm, dat het lijmgevend weefsel de hoofdmassa uitmaakt van het bindweefsel, de pezen en pezige

uitbreidingen, de meeste banden, de weivliezen, de lederhuid, het beenvlies, de vliezige hulsels van teedere organen (*dura mater, sclerotica*), van het neurileem, van een gedeelte der wanden van de bloed- en lijmphvaten, enzv. Overal treft men hier vezelen aan, doch op verschillende wijzen geordend, dan eens meer, dan eens minder tot bundels vereenigd, waarin de zamenstellende vezelen eenen slingerenden loop hebben, terwijl bovendien in allen eene vormlooze, doorgaans vliezige grondmassa voorkomt, die de vezelen onderling verbindt en somwijlen een aanzienlijk gedeelte van het geheel uitmaakt.

Eene uitvoerige beschrijving van alle lijmgevende weefsels wordt echter niet vereischt tot het doel, waartoe dit werk bestemd is. Eenige weinige voorbeelden zullen voldoende zijn, om den lezer in staat te stellen telkens bij zijne onderzoekingen de elementen van dezen vorm van het lijmgevend weefsel weder te herkennen.

467. Als eerste voorbeeld kiezen wij het *bindweefsel*, dat in de organen de afzonderlijke elementaire deelen te zamen verbindt en tot een geheel vereenigt. Ofschoon nog eenigermate verschillende naar gelang van de plaats waar het voorkomt, is de zamenstelling toch in de hoofdpunten telkens dezelfde. Als het gemakkelijkst verkrijgbaar kan men dat der spieren nemen, onverschillig van welk zoogdier.

Wanneer men een klein gedeelte van zulk bindweefsel op een voorwerpplaatje in eenen droppel water brengt en met naalden uitpluist, dan ziet men (1) een aantal zeer dunne vezelen, die meerendeels in dezelfde rigting loopen, en deels

(1) Pl. III, fig. 17, bindweefsel tusschen de borstspieren van een kalf.

ook tot dünnere en dikkere bundels verbonden zijn. Alle deze vezelen hebben eenen slingerenden loop en onderscheiden zich van de vezelen, die het veerkrachtige weefsel samenstellen, reeds op den eersten blik door hunne zeer bleekere randen, hetgeen het gevolg is van hun veel geringer lichtbrekend vermogen. Gelijk reeds gezegd is, komen echter in nagenoeg alle lijmgewende weefsels, en even zoo ook in het bindweefsel, ware veerkrachtige vezelen voor. Dikwerf zijn deze echter te dun, om tusschen de bindweefselvezelen herkend te worden; doch een eenvoudig hulpmiddel daartoe bestaat in eene behandeling van het voorwerp met azijnzuur of met de oplossing van bijtende potasch of soda. Zoodra het bindweefsel hiermede in aanraking is, zwelt het sterk op, de vezelen daarin worden geheel onzichtbaar, terwijl daarentegen de veerkrachtige vezelen onveranderd overblijven. Dan eens, — vooral bij jongere dieren, — zijn deze veerkrachtige vezelen zeer dun en vertoonen nog hunnen zamenhang met de kleine langwerpige celletjes, waaruit zij hunnen oorsprong hebben genomen (Pl. III. fig. 18), dan weder zijn zij merkelyk dikker en langer. Doorgaans hebben zij eenen sterk slingerenden loop, waarvan de algemeene rigting die der bindweefselbundels is, welke zij somwijlen spiraalsgewijs omgeven.

De tusschenstof, welke de vezelen onderling en de bundels aan elkander verbindt, is geheel vormloos en zoo doorschijnend, dat men haar slechts moeijelyk duidelyk te zien bekomt. Zij wordt echter herkenbaar, wanneer men het praeparaat vooraf met jodiumtinctuur kleurt. Pluist men het dan uit, dan ziet men hier en daar de nu geelbruinachtige vliezige vormlooze massa. Het best voldoet hier echter de aanwending van den mikroskopischen spanner, beschreven in Dl. III. bl. 392. Men neme daartoe een zeer dun, reeds

op het bloote oog zich vliezig vertoonend lapje bindweefsel, bevochtigt dit met water, breide het over de opening van den opstaanden ring uit, en schuive dan daarover heen de opening van het bovenste plaatje. Door dit vervolgens naar beneden te drukken breidt zich het gedeelte van het bindweefsel, dat zich boven de opening bevindt, meer en meer uit, en wordt zeer doorschijnend. Onder het mikroskoop gebracht, herkent men daarin dan slechts een betrekkelijk klein getal van vezelen, die nu natuurlijk geheel uitgestrekt liggen. Dat zij door eene tusschenstof vereenigd zijn, wordt volkomen duidelijk, zoodra men het praeparaat met iodiumtinctuur bruin kleurt. Ook blijkt het daarbij, dat sommige dier vezelen inderdaad niet anders dan plooijen in de vliezige massa zijn, iets dat echter niet van allen met evenveel zekerheid kan worden aangetoond (verg. § 110).

168. Op zeer vele plaatsen is het bindweefsel tevens de zitplaats van het *vet*. Dit is altijd in cellen bevat van eenen tamelijk grooten omvang en met zeer dunne wanden (Pl. III. fig. 17). De vorm der vetcellen is eenigermate verschillend, inzonderheid naar gelang van den aard van het daarin besloten vet. Is dit week en hoofdzakelijk bestaande uit elaine en margarine, dan zijn de vetcellen rondachtig van vorm; komt er daarentegen veel stearine in voor, waardoor het vet vaster wordt, dan hebben de vetcellen, ter plaatse waar zij dicht nevens elkander gelegen zijn, eene meer veelhoekige schier kristalachtige gedaante. Altijd zijn de vetcellen dadelijk herkenbaar aan de donkere schaduw langs hunnen rand, wanneer zij bij doorvallend licht gezien worden, terwijl zij, bij opvallend licht gezien, eene witte kleur hebben. Somwijlen vertoonen zich daarin straalsgewijs van uit een gezamenlijk mid-

delpunt uitloopende teedere kristalnaaldjes uit margine bestaande (fig. 17 *aa*), doch deze vormen zich eerst na den dood, ten gevolge der bekoeling van het vet.

169. Als een tweede voorbeeld van een lijmgevend weefsel kan het eene of andere *weivlies* dienen. Het is tamelijk onverschillig, of men daartoe het *peritoneum*, de *pleura* of de *arachnoidea* aanwendt. Van grootere dieren verdient de laatstgenoemde de voorkeur, uit hoofde der meerdere dunheid en daarmede gepaard gaande doorschijnendheid. Men breidt een klein lapje van zulk een vlies op een voorwerpplaatje uit, hetgeen men het best doet, door dit onder water te houden. Aan de vrije oppervlakte dezer weivliezen bespeurt men in de eerste plaats een uit kleine veelhoekige celletjes bestaand epithelium. De daaronder gelegen vezelen zijn tot geene eigenlijke bundels vereenigd, maar kruisen elkander in allerlei rigtingen. Men herkent daartusschen (bij den mensch en de overige zoogdieren) talrijke veerkrachtige vezelen, welke echter eerst regt duidelijk te voorschijn komen, door bijvoeging van azijnzuur, dat hier dezelfde uitwerking heeft als op het bindweefsel. Even als bij dit, en nog gemakkelijker, kan men ook in de weivliezen het bestaan der vliezige verbindingsstof aantoonen, die hier in grooten overvloed voorkomt.

Aan het weivlies, dat de longen der zoogdieren bekleedt, neemt men ook, vooral bij oudere voorwerpen, zwarte vlekjes waar. Dit zijn *pigmentcellen*, die echter hier zelden den eigendommelijken vertakten vorm hebben, welke daaraan bij visschen en kruipende dieren wordt waargenomen. Leerzaam is in dit opzigt het onderzoek van het *peritoneum* van eenen kikvorsch (z. Pl. III. fig. 19). Breidt men een klein gedeelte

daarvan onder water op een voorwerpplaatje uit, dan ziet men de zich aan de buitenvlakte bevindende epitheliumcellen (*a*) met hare kernen. Ditwerf echter zijn de omtrekken dier cellen niet dan zeer flauw zichtbaar, en bovendien hangen zij slechts zwak zamen met het onderliggend weefsel, zoodat zij ligtelijk verwijderd worden. Dit weefsel bestaat uit slingerend loopende, elkander in allerlei rigtingen doorkruisende vezelen, welke hier en daar (*ccc*) ruimten open laten, waar geene vezelen zijn, doch die echter door de epitheliumlaag bedekt en gesloten worden, gelijk inzonderheid blijkt na bevochtiging met jodiumtinctuur. Met azijnzuur verdwijnen alle de vezelen, ten bewijze dat hier geene veerkrachtige vezelen voorhanden zijn. Ook de wanden der epitheliumcellen worden onzichtbaar, de kernen blijven echter over, doch zij hebben zich zamengetrokken tot langwerpige streepvormige ligchaampjes. De pigmentcellen hebben allerlei vormen; eenige vertoonen zich als onregelmatige zwarte vlekken, andere zijn voorzien van min of meer stersgewijs uit het middelpunt uitstralende takken, die zich wederom in kleinere takken splitsen. Op sommige punten, vooral in den omtrek der bloedvaten, die zich door het peritoneum verspreiden, hangen de takken der naburige cellen onderling te zamen en vormen aldus een net. Deze netsgewijze verbinding der pigmentcellen is nog veel algemeener in het peritoneum van den watersalamander, waarvan fig. 21 eene voorstelling geeft.

170. Het weefsel der *pezen* kan als een derde voorbeeld van het maaksel der lijngevende weefsels dienen. Daar de samenstelling der pezen overal gelijk is, zoo is het onverschillig welke pees en van welk zoogdier men aan dit onderzoek onderwerpt.

Wanneer men een klein gedeelte in eenen droppel water met naalden uitpluist, dan zal men bevinden dat het geheel uit fijne vezelen bestaat, merkelyk dunner dan die, welke in bindweefsel voorkomen, en alle in de overlangsche rigting der pees in zigzag nevens elkander loopende. Slechts hier en daar bespeurt men andere vezelen, die eenen minder geregelden loop hebben; deze behooren tot de bindweefselscheeden, welke de bundels der eigenlyke peesvezelen omgeven en tot grootere bundels vereenigen. Door behandeling met azijnzuur of bijtende alkaliën zwellen de vezelen sterk op, worden zeer doorschijnend, en komen de veerkrachtige vezelen te voorschijn, die zich tusschen de peesvezelbundels verbreiden.

Om deze elementaire deelen behoorlyk in hun verband te zien, vervaardige men doorsneden van gedroogde pezen, die in water weder worden opgeweekt. Op dwarse doorsneden (1) herkent men dan de veelhoekige primitiefbundels en de door bindweefsel (*aaa*) omgeven secundaire bundels. Op zulk eene doorsnede bespeurt men altijd ook regte streepen (bij *b*), die het gevolg zijn van de snede met het mes. Bij genoegzame vergrooting en op eene niet al te dunne doorsnede gelukt het ook de dwars doorgesneden primitiefvezelen waar te nemen (fig. 25), als kleine kringetjes te midden eener doorschijnende structuurlooze verbindingsstof. De primitiefbundels worden van elkander gescheiden door vertakte veerkrachtige vezelen, waarvan de hoofdstammen in gelijke rigting loopen met de overige peesvezelen, gelijk blijkt op de overlangsche doorsnede (fig. 24 *aaa*). Is de pees niet al te hard gedroogd, dan zijn ook de primitiefvezelen nog op zulk eene overlangsche doorsnede herkenbaar.

(1) Pl. III, fig. 22, gedeelte eener dwarse doorsnede van eene pees van een der spieren aan de hiel van een kalf.

De spieren der willekeurige beweging.

171. Er is geen weefsel, dat leerzamer is voor het onderzoek en de daaraan besteede moeite beter beloont, dan dat der willekeurige spieren. Netheid en zelfs sierlijkheid van maaksel gaan hier gepaard met eene zekere mate van eenvoudigheid, waardoor het mogelijk is met eene meerdere zekerheid, dan bij vele andere weefsels het geval is, tot juiste uitkomsten te geraken. Om deze echter te verkrijgen zijn verschillende hulpmiddelen noodig, ten einde deelen waarneembaar te maken, die in den gewonen toestand onzichtbaar zijn; bovendien moet het onderzoek op verschillende wijzen worden afgewisseld en over dieren van onderscheidene klassen uitgebreid, en het is juist in deze noodzakelijke toepassing van meer dan eene waarnemingsmethode, dat het leerzame van zulk een onderzoek gelegen is.

172. Bij alle gewervelde dieren en zelfs bij het meerendeel der gelede dieren, bepaaldelijk bij de insekten, zijn de spieren der willekeurige beweging volgens eenen en denzelfden typus gevormd. In de hoofdpunten stemt het maaksel bij allen overeen, slechts in eenige bijzonderheden wijkt het af, doch juist die afwijkingen zijn dikwerf het best in staat, om de samenstelling van het weefsel in het algemeen toe te lichten.

Neemt men een zeer klein stukje van eene versche spier, en pluist dit met naalden op een voorwerpplaatje onder eenen druppel water uit, zoolang tot dat men, reeds met het bloote oog, afzonderlijk liggende vezelen kan zien, en brengt het dan onder het mikroskoop, dan vertoonen zich deze vezelen op de wijze afgebeeld in Pl. III. fig. 23 (1). Het zijn

(1) Primitiefbundels van den *musculus psoas* van eene koe.

de primitiefbundels, bestaande, gelijk zoo dadelijk blijken zal, uit zeer fijne overlans loopende vezelen, de primitiefvezelen, welke omgeven worden door een eigen vlies, de bundelscheede of het *sarcolemma*.

Deze primitiefbundels zijn altijd voorzien van dwarsstreepen, welke op zeer regelmatige afstanden geplaatst zijn, en zich in min of meer bogtigen loop, of ook wel zigzagsgewijs van den eenen naar den anderen rand uitstrekken. Bij nauwkeurige beschouwing en genoegzame vergrooting (1) ziet men aan den rand der meeste primitiefbundels kleine inkeeringen, welke beantwoorden aan de plaats der streepjes, zoodat deze derhalve als de daardoor te weeg gebrachte schaduwranden moeten worden beschouwd, of, om juister te spreken, als de plaatsen, waar de lichtstralen, die door den spiegel in het gezichtsveld worden geworpen, door de breking eene zoo groote afwijking ondergaan, dat zij het oog niet bereiken (2). Bij een oppervlakkig onderzoek zoude men ligtelijk tot de dwaling vervallen, dat deze dwarsstreepjes zich alleen aan de buitenvlakte der primitiefbundels bevinden, doch men overtuigt zich van het tegendeel, wanneer men zulk eenen bundel bij eene sterke vergrooting beschouwt en dan het mikroskoop zoo instelt, dat men eerst de buitenste gestreepte oppervlakte ziet en vervolgens langzaam voorwerp en mikroskoop tot elkander doet naderen. Daarbij verdwijnen dan de streepjes niet, maar blijven even scherp zichtbaar, ten bewijze, dat zij zich in de geheele dikte des bundels voortzetten. Behalve deze dwarsstreepjes ziet men aan de versche

(1) Pl. III, fig. 26, een klein gedeelte van eenen primitiefbundel derzelfde spier sterk vergroot.

(2) Vergelijk over de theorie der waarneming bij doorvallend licht Dl. II. bl. 43 en verv.

primitiefbundels ook overlans loopende streepjes, zijnde de grenzen der primitiefvezelen, doch zij vertoonen zich altijd minder duidelijk dan de eerste en zijn dikwerf zelfs in het geheel niet zichtbaar, iets, dat echter in geen deele aan eene afwezigheid van primitiefvezelen moet worden toegeschreven, daar deze ook dan op andere wijzen kunnen worden waarneembaar gemaakt, maar alleen daaraan, dat de lichtstralen gedurende hunnen doorgang des bundels in te geringe mate door de primitiefvezelen worden gebroken, om de randen van deze als donkere streepjes zichtbaar te doen worden.

Om den eigenlijken vorm der primitiefbundels te leeren kennen, onderzoekte men dien aan dwarse doorsneden van vooraf gedroogde spieren. Op zulke eene weder in water opgeweekte doorsnede (1) herkent men reeds bij eene geringe vergrooting, dat de gedaante der primitiefbundels die van meereendeels zeshoekige zuilen is, en dat een aantal hunner onderling dicht aanéén sluitend eenen secundairen bundel vormt, welke omgeven wordt door eene uit bindweefsel bestaande scheede (*aaa*), terwijl eenig dezer secundaire bundels wederom tot tertiaire bundels vereenigd zijn, op hunne beurt desgelijks door bindweefsel van de naburige afgescheiden.

Wendt men eene sterke vergrooting aan, dan ziet men op zulk eene dwarse doorsnede (2), mits deze niet al te dun en te doorschijnend zij, ook de zich als ronde kringetjes vertoonende dwars doorgesneden primitiefvezelen, welke op alle punten des bundels gelijkelijk voorhanden zijn, dan eens aanéénliggende, dan weder van elkander afgezonderd, terwijl de

(1) Pl. III, fig. 30, gedeelte eener dwarse doorsnede van den *musculus psoas* eener koe.

(2) Pl. III, fig. 31, dwarse doorsnede van eenen primitiefbundel uit den *musculus gastrocnemius* van een konijn. De ronde kringen (*aaa*) aan de hoekpunten zijn de dwars doorgesneden opgespoten haarvaten.

tusschenruimte door eene vormlooze stof is ingenomen. Tevens herkent men nu aan elken bundel dubbele grenslijnen, ten bewijze dat de primitiefbundels nog door een eigen vlies als een hulsel omgeven worden.

Dit vlies, het sarcolemma, laat zich echter nog op twee andere wijzen met groote duidelijkheid aantonen. De eerste bestaat hierin, dat men, bij het uitpluizen van de versche spier op een voorwerpplaatje, niet alleen tracht de bundels van elkander af te zonderen, maar bovendien met de naalden eene zekere trekking in de lengterigting der bundels uitoefent. Daardoor worden de primitiefvezelen in sommige bundels in de overdwarse rigting verscheurd, terwijl daarentegen het zeer veerkrachtige sarcolemma aan die trekking weerstand biedt en zich daarna afzonderlijk als een volkomen glashelder vlies vertoont, waarin, ten gevolge der trekking, eenige plooijen zijn ontstaan (1). Het gemakkelijkst neemt men dit waar aan de spieren van visschen, welker primitiefbundels doorgaans eenen aanmerkelijken doormeter hebben, en daardoor gemakkelijker met de naalden kunnen gevat worden; doch ook aan de spieren van viervoetige dieren en van den mensch gelukt het met eenig geduld zeer wel, om het op die wijze waarneembaar te maken.

Er is echter nog eene andere wijze, waarop men evenzeer het bestaan van dit vlies bewijzen kan, en tevens, dat het in een scheikundig opzigt van de daarbinnen besloten primitiefvezelen verschilt. Deze bestaan namelijk uit eene proteïne-zelfstandigheid, terwijl het vlies of de scheede de eigenschappen van elastine (z. § 106) bezit. Laat men nu, terwijl de uitgeplozen primitiefbundels met eene geringe hoeveelheid water bevocht-

(1) Pl. III, fig. 25, van *a* tot *b* is het sarcolemma afgezonderd.

tigd zijn, sterk azijnzuur onder het dekplaatje vloeijen, dan blijft daardoor het sarcolemma geheel onveranderd, maar de daarbinnen bevatte primitiefvezelen zwellen daarentegen sterk op, waarbij de dwarsstreepjes verdwijnen en het geheel zeer doorschijnend wordt. De opgezwollen inhoud baant zich een' weg door het, ten gevolge der doorsnede, geopende sarcolemma, en aan het einde van elken bundel vormt zich aldus eene bezemachtige uitbreiding, welke uiterst doorschijnend is, en waarin men alleen bij zwakke verlichting nog eene flauwe streeping waarneemt (1). Tevens verschijnen nu kleine langwerpige kernen, welke gemeenlijk tegen den binnenwand van de scheede aan geplaatst zijn. Eene geheel overeenkomstige werking als het azijnzuur hebben ook de oplossingen van bijtende potasch en soda, alleen met dit verschil, dat de kernen daardoor niet zichtbaar worden.

Gelijk reeds gezegd is, vertoonen zich de primitiefvezelen in de versche spieren óf niet, óf onduidelijk. Aan gekookt vleesch zijn zij daarentegen gemakkelijk waarneembaar. Nog beter vertoonen zij zich aan spieren, die eenigen tijd in slappen alcohol vertoefd hebben, vooral wanneer men daarin vooraf eene kleine hoeveelheid ($\frac{1}{2000}$) sublimaat heeft opgelost. Niet alleen ziet men dan de overlansche streepen in de bundels duidelijker, maar het sarcolemma wordt daardoor broozer, terwijl daarentegen de deeltjes, waaruit de primitiefvezelen zijn zamengesteld, eenen grooteren zamenhang verkrijgen. Pluist men nu het weefsel met naalden uit, dan gelukt het met weinig moeite de afzonderlijke primitiefvezelen bloot te leggen (Pl. III. fig. 27). Het blijkt dan, dat elke vezel geenszins, gelijk de peesvezelen, door evenwijdige

(1) Pl. III, fig. 29, een primitiefbundel van den *musculus psoas* met azijnzuur behandeld; *aaa* kernen, *b* naar buiten getreden inhoud.

regte lijnen begrensd wordt, maar dat zij bestaat uit eene reeks van ellipsoidische ligchaampjes, welke, door hunne gelijke grootte en aaneenvoeging in de nevens elkander verloopende primitiefvezelen, zeer geregelde overdwarse rijen vormen, of liever telkens in een zelfde vlak zijn gelegen, en dat hierdoor de dwarse streeping ontstaat, welke aan elken primitiefbundel wordt waargenomen. Deze ligchaampjes zijn zeer klein; bij de menschelijke spieren bedraagt hun dwarse doormeter van 1 tot 1,7 *mmm*, en hun overlansche van 2 tot 5,5 *mmm*; het is derhalve niet wel mogelijk met zekerheid waar te nemen of zij al dan niet hol zijn. Door eenen omweg kan men echter tot het waarschijnlijke besluit komen, dat zij met vocht gevulde blaasjes zijn, die van gedaante kunnen veranderen. Daartoe moet men de spieren onderzoeken, terwijl zij zich zamentrekken. Dikwerf gelukt het deze zamentrekking eenige oogenblikken lang waar te nemen aan gedeelten van spieren, welke onmiddelijk, na uit het levend dier (b. v. een visch, een kikvorsch, een insekt) genomen te zijn, met eiwit of bloedwei bevochtigd onder het mikroskoop worden gebracht. Doch ook dan, wanneer de zamentrekking niet meer van zelf plaats grijpt, kan zij nog te voorschijn worden geroepen door eenen elektrischen stroom door het zich op de voorwerptafel bevindend voorwerp te laten gaan, waartoe men zich het best van eenen rotatie- of van eenen inductie-toestel bedient. Als onderlaag voor het voorwerp kan men de vroeger (Dl. II. bl. 197) beschreven inrigting aanwenden of, volgens de door E. Weber aangegeven methode, een stukje verfolied spiegelglas, waaraan men eene smalle strook der folie verwijderd heeft, zoodat het glas bloot komt. Hierop wordt dan het spiergedeelte geplaatst met de beide uiteinden reikende over de randen der ontbloote strook.

Alsdan verbindt men de eene pool van den toestel met één der verfoliede gedeelten, en brengt het andere pooleinde met het tegenovergestelde gedeelte in aanraking, als wanneer op hetzelfde oogenblik de spier zich zamentrekt en daarbij korter en dikker wordt. Onderzoekt men nu de primitiefbundels vóór en tijdens hunne zamentrekking door het mikroskoop, dan blijkt, dat het korter en dikker worden der spier wordt te weeg gebracht door dat alle de afzonderlijke primitiefbundels zelve zich verkorten en in de breedte uitzetten. Tevens neemt men hierbij waar, dat de onderlinge afstanden der dwarsstreepjes op de primitiefbundels der samengetrokken spieren merkkelijk kleiner zijn geworden, en wel in gelijke verhouding als de primitiefbundels zich verkort hebben. Daar nu, gelijk wij zagen, deze dwarsstreepjes niets anders aanduiden, dan de in hetzelfde vlak gelegen grenzen der kleine ligchaampjes, uit welke elke primitiefvezel is zamengesteld, zoo komt men tot het noodzakelijk besluit, dat bij de zamentrekking deze kleine ligchaampjes zelve eene gedaanteverandering ondergaan, dat zij namelijk van ellipsoidisch, gelijk zij in den niet samengetrokken toestand zijn, bolrond worden of wel, ten gevolge der drukking van het eene ligchaampje op het andere, eene cilindrische gedaante aannemen. Dat het laatste werkelijk het geval is, volgt nog uit eene gemakkelijk waarneembare bijzonderheid, namelijk, dat de dwarsstreepjes op de primitiefbundels in den samengetrokken toestand merkkelijk dunner zijn, dan wanneer er geene zamentrekking plaats heeft. Het is toch duidelijk, dat deze streepjes breeder zullen moeten zijn, wanneer het licht door een ligchaampje met ronde grensvlakken gaat, dan wanneer die grensvlakken plat zijn, dewijl in het laatste geval de lichtstralen minder van hunnen weg zullen worden afgebogen, dan in het eerste.

Wij zijn hiermede echter nog niet aan het einde van hetgeen het onderzoek leeren kan. Wanneer men namelijk de geïsoleerde primitiefvezelen beschouwt bij eene genoegzame (minstens 500 malige) vergrooting, welke tevens een scherp beeld geeft, dan neemt men bij sommige waar, dat de kleine meergenoemde ligchaampjes nog door eene tusschenstof onderling verbonden zijn. Men kan het bestaan van deze tusschenstof ook op scheikundigen weg aantoonen. Brengt men namelijk een stuk spier in zoutzuur en laat het daarin eenige uren vertoeven, dan zal men, vervolgens een gedeelte daarvan onder water op de gewone wijze uitpluizende, bevinden, dat de deelen, welke de primitiefbundels zamenstellen, zich nu in de overlansche rigting zeer gemakkelijk van elkander laten scheiden, zoo zelfs, dat het hier en daar het voorkomen heeft als of de bundel uit aaneengevoegde schijfjes bestaat (Pl. III. fig. 28). Dezelfde verandering wordt waargenomen aan spieren in eenen beginnenden staat van ontbinding en desgelijks aan die, welke eenigen tijd aan den invloed des maagsaps zijn blootgesteld geweest. Door verdere uitpluizing bekomt men eenige brokstukken van primitiefvezelen, en zelfs gelukt het de deze zamenstellende ligchaampjes (*a*) geheel te isoleren. De verklaring van hetgeen hierbij plaats heeft, is niet moeilijk te geven. De zoo even genoemde tusschenstof namelijk wordt door zoutzuur, door het maagsap of bij de ontbinding, in eene in water oplosbare, of althans week wordende zelfstandigheid veranderd, en het noodzakelijk gevolg hiervan is, dat de zamenhang tusschen de afzonderlijke ligchaampjes verbroken wordt, en daar deze, gelijk reeds meermalen gezegd is, zich in gelijke vlakken bevinden, zoo ontstaan bij de uitpluizing ligtelijk schijfjes, doch het is duidelijk, dat deze als zoodanig niet wezenlijk

bestaan , maar slechts het gevolg zijn van den verbroken Zusammenhang der deeltjes , die de primitiefvezelen zamenstellen.

173. Het tot hiertoe gezegde is algemeen toepasselijk op de voor de willekeurige beweging dienende spieren der gewervelde dieren. Bijna altijd blijven de primitiefbundels in zulke spieren op hunnen weg onverdeeld. Slechts in eenige weinige gevallen splitsen zich de primitiefbundels in takken. Het best is zulks waarneembaar in de tong van eenen kikvorsch , vooral nadat deze vooraf met water gekookt is , waarna het niet moeilijk valt deze vertakte spierbundels door uitpluizing daaruit af te zonderen.

174. Eene afzonderlijke vermelding verdienen hier nog de borstspieren van sommige insekten , bepaaldelijk van die behoorende tot de orden der *Diptera* , *Hymenoptera* en *Neuroptera*. De in het achterlijf en in de pooten bevatte primitiefbundels verschillen alleen van die der spieren der gewervelde dieren door hunne meerdere dikte en grooteren onderlingen afstand der dwarsstreepjes. Daarentegen hebben de spieren , welke in de borstholte bevat zijn , een daarvan meer verschillend maaksel , vooral hierin bestaande , dat een eigenlijk sarcolemma schijnt te ontbreken , maar dat de primitiefvezelen tot bundels vereenigd worden door de hen omspinnende luchtvaten. Bovendien zijn de primitiefvezelen hier bijzonder dik , en ten deele zoodanig nevens elkander gerangschikt , dat zij plaatjes vormen , waarover zich de allerfijnste uiteinden der luchtvaten uitbreiden , zoodat aldus een inderdaad zeer sierlijk weefsel wordt daargesteld.

Om dit maaksel goed te leeren kennen , moet men het in drie toestanden onderzoeken , namelijk : 1° in den verschen

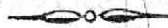
toestand, 2° nadat de spieren eenigen tijd in spiritus, waarin $\frac{1}{200}$ sublimaat is opgelost, vertoefd hebben, en 3° na drooging, hetgeen het best geschiedt door het geheele insekt aan eene speld gestoken eenige dagen op eene drooge plaats te laten staan, waarna men de borstbeksleden verwijderd en van de daarbinnen besloten spieren dwarse en overlangsche doorsneden maken kan.

Bij de gewone bromvlieg (*Musca vomitoria*) kenschetst zich dit spierweefsel inzonderheid door de zeer breede en platte bundels, waartusschen zich, op geregelde afstanden en loodrecht op de rigting der bundels, de breede bandvormige, van geenen spiraaldraad voorziene luchtvaten begeven, die de veel fijnere takjes afgeven, welke in de bundels dringen en zich daar over de ten deele plaatsgewijs aanéén liggende primitiefvezelen verbreiden. Men herkent dit het best aan dwarse (Pl. III. fig. 52) en overlangsche (fig. 55) doorsneden. De primitiefvezelen liggen even als orgelpijpen naast elkander. De dwarsstreepjes zijn echter aan zulke overlangsche doorsneden en desgelijks aan de versche primitiefvezelen slechts even zigbaar, doch zij komen daarentegen zeer duidelijk te voorschijn, wanneer de spieren behandeld zijn met de oplossing van sublimaat in slappen alcohol (fig. 55 B). Daarbij blijkt, dat de primitiefvezelen uit even zulke afzonderlijke geledingen bestaan als die der gewervelde dieren, maar dat de zamenstellende lichaampjes merkelyk grooter zijn, en bovendien allen eenen cilindrischen vorm bezitten. Aan sommige dezer primitiefvezelen (B) is het zeer duidelijk, dat de geledingen door eene tusschenstof verbonden zijn, welke echter zoo doorschijnend is, dat men hare tegenwoordigheid alleen daaraan bespeurt, dat, indien door eene verschuiving van het dekplaatje of op eenige andere wijze de vezelen in beweging worden ge-

bragt, de samenhang tusschen de geledingen niet verbroken wordt.

Bij den horzel (*Oestrus equi*) zijn de bundels mede zeer groot, doch niet plat maar veelhoekig. Overigens stemt het maaksel na met dat bij de vlieg overeen, doch de primitiefvezelen zijn iets dunner (Pl. III. fig. 55). Dikwerf vormen zij scherpe zigzagbogten ter plaatse, waar twee geledingen aan elkander sluiten (*b*). Ook hier is het bestaan eener tusschenzelfstandigheid waarneembaar (*a*). Aan eenige weinige dezer primitiefvezelen (*c*) neemt men waar, dat de geledingen niet door regthoekige, maar door eenigzins schuin-sche grondvlakken onderling vereenigd zijn. Waarschijnlijk zijn het dergelijke vezelen, die aanleiding hebben gegeven tot de dwaling van Martin Barry, als of de primitiefvezelen der spieren uit twee om elkander heen gewonden spiralen bestaan.

De borstspieren der honigbij (*Apis mellifica*) komen na overeen met die van den horzel. Alleenlijk zijn de veelhoekige primitiefbundels merkelyk kleiner, en zijn de luchtvaten voorzien van eenen spiraalband. Deze wordt mede aange-troffen in de luchtvaten tusschen de borstspieren van den rombout of glazenmaker (*Aeshna grandis*), in welker primitiefbundels de vezelen desgelijks plaatjes vormen, welke echter hier op de dwarse doorsnede (Pl. III. fig. 56) zich straalsgewijs naar den omtrek verbreiden, terwijl de primitiefvezelen, welke het midden van elken bundel innemen, deze plaatsgewijze rangschikking missen en afzonderlijk onregelmatig verstrooid staan.



De spieren der onwillekeurige beweging.

173. Onder de spieren, welke voor de onwillekeurige bewegingen dienen, zijn er, die in maaksel zeer na overeenstemmen met dat der willekeurige spieren. Het hart en de spierlaag in het bovenste gedeelte des slokdarms behooren daartoe. Men treft daarin dwarsgestreepte primitiefbundels aan, die, in het hart, zich vertakken en onderling anastomeren. Doch tot het groote meerendeel der onwillekeurige bewegingen dienen andere zamentrekbare elementaire deelen, welke men onder den algemeenen naam van *zamentrekbare vezelcellen* heeft onderscheiden. Deze vezelcellen zijn in het dierlijk lichaam zeer verbreid. Zij stellen de echte spiervliezen te zamen van de maag en de darmen, de spierlaag aan de achtervlakte van de luchtpijp en hare takken, het grootste gedeelte van de *tunica propria* en het balkweefsel der milt bij vele dieren, de spieren der *iris*, den *uterus*, en komen nog in vele andere organen voor, zoo als in het middelste vlies der slagaderen en aderen, in de vlokken der darmen, enzv.

Het behoort echter tot de moeilijker mikroskopische onderzoekingen, om met zekerheid de tegenwoordigheid van zulke vezelcellen te midden vaak van andere elementaire deelen te ontdekken en daarvan te onderscheiden. Om zich tot zulk een onderzoek voor te bereiden, is het daarom raadzaam met een weefsel te beginnen, hetwelk nagenoeg alleen uit deze vezelcellen is zamengesteld, b. v. het spiervlies der maag of der darmen van eenig zoogdier. Met weinig moeite gelukt het, nadat men zoo noodig een stuk daarvan door middel van spelden op eene kurken plaat heeft uitgebreid en bevestigd, er het slijmvlies af te praepareren, zoodat de spierlaag bloot komt. Neemt men nu een klein gedeelte van deze en brengt

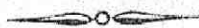
dit met water bevochtigd onder het mikroskoop, dan zal men wel eene streeping waarnemen, welke de aanwezigheid van vezelen aanduidt, doch de eigenlijke vezelcellen onderscheidt men op die wijze niet. In vele gevallen is zelfs de streeping zeer flauw, zoodat men haar slechts bij eene zwakke verlichting erkent. Beproeft men dit zelfde versche weefsel uit te plnizen, om de vezelen te isoleren, zoo gelukt dit slechts gebrekkig. Men bekomt wel eenige afzonderlijke brokstukken, maar afgescheurd, geene geheele vezelcellen. Veel beter waarneembaar zijn deze aan voorwerpen, die eenigen tijd in spiritus zijn bewaard, inzonderheid wanneer men daarbij $\frac{1}{200}$ sublimaat heeft gevoegd. De grenslijnen der vezelen zijn nu duidelijk geworden, en de vroeger ter naauwernood waarneembare langwerpige kernen komen dan duidelijk te voorschijn. Ook gelukt het nu door uitpluizing eenige geheele vezelcellen behoorlijk te isoleren, zoodat de beide eenigzins spits toeloopende einden zichtbaar worden (1). Door het voorwerp in beweging te brengen, zoodat de vezelcellen zich geheel of gedeeltelijk omwentelen, blijkt het dat zij plat zijn, iets waardoor de geringe donkerheid hunner omtrekken tevens verklaard wordt. Een van den inhoud zich onderscheidende wand wordt daaraan niet waargenomen, en dikwerf bespeurt men eene zeer fijne overlansche streeping, als of er nog veel fijnere vezelen in bevat zijn.

Nog gemakkelijker worden deze vezelcellen van elkander afgezonderd, nadat het voorwerp eenigen tijd in salpeterzuur heeft vertoefd. Daardoor worden ook de omtrekken nog scherper en duidelijker, doch de kernen zijn dan moeilijker waarneembaar, en tevens verkrijgen de vezelcellen rimpels

(1) Pl. III, fig. 33 A, gedeelten van vezelcellen uit de spierhuid der maag van een varken; B een geheele geïsoleerde vezelcel.

en plooijen. Echter is dit een geschikt middel om hen in twijfelachtige gevallen op te sporen.

Het hoofdverschil tusschen de vezelcellen in onderscheidene organen bestaat in de verhouding der lengte tot de breedte. In de echte spiervliezen overtreft hunne lengte de breedte dikwijls dertig, veertig, zelfs honderd malen; in den zwangeren *uterus* is hunne lengte nog aanmerkelijker. Daarentegen zijn zij elders, b. v. in het balkweefsel der milt, in de vlokken der darmen enzv., veel korter in verhouding tot de breedte, welke laatste merkelyk minder verschil oplevert. Overal echter hebben zij, wat de hoofdzaak betreft, eenen en denzelfden vorm, namelijk die van in het midden het breedste, naar de beide uiteinden smaller toeloopende platte vezelen, met eene min of meer langwerpige kern, die gewoonlijk het midden inneemt.



De kraakbeenderen.

176. Onder de verschillende dierlijke weefsels is de mikroskopische zamenstelling van het kraakbeen het gemakkelijkst te onderzoeken, daar er zich, even als van plantenweefsels, dunne doorsneden van laten vervaardigen, welke eene genoegzame doorschijnendheid bezitten, om daaraan het geheele maaksel waar te nemen.

Het hoofdbestanddeel van alle soorten van kraakbeen zijn cellen (1), welke, ten getale van een, twee, drie of meer

(1) Pl. III, fig. 41, gedeelte eener doorsnede van een der kraakbeenige riogen der luchtpijp van eene koe.

in holten bevat zijn te midden eener tusschenzelfstandigheid, die zoowel in hoeveelheid als in aard onderscheiden kan wezen, maar welke óf geheel, óf ten deele uit eene stof bestaat, die bij koking chondrine geeft.

De gedaante dier holten levert veel verschil op, niet alleen bij onderscheidene kraakbeenderen, maar zelfs aan één en hetzelfde kraakbeen. Zoo b. v. zijn zij in vele gevallen langs den rand van het deel langwerpig en naar het midden toe meer rondachtig of veelhoekig. Ook de gedaante der daarin bevatte cellen is niet minder uitéénlopend en hangt blijkbaar meerendeels af van de rigting, waarin de celvermenigvuldiging binnen in de holten heeft plaats gegrepen. Dikwerf neemt men daarin eene kern waar, die echter in de kraakbeencellen van volwassen dieren ook vaak ontbreekt. Verder bevatten de cellen een helder vocht, met eenige kleine moleculen, en doorgaans ook vet, hetzij eenige kleine ronde droppeltjes, of als een' enkelen grooteren druppel, die dan meestal de plaats van de kern inneemt.

177. Het verschil tusschen de onderscheidene soorten van kraakbeenderen bestaat, gelijk gezegd is, voornamelijk in den aard der tusschenzelfstandigheid. Men kan hen dienovereenkomstig in drie klassen verdeelen, namelijk :

1°. zulke kraakbeenderen. waarvan de geheele tusschenzelfstandigheid doorschijnend en structuurloos is;

2°. die, waar de tusschenzelfstandigheid voor een gedeelte uit lijmgevend weefsel bestaat, en

3°. de zoodanige, waar zich in de tusschenzelfstandigheid veerkrachtige vezelen verbreiden.

De tot de eerste klasse behoorende kraakbeenderen worden ook wel *echte* of *ware* kraakbeenderen genoemd, in onder-

scheiding der beide andere, welke met den naam van *vezelkraakbeenderen* bestempeld worden, terwijl die der laatste klasse nog in het bijzonder als *veerkrachtige* of *elastische* kraakbeenderen worden aangeduid.

178. Als voorbeelden van *echte* kraakbeenderen bij volwassen dieren kunnen dienen het neuskraakbeen, de ringen der luchtpijp, de ribbenkraakbeenderen enzv. Beschouwt men eene dunne doorsnede van zulk een kraakbeen door het mikroskoop, dan vallen dadelijk de in holten bevatte celgroepen in het oog. De tusschenzelfstandigheid is somwijlen zoo doorschijnend, dat zij ter naauwernood waarneembaar is, doch bij matiging der verlichting bespeurt men daarin zeer kleine moleculen, die eene troebeling te weeg brengen. Zijn deze in grooter aantal voorhanden (z. fig. 58), dan zijn zij het sterkst opgegehoopt op den grootsten afstand van de cellen, en hunne vereeniging stelt aldus eene soort van netwerk met min of meer hoekige mazen daar, dat echter nergens scherp begrensd is.

In kraakbeenderen van volwassen dieren vullen de kraakbeencellen de holten niet geheel. Dit wordt vooral duidelijk na de bijvoeging van jodininctuur, waardoor de cellen zeer donker worden gekleurd en de tusschenzelfstandigheid eene bleke kleur aanneemt. Tevens bespeurt men daarbij geen spoor van bijzondere kleuring langs den rand der holte, waardoor een eigene wand, verschillend van de tusschenzelfstandigheid, zoude aangeduid worden. Door azijnzuur en de oplossingen der bijtende loogzouten blijven de cellen geheel onaangestast. Het eerste maakt hunne wanden alleen iets sterker lichtbrekend en daardoor donkerder. Ook de kernen, waar zij voorhanden zijn, worden daardoor niet aangestast, maar komen door het azijnzuur duidelijker te voorschijn.

179. In de meeste ware kraakbeenderen kunnen zich, vooral bij oude voorwerpen, ook lijmgevende vezelen te midden der gewoonlijk doorschijnende tusschenzelfstandigheid ontwikkelen, en zoo hen doen veranderen in die der tweede bovengenoemde klasse. Bij de ribbenkraakbeenderen inzonderheid komt dit menigvuldig voor, en kan men zelfs dikwijls alle de vormingstrappen aan een en hetzelfde voorwerp waarnemen, van het eerste verschijnen van kleine op rijen gelegen stippeltjes (moleculen?) af, tot aan de volledige vorming van vezelbundels, die elkander doorgaans kruisen. Wanneer het grootste gedeelte der chondrine gevende tusschenzelfstandigheid op die wijze allengs verdrongen wordt, dan verkrijgt het weefsel meer overeenkomst met dat der banden, daarvan hoofdzakelijk nog slechts onderscheiden door de tegenwoordigheid van kraakbeencellen.

Een voorbeeld hiervan leveren de tusschenwervelbanden. Snijdt men zulk eenen tusschenwervelband (b. v. van eene koe, waarmede die van den mensch in maaksel geheel overeenstemmen) overdwars tusschen twee wervels door, dan erkent men dadelijk een groot aantal concentrische vezellagen. Pluist men een klein gedeelte daarvan onder water uit, dan neemt men daarin volkomen dezelfde vezelen waar, die het bindweefsel zamenstellen; zij zijn tot sterke bundels vereenigd, die elkander onder scherpe hoeken kruisen. Door behandeling met azijnzuur of potasch ondergaan zij dezelfde veranderingen als alle andere uit lijmgevend weefsel bestaande vezelen (z. bl. 259), doch er komen daarbij slechts onduidelijke sporen van veerkrachtige vezelen te voorschijn. Moeijelijk is het zich op die wijze te overtuigen of nog tusschen de vezelen zich dezelfde stof bevindt, die in ware kraakbeenderen de tusschenzelfstandigheid vormt, doch hier en daar herkent men


eenige kraakbeencellen, die echter, bij deze wijze van onderzoek, slechts onduidelijk kunnen worden waargenomen. Dewijl echter het weefsel te weinig weerstand aan het mes biedt, om er dunne doorsneden van te kunnen maken, zoo moet het daartoe vooraf worden gedroogd. Dit gedaan zijnde kan men vervolgens gemakkelijk op dwarse en loodregte doorsneden den geheelen loop der vezelbundels vervolgen. Op loodregte doorsneden, — dat is in de rigting van de as der wervelkolom, — blijkt het dan, dat het meerendeel der bundels dwars doorsneden is, en dat zij nog omgeven worden door scheeden, bestaande uit dergelijke, maar in de tegenovergestelde rigting loopende vezelen, ongeveer op de wijze der secundaire bundels in de pezen (§ 170), doch dat de primaire bundels van deze hier ontbreken. Ter plaatse waar de bundels loodrecht zijn doorgesneden, ziet men ook de doorgesneden fijne vezelen, verspreid in eene doorschijnende tusschenstof, die hier blijkbaar in vrij grooten overvloed voorhanden is, iets, dat ook volgt uit de zeer aanzienlijke uitzetting, welke de van het gedroogde weefsel vervaardigde doorsneden ondergaan, zoodra zij in water worden gebracht. Tusschen de vezelbundels bespeurt men de op vrij groote afstanden van elkander verwijderd liggende ronde of elliptische kraakbeenholten, die echter hier meer het voorkomen van ware cellen hebben, dewijl men daaraan eenen tamelijk dikken wand kan waarnemen, waarin somwijlen nog één of twee concentrische lagen zichtbaar zijn, en die zich door bijvoeging van iodiumtinctuur bruin kleurt, even als de ten getale van één of twee daarbinnen bevatte kleine cellen.

180. Tot de veerkrachtige kraakbeenderen behoort onder anderen dat van het uitwendige oor. Kiezen wij als voor-

beeld dat van de koe. Het geheele maaksel kan onderzocht worden aan met een zeer scherp mes vervaardigde dunne doorsneden, die men echter van verschillende gedeelten moet nemen, omdat het maaksel niet op alle punten hetzelfde is, en bovendien in de drie hoofdrichtingen, de dwarse, de overlangsche en de tangentiale. Daarbij blijkt dan, dat overal onmiddellijk onder de huid aan weerszijden eene dunne laag van waar kraakben is gelegen, bestaande uit eenige reeksen van kleine langwerpige kraakbeenholten met cellen, en eene doorschijnende tusschenstof. Nabij de spits van het oor bevindt zich binnen deze buitenste laag mede waar kraakbeen, doch de kraakbeenholten zijn merkelijk grooter (Pl. III. fig. 59); zij hebben duidelijke wanden, waarin men dikwijls nog streepen onderscheiden kan, die waarschijnlijk verdikkingslagen aanduiden. In elk dezer holten en haar geheel vullende ligt doorgaans ééne vrij groote ellipsoidische cel met eene kern. In sommige holten zijn twee cellen bevat, en zeer dikwijls liggen (gelijk in de afbeelding) twee holten zoo dicht bij elkander, dat zij bij eene geringe vergrooting zich slechts als eene enkele cel vertoonen, doch waarin men dan bij naauwkeuriger beschouwing een door de tusschenzelfstandigheid gevormd dwarsschot waarneemt. De tusschenzelfstandigheid onderscheidt zich hier gemakkelijk van de eigenlijke wanden der holten, door dat zij, ten gevolge van talrijke daarin verspreide moleculen sterk troebel is en daardoor veel minder doorschijnend dan deze. Door bijvoeging van iodumtinctuur komt het verschil nog sterker uit.

Neemt men eene doorsnede op eenigen verderen afstand van de spits, dan bespeurt men, te midden der ook hier troebele tusschenzelfstandigheid en de daarin bevatte holten met cellen, eenige veerkrachtige vezelen. Naar mate men zich verder van de spits verwijderd, neemt het aantal dezer

vezelen toe, welke een waar net daarstellen, met door elkander gevlochten mazen (Pl. III. fig. 40), terwijl de tusschenzelfstandigheid hier zoo doorschijnend is, dat men hare aanwezigheid alleen door bijvoeging van iodiumtinctuur ontdekken kan. De kraakbeenholten hebben hier ter plaatse eene merkwaardige verandering ondergaan. Aan hunnen buitenwand heeft zich namelijk eene laag gevormd, die uit elastine bestaat (fig. 40 *a, b*) en zich aan de binnenzijde, als het ware, gekarteld vertoont. Dat deze laag niet enkel eene maas van het vezelweefsel is, waarvoor men haar aan dunne doorsneden op den eersten blik zoude houden, blijkt daaruit, dat men, in welke rigting men de doorsnede ook neemt, altijd dergelijke rondachtige, min of meer hoekige vormen ontwaart, maar duidelijk wordt dit eerst aan iets dikkere doorsneden, waaraan de wanden hier en daar van boven op kunnen gezien worden (fig. 40 *c*), waarbij het dan ook blijkt, dat de gekartelde rand te weeg gebracht wordt door kleine plaatselijke verdikkingen en verdunningen, welke herinneren aan de stippekanaaltjes van plantencellen. Heeft men eene doorsnede uit de onderste helft van het oorkraakbeen genomen, dan ziet men, dat de plaatsen der hooger gelegene, cellen bevattende holten op vele punten alleen door de genoemde gekartelde wanden worden ingenomen (*d d*). In eenigen (*a*) ziet men echter nog aan de binnenzijde eene of twee zeer doorschijnende lagen, geheel beantwoordende aan die, welke hooger den geheelen wand der holte zamenstellen, en in eenige weinige andere (*b*) komt bovendien nog eene merkkelijk ingekrompen cel voor. Alle de verschillende tusschenvormen laten zich op de tusschenliggende plaatsen onderzoeken.



De beenderen..

181. Van alle weefsels, die het dierlijk ligchaam zamenstellen, is er welligt geen, dat in fijnheid en netheid van bewerktuiging wedijveren kan met dat der beenderen. De natuur komt hier trouwens den waarnemer te hulp, want millioenen van de allerfijnste kanaaltjes, die anders ook voor het beste mikroskoop onzichtbaar zouden blijven, vullen zich hier met lucht, zoodat zij zich als dunne zwarte streepjes vertoonen, die, in verband staande met tallooze kleine holten en iets grootere kanalen, in de voor het ongewapend oog schijnbaar vormlooze beenzelfstandigheid een hoogst kunstig maaksel doen erkennen.

182. Het eigenlijk kenmerk der beenzelfstandigheid zijn de zoo even genoemde kleine holten met de daarvan straalsgewijs uitgaande fijne kanaaltjes (1). Deze holten ontbreken in waar geen nimmer, en daar de ontwikkelingsgeschiedenis leert (zie § 411), dat zij ware cellen zijn, wier wanden met de verbeende tusschenzelfstandigheid vergroeid zijn, of, om juister te spreken, wier wanden zelve verbeend zijn, zoo mogen wij hen *beencellen* noemen. Vroeger, toen men hunnen waren aard nog niet goed kende, droegen zij den naam van *beenciligchaampjes*.

Om deze beencellen waar te nemen, is het niet noodig geslepen doorsneden te vervaardigen, daar men hen reeds gemakkelijk herkennen kan in alle dunne beenplaatjes, zooals in die, welke voorkomen in het bovenste gedeelte der holte

(1) Pl. III, fig. 42 en 43, kleine gedeelten van dwarse en overlangsche geslepen doorsneden van het dijbeen eener koe; fig. 47 *bb*, beencellen in de cementlaag van den wortel eener menschelijke kies.

van pijpbeenderen, in de sponsachtige zelfstandigheid van platte beenderen, en vooral in het zeefbeen. Ten eiuide hen echter behoorlijk te zien, moet de tusschenzelfstandigheid, welke de beencellen van elkander scheidt, doorschijnend worden gemaakt door het plaatje te brengen in eene middenstof, waarvan het lichtbrekend vermogen nagenoeg met dat der tusschenzelfstandigheid gelijk staat. Het best voldoet hieraan canadabalsem of, bij gebrek daarvan, venetiaansche terpenhijn. Ten einde echter te voorkomen, dat de holten der fijne kanaaltjes daardoor opgevuld worden, is het raadzaam (vooral wanneer men het praeparaat bewaren wil) den canadabalsem of den terpenhijn door verwarming eenigzins in te dikken. Dit kan men doen met eenen droppel daarvan op het voorwerpplaatje zelve, waarin men vervolgens het voorwerp brengt, en dit met behulp van een glazen staafje geheel onderdompelt, zoodat de oppervlakte overal bedekt is, waarbij men tevens zorg moet dragen zoo veel mogelijk de luchtbellen te verwijderen. Men kan dan het praeparaat met een dekplaatje bedekken, en het, des verkiezende, verder onveranderd bewaren.

In zulk een plaatje vallen de hier doorgaans vrij groote, min of meer ellipsoidische beencellen dadelijk in het oog. Zij liggen op eene onregelmatige wijze verspreid, maar uit elke cel komen straalsgewijs talrijke kanaaltjes, welke zich dikwerf nog vertakken, en met die der naburige cellen in regtstreeksch verband staan, terwijl andere zich ook aan de oppervlakte openen. Bij doorvallend licht vertoonen zich zoowel de holten der cellen als die der kanaaltjes zwart gekleurd. Wendt men echter opvallend licht aan, dan ziet men beide wit, derhalve geheel op de wijze zoo als fijn verdeelde lucht zich altijd gedraagt bij mikroskopische onderzoekingen. Ook kan

men nog door andere middelen aantonen, dat deze beencellen met hunne stralen werkelijk hol zijn. Gelijk reeds gezegd is, dringen gemakkelijk vloeibare vochten daarin door, waarbij de stralen, uit hoofde hunner dunheid, onzichtbaar worden. Dit geschiedt reeds met water of waterige oplossingen, doch nog sneller met terpenhijnolie. Om dit verschijnsel behoorlijk te volgen, kan men ook terpenhijnolie bezigen die sterk gekleurd is met Alkannawortel. Brengt men zulk een plaatje in de gekleurde terpenhijnolie onder de luchtpomp, dan gelukt het zelfs alle de holten der beencellen en der fijne kanaaltjes daarmede te vullen, mits het verblijf in het luchtledige slechts langdurig genoeg zij (1).

185. Overal waar de beenzelfstandigheid niet enkel eene dunne laag vormt, maar eene zekere dikte bereikt, bestaat zij niet meer alleen uit beencellen en tusschenzelfstandigheid, maar verspreiden zich bovendien door het been talrijke tamelijk wijde kanalen, waarin de bloedvaten bevat zijn, en die daarom *vaatkanalen* heeten, doch ook onder den naam van *mergkanalen* of *Haversche kanalen* bekend zijn (Pl. III. fig. 42 en 45). De openingen dezer vaatkanalen bevinden zich aan de oppervlakte van het been, en aldaar treden de bloedvaten, verge-

(1) De lucht, die in de holten der beencellen en der fijne kanaaltjes bevat is, wordt daaruit zeer moeilijk geheel verwijderd. In eene ruimte waar de luchtdrukking nog slechts 4 millim. bedroeg, was na drie dagen verblijf daarin, nog eenige lucht in de kanalen der beencellen overgebleven. Andere gekleurde oplossingen, gelijk die van berlijnsch blaauw in oxalzuur, van karmijn in ammoniak, bleken mij voor de proef ongeschikt te zijn, daar de tusschenzelfstandigheid hierdoor mede gekleurd wordt. Om de terpenhijnolie donker genoeg te kleuren is eene enkele aftrekking op zijn gestooten Alkannawortel niet voldoende, maar het aftreksel moet, na gefiltreerd te zijn, uog op een zandbad door verwarming worden ingedikt. De op die wijze met kleurstof gevulde doorsneden kunnen echter niet in canadabalsem bewaard worden, daar zij zich hierin ontkleuren.

zeld van verlengselen van het beenvlies, in de kanalen binnen. In het inwendige der beenzelfstandigheid vormen zij, op de wijze van bloedvaten in het algemeen, een net met talrijke mazen, waarvan de vorm verschilt naar gelang der gedaante van het been. In pijpbeenderen zijn deze mazen langwerpig, in platte beenderen meer onregelmatig veelhoekig. De vorm der kanalen zelve is in de vaste beenzelfstandigheid op de dwarse doorsnede min of meer regelmatig rond of elliptisch, doch, naarmate de beenzelfstandigheid binnenwaarts sponsachtiger wordt, verwijden zich ook deze kanalen en worden eindelijk met elkander in gemeenschap staande, onregelmatige holten of ruimten (de zoogenaamde *mergruimten*), die door dunne beenplaten begrensd zijn.

184. Om zich eene voorstelling te verschaffen van het geheele maaksel der beenzelfstandigheid, en van de wijze hoe de verschillende tot dusver genoemde deelen daarin gerangschikt zijn, zal men het best doen dunne geslepen doorsneden te vervaardigen van het een of ander pijpbeen. Het is tamelijk onverschillig van welk ligchaamsdeel, en van welk zoogdier men zulk een been tot het onderzoek aanwendt, daar het maaksel, met kleine verschillen in de bijzonderheden, bij allen overeenstemt. De wijze van slijping is vroeger (Dl. II. bl 149) beschreven; ik voeg er hier slechts bij, dat men zich, in plaats van spiegelglas en amaril, ook van eenen vlakken slijpsteen kan bedienen, mits deze fijn van korrel zij. Het onderzoek der doorsneden geschiedt, na deze, op de bovenvermelde wijze, onder canadabalsem gebragt te hebben.

Op de dwarse doorsnede (Pl. III. fig. 42) ziet men dan, dat elk vaatkanaal (*a*) omgeven wordt van een aantal concentrische lagen, zijnde de doorsneden van in elkander gekokerde min of

meer buisvormige platen. De beencellen zijn in dezelfde rigting gelegen als deze en wel telkens op de grensscheiding van twee dier platen. Hunne hoogst fijne en talrijke kanaaltjes staan overal met die der naburige cellen in verband. Op sommige punten bespeurt men, dat, waar twee platen elkander begrenzen, zich korte, zeer fijne streepjes bevinden, die in de rigting der straal van het vaatkanaal loopen, veel bleeker zijn dan de met lucht gevulde kanaaltjes der beencellen en daarom niet moeten verward worden. Nabij de buiten- en binnenvlakte van het been zijn dergelijke platen als die, welke de vaatkanalen omringen, maar hier concentrisch gelegen met den omtrek van het been, en aan de oppervlakte doorbroken door de naar binnen tredende vaatkanalen.

Door het onderzoek eener overlansche doorsnede (1) worden deze uitkomsten nader bevestigd. Daarbij blijkt namelijk, dat de beencellen in de nabijheid der vaatkanalen (*aa*) op overlansche, met deze evenwijdig loopende rijen staan, beantwoordende aan de rigting der grenzen der meergenoemde platen. Tevens heeft men hier op vele punten gelegenheid de zich als fijne stippels vertoonende mondjes der beencellenkanaaltjes in de wanden der vaatkanalen waar te nemen.

Wanneer men aldus het weefsel van zulk een pijpbeen aan geslepen doorsneden heeft onderzocht, kan men sommige bijzonderheden, inzonderheid het stelsel der concentrische platen, met nog grootere naauwkeurigheid nagaan aan been, dat vooraf door zoutzuur of salpeterzuur van zijne kalkzouten beroofd is. Men wende hiertoe echter geen te sterk zuur aan, daar, ten gevolge der gasontwikkeling, de zamenhang

(1) Pl. III, fig. 43, op de helft der vergrooting van fig. 42.

ligtelijk verbroken zoude worden. Na de behandeling met het zuur, moeten de gevormde deliquescerende zouten eerst door uittrekking met water verwijderd worden, en daarna het weefsel gedroogd. Op de daarvan met een scherp mes gemaakte doorsneden (1), welke weder in water worden opgeweekt, neemt men dan het volledige stelsel der platen op de duidelijkste en fraaiste wijze waar. De bovengenoemde fijne streepjes worden over hunnen geheelen omtrek gezien. Bij genoegzame vergrooting blijkt, dat aan elke plaat nog twee grenslijnen te onderscheiden zijn, en somtijds schijnt het zelfs als of daardoor twee verschillende stoffen worden aangeduid, waarvan de eene, het dikste gedeelte van elke plaat vormende, merkelyk minder lichtbrekend is dan de andere, welke de eerste als eene dunne laag omgeeft. Van de beencellen zijn nog alleen de holten duidelijk herkenbaar, doch van de fijne kanaaltjes is nagenoeg geen spoor meer waarneembaar, waarschijnlijk alleen omdat de lucht daaruit verdwenen is en zij zich in plaats daarvan met vocht gevuld hebben. Aan pijpbeenderen van jonge voorwerpen neemt men somwijlen nog een eigen stelsel van zich vertakkende vezelcellen waar (fig. 44), waardoor de buitenste lagen der platen, behorende tot verschillende vaatkanalen, onderling verbonden worden. Deze vezelcellen zijn mede, onder den vorm van zeer lange, met lucht gevulde beencellen, aan geslepen doorsneden zichtbaar, doch minder duidelijk dan na de voorafgaande uittrekking met zoutzuur.

Met azijnzuur behandeld zwelt zulk eene doorsnede slechts zeer weinig op, en vertoont zich zelfs het geheele weefsel nog beter dan met enkel water. In dit opzigt verschilt derhalve

(1) Pl. III. fig. 44, gedeelte eener dwarse doorsnede van het met zoutzuur uitgetrokken hielbeen van een kalf.

het lijmgevend weefsel, dat eenmaal verbeend is geweest, van datgene, hetwelk die verandering niet heeft ondergaan. In bijtende potasch verdwijnt het na eenigen tijd geheel, doch de buitenste lagen der platen alsmede de wanden der beencellen bieden het langst weerstand.

Na dit onderzoek aldus verrigt te hebben, zal dat van andere beenderen geene zwaarigheid meer opleveren, en zal men daarin gemakkelijk de boven beschreven deelen, ofschoon dan ook eenigzins anders gerangschikt, telkens weder herkennen. Ik vergenoeg mij dus met hier nog slechts eenige voorwerpen te noemen, welker onderzoek uit het een of ander oogpunt boven andere leerzaam is.

183. Ter erlanging eener algemeene voorstelling van het maaksel van een geheel been, zijn de *gehoorbeentjes* van eenen mensch of van eenig groot zoogdier zeer geschikt, omdat men aan zulk een klein beentje de geheele zamenstelling bij eene geringe vergrooting geheel overzien kan. Het meest beveelt zich daartoe de *hamer* aan, waarvan men, door beurtelingsche slijping aan beide overvlakten, zonder veel moeite, eene overlansche doorsnede kan vervaardigen. Het hoofd heeft eene holte, welker middellijn ongeveer een derde der geheele dikte van het beentje op dit punt bedraagt. In deze, door eenen ongeregelden omtrek begrensde holte openen zich de vaatkanalen met wijde monden; op korten afstand van elken mond splitsen zij zich in twee, drie of vier kleinere kanalen, die zich weder vertakken, welke takken deels onderling anastomoseran, deels zich naar de oppervlakte begeven en zich daar openen. In den hals zet zich de inwendige holte nog voort, doch in den steel ontbreekt zij;

aldaar bevinden zich onderscheidene kleinere holten, van waar uit de vaatkanalen zich straalsgewijs verspreiden, om niet ver van den omtrek zich weder in dergelijke nog kleinere holten (*sinus*) te vereenigen, terwijl dan van daar zich eenige takken naar de oppervlakte begeven. De rigting der platen en de rijen der beencellen zijn meerendeels evenwijdig met den omtrek van het been.

De *beenige pit in den hoorn van een rund* vertoont aan de uitwendige oppervlakte zeer talrijke groefjes, waarin verlengselen van het beenvlies, welke de naar binnendringende vaten vergezellen, gelegen zijn. Zij is hol, en bevat geene merg- of sponsachtige zelfstandigheid, maar de inwendige oppervlakte van den beenwand vormt naar binnenspringende randen, waardoor ondiepe holten ontstaan, die eene onregelmatige gedaante hebben, en als het ware herhalingen zijn der holten of boezems in het voorhoofsbeen, waarmede de beenpit in onmiddellijke vereeniging staat. Het maaksel van den beenwand komt in het algemeen overeen met dat van het voorhoofsbeen. Neemt men eene doorsnede ter plaatse waar dit been in de hoornpit overgaat, dan ziet men hoe de vaatkanalen in het eene de voortzetting zijn der vaatkanalen in het andere been. Iets hooger worden de vaatkanalen over het algemeen wijder, hetgeen toeneemt, naarmate men de spits nadert, alwaar zij minstens dubbel zoo wijd als aan de inplanting zijn, en tevens kleinere mazen vormen, zoodat derhalve de beenwand des te minder vaste beenzelfstandigheid bevat, hoe digter men bij de spits komt. Van daar ook, dat van eene gedroogde beenpit, waarin lucht de plaats der vroeger aanwezige vochten vervangen heeft, een stukje, nabij de spits afgezaagd, op water drijft, terwijl

stukjes, die uit de basis of het midden genomen zijn, dadelijk zinken. — Op sommige plaatsen, inzonderheid op eenen kleinen afstand van de inplanting, is de loop der vaatkanalen zeer regelmatig. Neemt men eene doorsnede, juist in de rigting der straal, dan ziet men, dat zij nagenoeg zuiver vierhoekige mazen daarstellen. Nabij de spits daarentegen is zoowel hunne eigene gedaante, als die van het door hen gevormde net, zeer onregelmatig. Hunne openingen aan de beide oppervlakten, waardoor de bloedvaten van weerszijden binnentreden, zijn regelmatig rond, en veelal op overlans liggende rijen geplaatst. Het stelsel van beenige platen, dat de vaatkanalen omgeeft, met de daarin zich bevindende beencellen, komt overeen met dat der pijpbeenderen, gelijk het boven geschetst is.

In meer dan één opzicht verschillend hiervan is het maaksel der *beenige hoornen van een hert*. Deze zijn niet hol, maar het middengedeelte wordt ingenomen door een digt sponsachtig weefsel, terwijl de randen uit vaste beenzelfstandigheid bestaan. Op eene dwarse doorsnede ziet men, dat het sponsachtig gedeelte bestaat uit veelhoekige holten, waarin men, zelfs in den reeds gedroogden hoorn, nog de zakvormig uitgezette vaten herkent: In de overlansche rigting zijn deze mazen slechts weinig verlengd, en blijkt het, dat zij een doolhof vormen van in elkander loopende gangen, welke door dunne beenplaten vanéén gescheiden zijn.

Voor de waarneming der *beenvorming* kan bij voorkeur het een of ander pijpbeen van een jeugdig voorwerp dienen, b. v. van een kalf. Men heeft dan gelegenheid den overgang van kraakbeen in been, waardoor het been in lengte

toeneemt, te onderzoeken aan overlansche doorsneden der *epiphysis*, genomen op de plaats, waar de beenzelfstandigheid door het kraakbeen begrensd wordt (verg. § 111), terwijl de beenvorming uit het beenvlies, waardoor het been in dikte groeit, waargenomen wordt door dunne plaatjes van het binnenste gedeelte van het beenvlies, tevens met het buitenste laagje van het reeds gevormde been, onder het mikroskoop te brengen. Door bijvoeging van azijnzuur herkent men dan duidelijk, in het nog niet verbeende gedeelte, de vaten, welker loop en vertakking reeds geheel beantwoorden aan die der toekomstige vaatkanalen, terwijl zich daarnevens de op rijen geplaatste kleine elliptische cellen bevinden, die later tot beencellen worden. Deze cellen verschillen niet van die, waaruit zich elders veerkrachtige vezelen vormen; aan sommigen neemt men korte verlengselen waar, doch de fijnere kanaaltjes, waarvan de latere beencellen voorzien zijn, worden niet waargenomen, hetgeen zich gemakkelijk daaruit verklaart, dat zij wegens hunne kleinheid onzichtbaar zijn, zoolang zij nog vocht bevatten, en hunne wanden niet verbeend zijn.



De tanden.

186. Bij den mensch en de meeste overige zoogdieren stemt het maaksel der tanden en kiezen genoegzaam overeen, om het in eene algemeene beschrijving zamen te vatten. Steeds bestaan zij uit drie verschillende gedeelten, namelijk: 1°. het *tandbeen*, dat verreweg de grootste ruimte inneemt, 2°. het *glazuursel* of *email*, dat de kroon, en 3°. het *cement*, dat den wortel bekleedt.

Om de zamenstelling en onderlinge verhouding dezer drie gedeelten mikroskopisch te kunnen onderzoeken, worden dunne geslepen doorsneden gevorderd, die overigens op dezelfde wijze als die der beenderen (z. bl. 285) behandeld worden. Bij geringe vergrootingen herkent men dan het *tandbeen* aan zijne meerdere donkerheid bij doervallend, en zijne witheid bij opvallend licht. Een en ander is het gevolg van de met lucht (1) gevulde kanaaltjes, die, hunnen aanvang nemende aan den binnenwand, welke de tandholte begrenst, zich van daaruit, te midden der glasheldere tusschenzelfstandigheid, divergerend naar den omtrek verbreiden. Om deze openingen waar te nemen moet de doorsnede zoo vervaardigd worden, dat zij juist langs den binnenwand heengaat en deze bewaard blijft. Men herkent dan daarin talrijke kleine ronde kringetjes, die iets meer langwerpig worden ter plaatse waar de snede hen niet juist loodrecht getroffen heeft (2). Op eene geheel gelijke wijze vertoonen zich ook de tandkanaaltjes op die punten, waar zij bij het slijpen dwars doorgesneden zijn.

Vervolgt men de tandkanaaltjes op hunnen weg door het tandbeen bovenwaarts naar de emallaag, en ter zijde en benedenwaarts naar de cementlaag, dan merkt men daaraan nog verscheidene bijzonderheden op. Vooreerst geven zij hier en daar takken af, die niet zelden ook onderling anastomosereren; deze takken buigen zich in de nabijheid der tandholte vaak bijna rechthoekig af, hooger op onder al scherper en scherper wordende hoeken. In de tweede plaats is hun loop slechts zelden geheel recht, maar meestal in meerdere of

(1) Dat de inhoud der tandkanaaltjes lucht is, kan op dezelfde wijze als van de beencellen en hunne stralen (z. bl. 286) worden aangetoond. Na een verblif van eenige dagen onder eene luchtledige klok vullen zij zich geheel met de gekleurde terpenhijnolie.

(2) Pl. III, fig. 47 B, uit den wortel van eene kies van eenen mensch.

mindere mate geslingerd. Zijn deze slingeringen sterk en aan vele nevens elkander loopende kanaaltjes eigen, dan vertoont zich daar ter plaatse het tandbeen gevlamd, op de wijze, die het best van ivoor bekend is. Naar den omtrek toe worden de tandkanaaltjes al naauwer en naauwer. Zij vertakken zich aan hunne uiteinden (1); sommige buigen zich aldaar om, inzonderheid die in de nabijheid der emallaag, zoodat twee naburige kanaaltjes te zamen eene lis vormen; andere eindigen schijnbaar blind, doch het is zeer moeilijk ware blinde uiteinden te onderscheiden van schijnbare, die het gevolg der gemaakte doorsnede zijn. Somschijnt het dat de fijne kanaaltjes zich in het email nog een eind weegs voortzetten, en zelfs dat zij zich in aldaar aanwezige grootere langwerpige holten (fig. 45) openen, doch dit zijn uitzonderingen; ook moeten deze holten niet verward worden met de barsten, ontstaan bij de slijping ten gevolge der broosheid van het email.

Behalve tandkanaaltjes treft men dikwijls, doch geenszins altijd, in het tandbeen opene ruimten (*interglobulaire ruimten* van C z e r m a k) aan, welke, wanneer zij met lucht gevuld zijn (fig. 45 *c*), zich zwart vertoonen en gevormd worden door dat de verbeende tusschenstof zich hier en daar bolvormig heeft opgehoopt (*d*) met openlating dier ruimten, waarin dan een of meer kanaaltjes inmonden, die echter doorgaans aan de andere zijde hunnen weg weder vervolgen.

Heeft men tanden met zoutzuur of salpeterzuur op de bij het been (bl. 288) vermelde wijze van kalkzouten berooft, dan kan men daarin nog den algemeenen loop der tandkanaaltjes zeer goed zien. Somschijnt het dan, vooral

(1) Fig. 45, gedeelte eener doorsnede van de kroon, -- fig. 47, van den wortel eener menschelijke kies.

aan den rand der doorsnede, als of zich de tusschenzelfstandigheid in vezelen scheidt, doch het gelukt niet zich met zekerheid van deze zamenstelling te overtuigen.

Het *email* bedekt de kroon, op de wijze van een kapje, dat benedenwaarts met eenen scherpen rand eindigt. In zamengestelde kiezen, b. v. die van het paard, dringt het dieper door en bevindt zich dan niet alleen aan de oppervlakte, maar vormt afwisselende lagen met het tandbeen en het cement. Op overlansche doorsneden blijkt het te bestaan uit vezelen, die dikwijls zeer regelmatig evenwijdig naast elkander loopen, soms echter ook eenen meer slingerenden loop hebben, waardoor dan min of meer evenwijdige streepen ontstaan (fig. 45 b), die bij opvallend licht witter zijn, dat is het licht sterker terugkaatsen, dan de omliggende deelen, en bij doorvallend licht eene bruine tint hebben. Bovendien loopen de vezelen, welke de onderscheidene lagen zamenstellen, dikwijls in eenigzins verschillende rigtingen, die elkander onder eenen meer of minder scherpen hoek kruisen. Bij genoegzame vergrooting en gunstige verlichting neemt men aan de emailvezelen nog dunne dwarse streepjes waar, welke zich over verscheidene nevens elkander gelegen vezelen uitbreiden (fig. 46 A). Duidelijker komen deze streepjes te voorschijn, wanneer men de doorsnede een oogenblik in zwak zoutzuur of salpeterzuur laat liggen en daarop met water afspoelt. Bij voortgezette inwerking dezer zuren wordt het email bijna geheel opgelost, met teruglating van eene geringe hoeveelheid organische stof, waaraan men echter geene structuur meer kan waarnemen. Om de emailvezelen in de overdwarse rigting te zien, moet men eene doorsnede vervaardigen door het tandbeen heen, even onder de plaats, waar dit door het email bedekt wordt. Het gelukt

namelijk niet om van dit laatste op zich zelve eene doorsnede te verkrijgen, daar het, uit hoofde zijner hardheid en broosheid, te zeer afbrokkelt om afzonderlijk geslepen te worden. Neemt men echter nog een gedeelte van het tandbeen mede in de doorsnede op, dan treft men daarin altijd plaatsen aan, waar zich de loodregt doorgesneden emailvezelen vertoonen, die daarbij blijken eenen tamelijk regelmatigen zeshoekigen vorm te bezitten (Pl. III. fig. 46 B).

De cementlaag bedekt den geheelen wortel; zij is van onderen het dikst, wordt bovenwaarts al dunner en dunner, en eindigt gewoonlijk scherp ter plaatse waar de emailaag aanvangt. Zij zet zich ook een eind weegs voort in de holte van den tand. Het geheele maaksel van het cement (1) stemt overeen met dat van been. Vooral in de dikkere lagen van het cement zijn de beencellen talrijk, sommige vrij groot en van de gewone uitstralende kanaaltjes voorzien (fig. 47 *bb*). Doorgaans liggen zij op meer of min regelmatig concentrisch met de tandoppervlakte loopende rijen, en bovendien herkent men vaak eene dergelijke plaatsgewijze structuur als ook aan been eigen is. De stralen der beencellen staan onderling in verband als mede met de uiteinden der tandkanaaltjes, zoodat er derhalve tusschen het cement en het tandbeen geene zoo scherpe grens aanwezig is, als tusschen het email en het tandbeen. Gewoonlijk bevindt zich echter op de plaats (*a*), waar beide deelen in elkander overgaan, eene laag, bestaande uit een zeer groot aantal kleine hoekige holten, die dicht opeen gepakt liggen, en, hoewel veel kleiner, in vorm overeenkomen met de bovengenoemde interglobulaire ruimten in het tandbeen. In deze holten loopen dan de tandkanaal-

(1) Pl. III. fig. 47, gedeelte eener doorsnede van den wortel eener menschelijke kies; *a b* cement.

tjes uit , terwijl van de andere zijde er de stralen der beencellen in monden.

Vaat- of mergkanalen ontbreken gewoonlijk in het cement ; bij zeer oude tanden , die eene zeer dikke cementlaag bezitten , treft men echter somwijlen eenige vaatkanalen nabij het einde van den wortel aan. Steeds echter komen zij voor in de cementlagen der kiezen van het paard , waar zij op omstreeks gelijke afstanden met opene monden aan de oppervlakte aanvangen. Daar ter plaatse zijn zij tevens het wijdst. Hunne algemeene rigting is nagenoeg loodregt op de lengte-as ; tevens hebben zij echter eenen eenigzins boogvormigen , tamelijk evenwijdigen loop. Zij splitsen zich in twee , zelden in meer takken , worden allengs naauwer in de nabijheid der emallaag , die hier door eene cementlaag overdekt is , en buigen zich nabij hare grens om. Deze vaatkanalen , ofschoon naauwer dan die , welke elders in de beenzelfstandigheid voorkomen , stemmen daarmede toch geheel in maaksel overeen , en aan eene vooraf met zoutzuur van kalkzouten bevrijde kies kan men de concentrische plaatjes waarnemen , welke ook hier de vaatkanalen omgeven.



Het zenuwweefsel.

187. Onder alle de weefsels van het dierlijk ligchaam leveren die , welke tot het zenuwstelsel behooren , de meeste moeilijkheden voor het onderzoek op. Ook is het juist op dit gebied , dat nog de meeste betwiste punten voorkomen. Daar echter met het praktische deel , waartoe deze Handleiding bestemd is , eene uitvoerige kritische beschouwing van de uitkomsten , door anderen uit hunne onderzoekingen afge-

leid, weinig strookt, zoo zullen wij ons hier even als elders alleen bepalen bij de korte vermelding van datgene, waaromtrent thans weinig of geen verschil meer tusschen de onderscheidene waarnemers bestaat, tevens met aanwijzing hoe men zich op de gemakkelijkste wijze van de juistheid dier feiten kan overtuigen.

188. In de tot het zenuwstelsel behorende deelen treft men tweederlei soort van elementaire deelen aan, namelijk *buizen* en *cellen*. De zenuwbuizen maken het grootste deel uit van de zich peripherisch verbreidende zenuwen; zij vormen de witte zelfstandigheid van het ruggemerg en de hersenen, en een gedeelte der grijze zelfstandigheid van beide. De zenuwcellen worden aangetroffen in de grijze zelfstandigheid dier centraalorganen, in de zenuwknoopen en ook op enkele punten in de zich peripherisch verbreidende zenuwen.

In maaksel stemmen deze elementaire deelen bij de onderscheidene gewervelde dieren zoozeer overeen, dat men ter naauwernood een enkel wezenlijk verschil kan aanwijzen, en, waar eenig verschil bestaat, daar dient het vaak ter opheldering van sommige bijzonderheden in de structuur, die bij de eene dierklasse gemakkelijker waarneembaar zijn dan bij de andere. Zoo b. v. is het onderzoek van het maaksel der zenuwen en der zenuwknoopen gemakkelijker bij reptiliën en visschen, omdat zich de elementaire deelen daarbij ligter laten isoleren, nit hoofde der meerdere losheid van het bindweefsel, terwijl daarentegen, voor het onderzoek der centraalorganen, de hersenen en het ruggemerg van zoogdieren de voorkeur verdienen, niet alleen om de hoogere ontwikkeling dier organen bij deze dierklasse, maar ook dewijl zij zich beter voor dit onderzoek laten toebereiden.

Het spreekt intusschen van zelf, dat het gezegde alleen van de elementaire deelen geldt en geenszins van de wijze hunner zamenvoeging tot een orgaan, en dat men bovendien nimmer uit het bij de eene dierklasse gevondene met zekerheid tot de overige besluiten mag, maar dat de op analogie zich grondende waarschijnlijkheid eerst door opzettelijke nasporingen moet bevestigd worden.

189. Wanneer men van eene pas uit het levend dier genomen zenuw, — b. v. den *nervus cruralis* van eenen kikvorsch, — een klein stukje afknipt, dit spoedig op een glasplaatje met naalden uitpluist en dan dadelijk, zonder er eenig vocht bij te voegen, onder het mikroskoop brengt, dan erkent men daaraan overlans loopende glasheldere vezelen of buizen, die ten deele door die uitpluizing geïsoleerd zijn, ten deele nog een samenhangend geheel vormen. Aan deze buizen neemt men in dien toestand reeds dubbele grenslijnen waar, doch, wanneer men het praeparaat bevochtigt, komen deze duidelijker, als twee donkere streepen, te voorschijn (Pl. III. fig. 52 a). Tevens vloeit dan, hetzij van zelf, of nog sterker door drukking, een gedeelte van den inhoud uit het geopende buisje naar buiten (b), en neemt daarbij allerlei vormen aan, die echter altijd door dezelfde zoo even genoemde donkere streepen begrensd worden. Ook in het inwendige van het buisje ondergaat deze vloeibare inhoud, gewoonlijk het *merg* genoemd, verschillende veranderingen; het trekt zich zamen, hoopt zich hier en daar op, scheidt zich op andere punten in afzonderlijke gedeelten, waardoor de zenuwbuisjes een geheel ander voorkomen verkrijgen dan zij oorspronkelijk bezaten. Reeds uit het uitvloeijen van dit merg blijkt, dat de zenuwvezelen werkelijk buizen zijn, dat is,

dat zij een eigen vlies of *scheede* bezitten, hetwelk den vloeibaren inhoud omgeeft. Dit vlies is echter zoo dun, dat het aan onveranderde buizen, zoolang het merg daardoor onmiddellijk omgeven wordt, niet waarneembaar is. Er zijn echter verscheidene middelen om het te voorschijn te doen treden. Het eenvoudigste en meest overtuigende, uit hoofde van den geringen daardoor te weeg gebragten physischen invloed, bestaat in de bevochtiging met eene matig geconcentreerde suikeroplossing. Aan eenige der buizen kan men dan waarnemen hoe de inhoud zich plaatselijk zamentrekt en zich van den dunnen vliezigen wand verwijdert (*b*). Ook kan men, door uitkoking eener zenuw met alcohol en vervolgens met eene slappe potaschoplossing, het merg, dat uit vet en eene vloeibare proteinestof bestaat, uit de buisjes, door oplossing in genoemde vochten, doen verdwijnen, waarbij dan de zeer bleke scheeden overblijven.

Behalve het vloeibare merg is echter in alle zenuwbuisen nog een het midden innemend vezelachtig ligchaam bevat, de *centrale vezel*, ook wel *ascylinder* geheeten. Aan versche zenuwbuisen bespeurt men daarvan echter even min eenig spoor als van de vliezige scheede. Het zal echter ter naauwernood behoeven herinnerd te worden, dat dit geenen grond oplevert, om het bestaan dier centrale vezel te ontkennen, even min als de aanwezigheid van kernen in de bloedcellen der kikvorschen door iemand in twijfel wordt getrokken, al vertoonen zij zich ook niet dadelijk in die, welke uit het levend dier zijn genomen. Ook tot het te voorschijn brengen dezer centrale vezelen zijn een aantal middelen aanbevolen. Men herkent haar reeds dikwijls binnen in met suikerwater behandelde zenuwbuisen (*b*), waar zich het merg daarvan afbuigt en min of meer duidelijk een zeer bleek, door regte

lijnen begrensd ligchaam wordt waargenomen, dat in het midden der buisholte bevat is. Zekerheid verkrijgt men echter eerst door deze vezel afzonderlijk daar te stellen, hetgeen geschiedt, wanneer bij het uitpluizen alleen het buitenste vlies van het buisje is afgescheurd, terwijl de vezel nog samenhangt met het andere deel, dat in het buisje bevat blijft (fig. 52 c). Dit gedeeltelijk afscheuren van het buitenste vlies gelukt echter slechts zelden bij de buisjes uit de zenuwen, omdat dit vlies, in weerwil zijner dunheid, tamelijk veerkrachtig is. De middelen derhalve, die dienen moeten, om de vezel vrij daar te stellen, hebben allen ten doel het buitenste vlies broozer en minder veerkrachtig te maken en daarentegen den onderlingen samenhang der deeltjes, die de vezel zamenstellen, te versterken, waardoor deze tevens sterker lichtbrekend en derhalve duidelijker zichtbaar wordt. Daartoe kunnen dienen: chromzuur, eene sublimaatoplossing, alcohol, ether en voorzeker nog vele andere vochten. Het best voldoet de volgende handelwijze. Men late eene versche zenuw eenige uren lang liggen in eene oplossing van $\frac{1}{50}$ sublimaat in water. Vervolgens neme men daarvan een klein gedeelte, brenge het over in eenen druppel water op een voorwerpplaatje, en trekke dit stukje nu uiteen in de overlangsche rigting der buizen, waartoe men zich kan bedienen hetzij van twee kleine scalpellen, die men met de rugzijde op de zenuw houdt, of nog beter van twee in lancetvormige spitsen uitlopende naalden (z. Dl. II. bl. 116). Door deze uitrekking, welke men eenige malen aan de zich vaneen scheidende gedeelten kan herhalen, worden talrijke centrale vezelen over eene groote uitgestrektheid vrij, soms ter lengte van een' halven millimeter. Zij zijn in dien toestand stijf, voorzien van donkere omtrekken en eenigzins ongelijk van

dikte. Ook zoude, indien men deze vezelen alleen in dien staat kende, de gegronde tegenwerping kunnen gemaakt worden, dat het de gecoaguleerde inhoud der zenuwbuisjes is, die zich onder dien vorm vertoont, doch het zoo even gezegde, aangaande de mogelijkheid om deze centrale vezel reeds in enkel suikerwater zichtbaar te maken, bewijst dat zij werkelijk als zoodanig in de zenuwbuisjes bevat is, en dat zij, door sublimaat enzv., slechts eene grootere stevigheid verkrijgt.

Wat de scheikundige geaardheid der centrale vezel betreft, zoo zwelt zij in azijnzuur en bijtende potaschoplossing eerst sterk op en verdwijnt daarin later; met salpeterzuur wordt zij lichtgeel; zij bestaat dus uit eene proteïnestof. Haar vorm is rolrond, gelijk blijkt wanneer men haar in beweging brengt, door strooming in het vocht te veroorzaken. Of zij eene met eenen inhoud gevulde buis, dan wel een solide draad is, laat zich onmogelijk met zekerheid onderscheiden, hoewel het eerste het waarschijnlijkst is.

Behalve de eigenlijke zenuwbuizen treft men in eene uitgelopen zenuw ook nog eene grootere of kleinere hoeveelheid bindweefsel en veerkrachtige vezelen aan. Bij versche zenuwen kan men zich dikwerf van de vliezige geaardheid van het bindweefsel, dat hier gevonden wordt, overtuigen, en tevens hoe de plooiën schijnbare vezelen zijn (verg. § 110). Dit bindweefsel behoort aan het neurileem, dat de geheele zenuw en desgelijks de afzonderlijke bundels, waaruit deze zamengesteld is, omgeeft. Ten einde zulks waar te nemen, droogde men eene zenuw, en vervaardigde vervolgens daarvan dunne dwarse doorsneden. Hieraan herkent men dan de ronde openingen der tot meerendeels ronde of elliptische bundels vereenigde buisjes, alsmede de bindweefselscheeden, waarin deze besloten liggen.

Eene groote overeenkomst met de boven beschreven zenuwbuisen hebben ook die, welke de witte zelfstandigheid van het ruggemerg zamenstellen (1). Inderdaad bestaat het eenige onderscheid daarin, dat de vliezige wand der buisjes hier merkelyk teederder is, zoodat deze zeer ligtelyk scheurt. Ook ziet men dikwijls het merg door zijdelingsche openingen naar buiten treden, waardoor deze buizen hoogst onregelmatige vormen kunnen aannemen. Deze teerheid van het vlies is echter tevens de oorzaak, dat het veel ligter gelukt hier de centrale vezel te isoleren, zelfs bij eene bevochtiging met enkel water, mits men, uit hoofde der groote doorschijnendheid dezer centrale vezelen, tot hare waarneming de verlichting eenigzins matigt. Overigens kunnen zij door dezelfde middelen als bij de buizen der zenuwen, in grooter aantal en soms over eene zeer groote lengte vrij worden daargesteld. Men verwarre echter niet met haar de fijnste haarvaten, die zich mede in grooten getale in het ruggemerg verspreiden, maar die, behalve aan hunne vertakking, ook nog herkend worden door azijnzuur, waardoor hunne wanden zich nog duidelyker dan vroeger vertoonen, terwijl dan bovendien de tegen den wand aan geplaatste kernen zigbaar worden.

De dikte der zenuwbuisjes is zeer verschillend. Heeft men echter eenmaal aan de dikkere buizen, die de gevoels- en bewegingszenuwen, als mede de witte zelfstandigheid van het ruggemerg zamenstellen, naauwkeurig het maaksel leeren kennen, dat zij in den onveranderden toestand bezitten, en de wijzigingen nagegaan, welke daarin door de doorsnijding en

(1) Pl. III, fig. 48, zenuwbuisen uit de witte zelfstandigheid van het ruggemerg van een kalf; *a* eene weinig veranderde buis, bij *e* is de centrale vezel afzonderlyk zigbaar; *b* met varikeuze aanzwellingen, bij *d* naar buiten getreden inhoud; *c* met varikeus uitgezette scheede en inhoud, waarbij de centrale vezel in het midden zigbaar is geworden.

de daarop volgende uitvloeijing van het merg, door bijvoeging van verschillende vochten en door drukking worden te weeg gebracht, dan zal men zich overtuigen, dat ook de allerfijnste buisjes, die de witte zelfstandigheid der hersenen zamenstellen en ook in de grijze zelfstandigheid van hersenen en rugmerg voorkomen, hetzelfde maaksel bezitten, en dat de aanzwellingen (varikositeiten), welke zich bij dezen zeer gemakkelijk vormen, daaraan niet in den oorspronkelijken toestand eigen zijn. Den besten dienst bewijzen hierbij sublimaatoplossing of chromzuur, waarmede het ook somtijds gelukt de centrale vezelen van zelfs zeer dunne buizen te voorschijn te brengen.

190. Ter herkenning der tegenwoordigheid van zenuwen in zulke deelen, waarin zij niet meer door het mes gevolgd noch de hen zamenstellende buizen behoorlijk onderscheiden kunnen worden, uit hoofde van gelijktijdig aanwezige andere elementaire deelen, zooals epitheliumcellen, bindweefselvezelen, de vezelcellen van organische spieren enzv., maakt men het best gebruik van eene oplossing van bijtende potasch of soda, omdat daarin de zenuwbuisen althans een tijdlang onveranderd blijven en gemakkelijk aan hare dubbele omtrekken kunnen herkend worden, terwijl de andere bestanddeelen daardoor glasachtig doorschijnend worden.

Veel moeilijker dan de enkele bepaling van het al of niet tegenwoordig zijn van zenuwen in eenig orgaan, is echter het onderzoek aangaande de wijze, waarop de zenuwen peripherisch in de organen eindigen. Algemeen neemt men waar, dat de zenuwbuisen nabij hunne peripherische uiteinden zich vertakken, daarbij veel dunner worden en hunne donkere dubbele omtrekken verliezen, zoodat zij zeer bleek worden en men

hunnen verderen loop dikwijls slechts met groote moeite vervolgen kan. Daarbij hebben zij bovendien eenen min of meer bogtigen loop, dikwijls zelfs zoo, dat zij zich geheel ombuigen en het schijnt als of zij in de tegenovergestelde rigting terugkeeren en zoogenaamde lissen vormen. Naar mate men echter naauwkeuriger onderzoekt, blijkt het meer en meer, dat deze lissen niet de eigenlijke uiteinden zijn, maar dat de fijnste bleeke vezelen haren loop voortzetten, totdat zij óf stomp eindigen, óf zich schijnbaar in het weefsel verliezen. Wij willen hier in geene bijzonderheden treden, welke, zonder de afbeeldingen te zeer te vermenigvuldigen, toch moeilijk verstaanbaar zouden zijn, maar noemen slechts, als voorbeelden van eenige zeer gemakkelijk verkrijgbare voorwerpen, waaraan men deze eindigingswijze nog het best kan waarnemen: het gehoorblaasje van visschen (b. v. van eenen snoek of baars), hetwelk men open knipt en zoo, na bedekking met een glasplaatje, onder het mikroskoop brengt; verders de oogspieren van visschen, en de papillae der tong van eenen kikvorsch. Eene bevochtiging met eene potasch- of sodaoplossing, gelijk door sommigen is aangeraden, is in zulke gevallen geheel ondoelmatig, want terzelfder tijd dat het algemeene weefsel daardoor in doorschijnendheid wint, verdwijnen ook de teedere bleeke vezelen, waarin de zenuwbuizen eindigen. Dikwerf echter is hier drukking nuttig, mits met voorzigtigheid en bij voorkeur door middel van een goed compressorium aangewend.

191. De *zenuwcellen* zijn van verschillenden aard, al naar gelang van het deel, waartoe zij behooren. Het eenvoudigste maaksel bezitten die in de zenuwknoopen. Echter zijn er aan het onderzoek van de structuur der zenuwknoopen of ganglien nog verscheidene moeilijkheden verbonden. Om een over-

zigt te erlangen van de onderlinge verhouding der hen samenstellende deelen, namelijk van de betrekkelijke plaats, ingenomen door de zenuwcellen, en van de in- en uittredende zenuwbuizen, zijn in het algemeen de ganglien van kleine zoogdieren aan te bevelen. Deze worden, ter vermeerdering der doorschijnendheid, met eene potasch- of sodaoplossing bevochtigd, onder het mikroskoop gebragt, en, zoo noodig, aan eene matige drukking onderworpen.

Veel onzekerder echter worden de uitkomsten van het onderzoek, wanneer men, ten einde het fijnerè maaksel der zenuwknoopen van den mensch of andere zoogdieren te leeren kennen, deze met naalden uitpluist. Het best verrigt men zulks aan dunne doorsneden, met een scherp mes genomen van vooraf in spiritus eenigzins verharde ganglien, doch hun weefsel is zoo vast en stevig, dat men, bij het uitpluizen, steeds groot gevaar loopt van verscheuring en kunstmatige scheiding van deelen, die eigenlijk bij elkander behooren. Meerdere veiligheid leveren ten dien aanzien de ganglien der visschen, omdat hier de onderlinge zamenhang der deelen merkelyk geringer is, zoodat zij gemakkelijker geïsoleerd worden. Als voorbeeld kan dienen het *ganglion Gasseri* van eenen snoek of baars. Bij de uitpluizing daarvan (1) verkrijgt men: 1° tamelyk dikke zenuwbuizen, gelijk reeds boven beschreven zijn, 2° zenuwcellen (fig. 51 A) van eenen ellipsoidischen vorm, bestaande uit een uitwendig hulsel en

(1) Pl. III, fig. 51, van eenen snoek. Om het *ganglion Gasseri* bloot te leggen moeten natuurlijk de bekleedselen der hersenen verwijderd worden. Men ziet het dan nabij den wortel van den steeds eene aanzienlijke dikte hebbenden *nervus trigeminus*, die, verbonden met den *n. facialis*, uit de zijdelingsche gedeelten van de *medulla oblongata*, onder de *lobi optici* en de *lobi posteriores* zijnen oorsprong neemt.

eene daarbinnen besloten cel (binnenblaasje? z. § 121) met korreligen inhoud en eene kern, 5° zenuwcellen (B), die in verband staan met eene enkele zenuwbuis, en 4° zenuwcellen (C) met twee daarmede zamenhangende zenuwbuisen. In de beide laatstgenoemde gevallen heeft er doorgaans op het punt van zamenhang tusschen het hulsel van de buis en dat der cellen eene vernauwing of insnoering plaats. Oorspronkelijk liggen de inwendige cellen (binnenblaasjes?) tegen de binnenvlakte van het hulsel aan, doch wanneer men, in plaats van water, eene tamelijk geconcentreerde suikeroplossing ter bevochtiging aanwendt, dan krimpen de eersten eenigzins zamen, en zoo ontstaat eene opene ruimte tusschen de beide vliezen. Niet zelden dringt dan het vloeibare merg uit de buizen in deze tusschenruimte en hoopt zich daar tot klompjes op, welke men zich wachten moet voor normaal aanwezige bestanddeelen aan te zien. Na deze bevochtiging met suikerwater ziet men nu ook op vele punten de centrale vezel in de buis duidelijk te voorschijn komen en haren regtstreekschen zamenhang met het vlies der inwendige cel.

Dit nu zijn de uitkomsten der waarneming. Eene andere vraag is het echter, of deze drie soorten van zenuwcellen, welke men ook wel onder den naam van *apolaire*, *unipolaire* en *bipolaire* onderscheidt, als zoodanig in het ganglion voorhanden waren, en niet de beide eersten uit de laatsten ontstaan zijn door afscheuring van eene of de beide buizen, waarin zich de cel voortzet, iets dat gemakkelijk plaats kan hebben juist op het punt der insnoering nabij de cel. Inderdaad treft men eenige cellen aan, waaraan zulks niet te betwijfelen valt, daar men duidelijk de plaats der afscheuring kan waarnemen, bij anderen daarentegen schijnt daarvan geen spoor te bestaan, ofschoon steeds de mogelijkheid overblijft,

dat zich de opening na de afscheuring weder in zoo verre gesloten heeft, dat zij moeilijk te onderscheiden is, of dat zij door den inhoud der cel voor het oog bedekt wordt.

Het hier gezegde aangaande de moeilijkheid om met stellige zekerheid te beslissen, of eene zenuwcel, die zich in het gezigtveld van het mikroskoop vertoont, geheel ongekwetst is, geldt in nog hoogere mate van die, welke in de ganglien van den mensch en de zoogdieren bevat zijn, omdat daarin de hulsels der cellen (verkeerdelijk door velen als eene soort van bindweefsel beschouwd) onderling vergroeid zijn, en men bij de uitpluizing alleen dunwandige cellen, meereendeels zonder, sommige met aanhangende verlengselen bekomt, die slechts zeer zelden zich voortzetten in een zenuwbuisje met dubbele omtrekken, dat wil zeggen in zulk een, waarin merg bevat is. Inderdaad is het hoogst moeilijk alleen op die wijze den oorsprong van zenuwbuisen in de ganglien met afdoende zekerheid aan te toonen, en er moeten andere anatomische en physiologische gronden te baat worden genomen, om dit bewijs te leveren. Eene uiteenzetting dier gronden ligt echter buiten ons bestek. Alleenlijk zij hier nog op de oorsprongswijze der zenuwen bij de ongewervelde dieren gewezen, omdat er daaronder zijn, waarvan het maaksel der knopen strekken kan tot opheldering van datgene, wat men bij de gewervelde dieren slechts met moeite waarneemt. Men onderzoekte b. v. den slokdarmknoop van eene gewone tuinslak, en men zal daarin den oorsprong der zenuwbuisen uit cellen, welke hier bijzonder groot zijn, op de duidelijkste wijze waarnemen.

192. De in de grijze zelfstandigheid van het ruggemerg en der hersenen voorkomende zenuwcellen onderscheiden zich

van die in de ganglien vooral door de talrijke vertakkingen, waarvan zij doorgaans het uitgangspunt zijn. Deze takken, tamelijk breed aan den oorsprong, splitsen zich wederom in dunnere takken, die op hunnen verderen weg dikwijls al fijner en fijner worden. Het vlies dezer cellen is altijd zeer dun, somtijds zelfs niet afzonderlijk onderscheidbaar. Hun inhoud is fijnkorrelig, niet zelden plaatselijk opeengehoopt en aldaar bij doorvallend licht bruin van kleur. De takken zijn bleeker en bezitten somtijds eene min of meer duidelijke overlangsche streeping. De meesten bevatten eene, sommige twee of meer kernen. Overigens levert zoowel hun vorm als hunne grootte nog vrij veel verschil op.

Ten einde zich eene voorstelling van deze soort van zenuwcellen te verschaffen, geeft het ruggemerg van den mensch of van eenig groot zoogdier eene goede gelegenheid. Op Pl. III. fig. 50 is een der grootere zenuwcellen uit de grijze zelfstandigheid van het ruggemerg van een kalf afgebeeld. Om deze cellen en tevens om het geheele maaksel van het ruggemerg, en desgelijks dat der hersenen, behoorlijk te kunnen onderzoeken, is echter eene voorafgaande verharding noodig. Daartoe kunnen tweederlei middelen worden aangewend, namelijk:

1°. chromzuur met zooveel water verdund, dat het vocht eene donkere maderakleur heeft, en

2°. eene opvolgende plaatsing in alcohol van verschillende sterkte, eerst in slappen van 9° - 10°, den volgenden dag in sterkeren van 20° - 25°, den derden dag in nagenoeg watervrijen alcohol.

Beide deze verhardingsmethoden hebben hunne eigene voor- en nadeelen, die voortvloeijen uit de oorzaken, waarvan de verharding hier eigenlijk afhangt. Het chromzuur brengt de

verharding te weeg door eene coagulatie van het geheele zenuwmerg en van alle overige eiwitbestanddeelen. Het weefsel neemt daarbij eene groene kleur aan, en wordt vast genoeg om er tamelijk dunne doorsneden van te maken, en daar het geheele zenuwmerg gecoäguleerd en vast geworden is, zoo vloeit het nergens uit, en er ontstaan evenmin variekeuze aanzwellingen der zenuwbuizen. Een nadeel van deze methode is de lange tijd, die voor de volkomene verharding gevorderd wordt, welke b. v. voor het ruggemerg van groote zoogdieren tien of twaalf dagen beloopt kan, waartegen echter het voordeel overstaat, dat de eenmaal verharde deelen zich gedurende vele weken, ja maanden onveranderd laten bewaren, zoodat zij steeds voor het onderzoek geschikt blijven. Eene meer gewigtige schaduwzijde van deze handelwijze bestaat echter in de ondoorschijnendheid van zelfs zeer dunne doorsneden, welke ondoorschijnendheid juist het gevolg is van de geheele coagulatie van het zenuwmerg.

De verharding door alcohol bestaat niet in zulk eene coagulatie van den geheelen inhoud der zenuwbuizen en cellen; alleen de eiwitbestanddeelen ondergaan zulk eene stremming, maar de hoofdoorzaak der verharding is eene onttrekking van het water aan het weefsel. Men zoude het kunnen noemen eene drooging onder alcohol, welke boven de drooging in de lucht dit vooruit heeft, dat het water door alcohol wordt vervangen, en de fijne elementaire deelen niet tot eene vaste ordelooze massa zamenkleven, zoodat er dan ook wel inkrimping plaats heeft, doch in geenen deele in die mate als bij drooging aan de lucht. De van het op die wijze verhard ruggemerg of van de hersenen vervaardigde doorsneden zijn bij gelijke dikte dan ook merkelyk doorschijnender dan die van in chromzuur verharde voorwerpen, doch de daaraan

verbonden nadeelen zijn: vooreerst, dat het zenuwmerg veel langer vloeibaar blijft, en dus aan de gemaakte doorsneden op vele punten uitvloeit, en ten tweede, dat zulke in alcohol verharde voorwerpen slechts gedurende eenige weinige dagen voor het onderzoek geschikt blijven, daar zich spoedig daarin groote vetbollen, ten deele ook vetkristallen afzetten, waardoor weldra het geheele weefsel onkenbaar wordt. Desniet-tegenstaande verdient toch de verharding door middel van alcohol in het algemeen de voorkeur, inzonderheid wegens de meerdere doorschijnendheid der doorsneden.

Hoe dun deze doorsneden ook gemaakt worden, zoowel die der alcohol- als der chromzuurpraeparaten zijn echter nimmer doorschijnend genoeg om er, zonder verdere toebe-reiding, alle de bijzonderheden van het maaksel aan waar te nemen. Men kan deze doorschijnendheid evenwel op ver-schillende wijzen bevorderen. Vooreerst door drukking, doch dit is steeds een min of meer bedenkelijk middel, dat wel is waar niet altijd geheel te vermijden is, maar waartoe men zoó weinig mogelijk zijne toevlugt moet nemen, daar hier-door eenige deelen uit hun verband worden gebragt, andere daarentegen schijnbaar zamenhangend worden gemaakt. In de tweede plaats kan de doorschijnendheid bevorderd wor-den door de gemaakte doorsneden met de oplossingen van bijtende potasch of soda te bevochtigen. Inderdaad zijn deze middelen daartoe allezins geschikt, maar hunne aanwending heeft een nadeel, dat niet uit het oog mag verloren worden, dat namelijk het hulsel der zenuwcellen en de fijne takken, welke daarvan uitgaan, door deze loogzouten worden aangetast, zoodat inzonderheid de laatsten tevens met het helder worden van het praeparaat verdwijnen. Beter voldoet daarom eene bevochtiging der doorsneden met eene

verzadigde oplossing van chlorcalcium (1). Hierdoor neemt de doorschijnendheid in hooge mate toe, zonder dat het weefsel er onder lijdt; dit geschiedt echter niet oogenblikkelijk, doch allengs, zoodat eerst na eenige uren de doorschijnendheid den hoogsten trap heeft bereikt, iets, dat hier echter weinig bezwaar oplevert, daar het praeparaat, uit hoofde van het deliquescerend vermogen van het chlorcalcium, voortdurend vochtig blijft. Aan deze behandeling met chlorcalcium kunnen echter alleen de in alcohol verharde voorwerpen worden onderworpen, daar in de doorsneden van chromzuur - praeparaten zich weldra talrijke kristallen van chromzuren kalk vormen.

Ook nog eene andere handelwijze verdient hier vermelding. Wanneer men gedeelten van het ruggemerg of de hersenen laat droogen, dan versmelten, gelijk reeds gezegd is, alle de elementaire deelen zoozeer incen, dat er aan daarvan vervaardigde doorsneden slechts weinig onderscheidenlijk te zien is. Doch indien men de vooraf met alcohol verharde deelen aan de lucht laat droogen, dan is het daarmede anders gelegen. Aan de uiterst dunne doorsneden, welke alsdan daarvan vervaardigd kunnen worden, herkent men, bij de opwekking in water, hetwelk men des verkiezende later ook door chlorcalcium vervangen kan, dat de elementaire deelen nog behoorlijk gescheiden zijn gebleven, waarbij men het groote voordeel heeft van hen geheel in hunne oorspronkelijke ligging te zien. Verlangt men verders praeparaten, die een leerzaam overzicht geven van het geheele maaksel, met opoffering van eenige der bijzonderheden, welke zich beter op andere wijzen

(1) Dit middel is eerst onlangs met het beste gevolg door mijnen ambtgenoot Schroeder van der Kolk aangewend voor het onderzoek van het maaksel van het ruggemerg.

vertoonen , dan verdient eene bevochtiging der drooge doorsneden met glycerine aanbeveling , waardoor zij in doorschijnendheid nog zeer winnen , zonder dat deze al te groot wordt , gelijk b. v. het geval is in terpentijnolie of canada-balsem.

Voegt men nu eindelijk bij deze verschillende handelwijzen ter bekoming van dunne doorsneden nog de uitpluizing daarvan met naalden , gepaard met een herhaald uitspoelen van het praeparaat op het voorwerpplaatje met water , ter verwijdering van de kleine deeltjes , die het gezigtveld troebel maken , dan heeft men eene reeks van middelen tot het onderzoek der fijnere zamenstelling van de hersenen en het ruggemerg , die , wel is waar , elk voor zich onvoldoende zijn , doch gezamenlijk aangewend ons in staat stellen met vrij groote zekerheid , door vereeniging en vergelijking der afzonderlijke uitkomsten , daaruit te besluiten tot het maaksel der centrale deelen van het zenuwstelsel in den onveranderden toestand , zoo als zij in het ligchaam voorkomen.

Eene beschrijving echter van de wijze , hoe de reeds boven vermelde zenuwbuizen en zenuwcellen de zelfstandigheid van het ruggemerg en de hersenen zamenstellen , zoude uit den aard der zaak te uitvoerig worden , om te passen in het plan van deze Handleiding , en bovendien zonder talrijke afbeeldingen onverstaanbaar blijven. Ik vergenoeg mij dus hier met , even als elders , aan den lezer den weg gewezen te hebben om door eigen onderzoek het onvolledige der beschrijving aan te vullen.

Het spreekt van zelf , dat zich het getal van voorbeelden tot oefening nog zeer zoude laten vermeerderen. Dit schijnt

echter voor het doel, waartoe dit werk bestemd is, overbodig. De medegedeelde zijn ontleend aan de voornaamste en meest verspreide weefsels van het dierlijk ligchaam, en leveren genoegzame stof tot het verkrijgen van ervaring zoowel in de behandeling van mikroskopische praeparaten, als in de duiding van datgene, wat de mikroskopische waarneming leert. Meer wordt hier niet beoogd. Voor de eigenlijke studie der weefselleer en van het fijnere maaksel der menschelijke en dierlijke organen, wende zich de lezer tot andere werken, welke opzettelijk daaraan gewijd zijn. De litteratuur der mikroskopische anatomie is zeer uitgebreid. Als hoofdwerken, die boven andere aanbeveling verdienen, noemen wij hier slechts:

J. Henle, *Allgemeine Anatomie. Lehre von den Mischungs- und Formbestandtheilen des menschlichen Körpers*, Leipzig 1841. In het Nederduitsch vertaald en met aantekeningen vermeerderd door Dr. C. E. Heynsius, onder den titel van *Algemeene ontleedkunde of leer van de scheidkundige en morphologische bestanddeelen van het menschelijk ligchaam*, Amsterdam, 1847-1853.

J. Gerlach, *Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers*. Mainz 1848. 2^{de} ed. 1853. In onze taal overgebracht door Dr. H. H. Hageman Jr., onder den titel van: *Handboek van de algemeene en bijzondere weefselleer van het menschelijk ligchaam*, Utrecht en Amsterdam 1850.

A. Kölliker, *Mikroskopische Anatomie, oder Gewebelehre des Menschen*, II^{ter} Band, *Specielle Gewebelehre*, 1^{ste} Hälfte und 2^{de} Hälfte, 1^{ste} Abtheilung. Leipzig 1850-1852.

Van denzelfden: *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*. Leipzig 1852.

F. C. Donders en A. F. Bauduin, *Handleiding tot de natuurkunde van den gezonden mensch*. Utrecht en Amsterdam, Dl. I. 1851, Dl. II, 1^{ste} afd. 1853. De 2^{de} afdeeling, waarin de leer der weefsels zal behandeld worden, is weldra te wachten.

Verders leveren de *Jahresberichte* van Reichert in Müller's *Archiv* en van Henle in Canstatt's *Jahresbericht* overzichten der litteratuur van de verschillende onderwerpen gedurende de laatst verlopen jaren.



VERKLARING DER PLATEN.

PLAAT I.

Fig. 1. Jeugdige opperhuid van den stengel van *Mesembryanthemum cristallinum* nog in den knop, met eene daarop geplaatste bolronde cel, waarin eene centrale kern en sapstroompjes zichtbaar zijn; in de kern is een kernligchaampje, dat nog een kleiner ligchaampje bevat.

Fig. 2. Top der nog jeugdige gesteelde klieren uit den bloemknop van *Nicotiana Tabacum*, in twee verschillende ontwikkelingstoestanden A en B. Door chlorcalciumoplossing zijn de binnenblaasjes afgescheiden, welke bij hunne zamentrekking de tegen hunne binnenvlakte aan geplaatste kernen mede gesleept hebben. In de topcellen *a* en *a* zijn nog slechts twee binnenblaasjes bevat; in de daaronder gelegen cellen *b* en *b* vertoon en zich reeds de eerste sporen van het cellulosevlies als een fijn tusschenschot.

Fig. 3. Top van een der ééncellige haren aan het stigma van *Chelonia purpurascens*; de cuticula-oppervlakte is bezet met talrijke uitpuilende knobbeltjes.

Fig. 4. Eenige cellen uit een jong nog in den knop besloten blad van *Tradescantia crassicaulis*. De daarin bevatte wandstandige kernen hebben één tot twee kernligchaampjes, in sommige van welke nog een kleiner ligchaampje zichtbaar is.

Fig. 5. Pollenkorrels in hunne moedercellen van *Antirrhinum majus*.

Fig. 6. Amylumkorrels uit de mergcellen des stengels van *Peperomia incana* Miq. (*Piper canescens*); A uit een jong, B uit een ouder, C uit een volwassen internodium.

Fig. 7. Een ééncellig vertakt haar op den stengel van *Matthiola annua*.

Fig. 8 A. Gedeelte van een tusschenschot in een luchtkanaal van den bladsteel van *Musa rosacea*, met de verschillende trappen van zich vormende stervormige cellen; *a* nog veelhoekige cellen, die bij *b* allengs in stervormige overgaan, met opening van driehoekige tusschenruimten.

B, eene geheel gevormde stervormige cel, door salpeterzuur geïsoleerd.

Fig. 9. Amylumkorrels uit eenen aardappel.

Fig. 10. Amylumkorrels uit den bol van *Crocus vernus*.

Fig. 11 A. Opperhuid der ondervlakte van een blad van *Helleborus niger*, met slingerende wanden der opperhuidscellen en gestreepte cuticula.

B. Loodrechte doorsnede derzelfde opperhuid; *a* cuticula met de doorgesneden streepvormige verhevenheden.

Fig. 12. Dwarse doorsnede van het collenchym van den stengel van *Ricinus communis*, met hier en daar bij de uitwendige celwandverdicking open gebleven tusschencellige gangen.

Fig. 13. Doorsnede van het hoornachtig albumen van een zaadkorrel van *Alstroemeria aurea*; de dikke doorschijnende celwanden zijn van talrijke stippelkanalen voorzien, die bij *a* zich van boven op gezien vertoonen.

Fig. 14 A. Dwarse doorsnede van eene der dikwandige korte bastcellen uit den wortel van *Dictamnus albus* des handels.

B. Eene dergelijke bastcel op de overlangsche doorsnede.

C. Een gedeelte van den dwars doorgesneden wand, sterker vergroot.

D. Hetzelfde, na behandeling met jodium en zwavelzuur; de donkere gedeelten duiden de daardoor blaauw gekleurde lagen aan.

Fig. 15. Dwars doorgesneden mergcellen van den stengel van *Hoya carnosa*.

A. Cel uit een jong internodium; de stippels duiden de plaatsen der openingen in den celwand aan, nadat deze met jodium en zwavelzuur behandeld is.

B. Cel uit een volwassen internodium van een' éénjarigen tak, bij geringe vergrooting.

C. Cel uit een internodium van eenen tweejarigen tak.

Fig. 16. Doorsnede van eenige cellen uit het harde steenachtige gedeelte van de vruchtschaal eener kers (*Prunus cerasus*).

Fig. 17 A. Loodregte doorsnede der buitenste zaadhuid van *Phaseolus vulgaris*.

B. Tangentiale doorsnede van dezelfde.

Fig. 18 A. Overlangsche doorsnede der mergcellen van den knolligen wortel eener Dahlia (*Georgina variabilis*).

B. Een gedeelte van den celwand sterker vergroot.

Fig. 19. Dwarse doorsnede der kurkcellen van *Sempervivum arboreum*.

Fig. 20. Gedeelte van eene verhoude cel in den mergkoker van *Corylus Avellana*.

Fig. 21. Gedeelte van eene bastcel van *Stapelia glauca*.

Fig. 22. Gedeelte eener houtcel uit den stam van *Cycas Circinalis*.

Fig. 23 A. Overlangsche doorsnede van een gestippeld vat met eenige houtcellen van *Laurus Sassafras*; a dwarswand in het vat.

B. Dwarse doorsnede van hetzelfde; a ringvormig overblijfsel van den dwarswand.

Fig. 24 A. Gedeelte eener van hofstippels voorzien houtcel op de radiale overlangsche doorsnede van het hout van *Pinus silvestris*.

B. Eene dergelijke cel op de tangentiale doorsnede met de loodregt gekleefde hofstippels.

Fig. 25. Overdwars doorgesneden mergcel van *Peperomia obtusifolia*, met kristallen van oxaluren en zwavelzuren kalk.

Fig. 26. Spiraalvaten in den mergkoker van *Ricinus communis*, a mergcellen, b spiraalvat met wijde, c met naauwe windingen.

Fig. 27. Netvat uit den stengel van *Tradescantia crassicaulis*.

Fig. 28. Ringcellenweefsel in de nabijheid der vaatbundels van *Opuntia microdasys*; A op de overlangsche, B op de overdwarse doorsnede.

Fig. 29. Gedeelte van twee aan elkander grenzende gestippelde vaten van *Clematis Vitalba*, met den loodregt doorgesneden tusschenwand, waarin de doorgesneden hofstippels zichtbaar zijn.

Fig. 30. Overlangsche doorsnede van linden hout (*Tilia parvifolia*).

Fig. 31. Spiraalvat uit het houtligchaam van *Mammillaria pusilla*, met breede bandvormige spiraal.

Fig. 32. Overlangsche doorsnede van een gedeelte van eenen vaatbundel uit de rachis van *Angyopteris Theysmanniana*.

Fig. 33. Gedeelte van een der gestreepte vaten sterker vergroot, om het maaksel der spleetvormige hofstippels te tonen.

Fig. 34. Overlangsche doorsnede van het schorsparenchym van *Euphorbia splendens*, met een zich vertakkend melksapvat.

Fig. 35. Spiraalvezelcellen uit een anthera van *Tulipa Gessneri*. A eene cel nabij de oppervlakte, B eene uit het meer binnenwaarts gelegen gedeelte.

Fig. 36 A. Opperhuidscellen en huidmondje van *Orontium japonicum*.

B. Loodregte doorsnede van dezelfde opperhuid, met een huidmondje en daaronder geplaatste ademholte, omgeven door de parenchymcellen van het blad.

PLAAT II.

Fig. 1. *Protococcus palustris* Kütz.

Fig. 2. *Mougeotia genuflexa* Ag.; twee cellen in copulatie.

Fig. 3. Gistplantjes (*Cryptococcus Fermentum* Kütz.); A, zoo als zij in gewone gist voorkomen; B, de gistplantjes, na tot cellenreeksen te zijn uitgegroeid; C, dezelfde in een nog later tijdperk, aanvangende (bij *b*) zich te vertakken.

Fig. 4. *Closterium striolatum* Ehr.

Fig. 5. *Chthonoblastus elongatus* Hg., zeer nabijkomend aan *Chthonoblastus anguiformis* Kütz. (*Tab. Phyc. Tab. 57*), doch de cellen hebben eene merkelyk grootere lengte.

Fig. 6. *Pediastrum Selenaea* Kütz.

Fig. 7. *Euastrum semiradiatum* Kütz.

Fig. 8. *Chthonoblastus repens* Kütz.

Fig. 9. Topcellen van *Spirogyra crassa* Kütz., *a* kern door sapstroompjes bevestigd; *b* jeugdig tusschenschot, *c* oudere dwarswand.

Fig. 10. Eenige cellen van *Spirogyra crassa* in copulatie.

Fig. 11. *Chlosterium Lunula* Ehr., A volwassen individu; B jeugdig voorwerp, dat zich in tweeën verdeeld heeft.

Fig. 12. Kiemcellen van *Cladophora glomerata*.

Fig. 13. Kiemcellen van *Chaetophora elegans*.

- Fig. 14. Kiemcel van *Oedogonium vesicatum* naar Thuret.
- Fig. 15. Groote kiemcel van *Vaucheria clavata*.
- Fig. 16. *Navicula formosa* (*Pleurosigma formosum* Smith), A bij eene vergrooting van 300 maal, B een klein gedeelte uit het midden bij eene 1000 malige vergrooting.
- Fig. 17. *Actinocyclus Aquila* Ehr.
- Fig. 18. *Melosira sulcata* Kütz. (*Gaillonella sulcata* Ehr.); A van boven, B eenige zamengevoegde individu's van terzijde gezien.
- Fig. 19. *Triceratium areolatum* Hg.
- De drie laatste figuren naar fossile voorwerpen uit den Amsterdamschen bodem.
- Fig. 20. *Synedra Oxyrhynchus* Kütz.
- Fig. 21. *Cymbella gastroides* Kütz.
- Fig. 22. *Navicula gracilis* Ehr.; A van boven, B van terzijde gezien.
- Fig. 23. *Fragilaria angusta* Ehr.; A van boven, B eenige vereenigde individu's van terzijde gezien.
- Fig. 24. *Gomphonema abbreviatum* Ag.
- Fig. 25. *Verticillium lateritium* Hg.
- Fig. 26. *Ascophora Mucedo*, mycelium met jeugdige vrucht-draden.
- Fig. 27. Sporangien van *Ascophora Mucedo* in de opvolgende ontwikkelingstoestanden.
- Fig. 28. Kiemende sporidien van *Ascophora Mucedo*, sterker vergroot.
- Fsg. 29. *Ulva latissima* Kütz., met cellen in verschillende verdeelingstoestanden.
- Fig. 30. *Vibrio lineola* Ehr., in bedorven melk en andere proteïnehoudende vochten.
- Fig. 31. *Euglena viridis* Ehr.
- Fig. 32. *Euglena Pyrum* Ehr.
- Fig. 33. *Vorticella nebulifera* Müll., A in den uitgestreken toesfand, B in den samengetrokken toestand, C een individu, waaraan zich het trilvlies (*t*) gevormd heeft, D vrij geworden individu, *t* trilvlies.
- Fig. 34. *Oxytricha Pellionella* Ehr., A van boven, B van terzijde, *a* zamentrekbare ruimte.
- Fig. 35. *Monas hyalina* Ehr.

Fig. 36. *Bursaria vorax* Ehr., *aa* zamentrekbare ruimten, *b* mond, *c* anus

Fig. 37. *Amoeba Princeps* Ehr., jong individu.

Fig. 38. *Oxytricha*, welke zich verdeelt.

Fig. 39. *Actinophrys Sol* Ehr., A enkelvoudig, B dubbel individu, *aa* zamentrekbare blazen aan de oppervlakte, *b* kern.

Fig. 40. *Trachelius trichophorus* Ehr., *aa* zamentrekbare ruimten, *b* snuit.

Fig. 41. *Chilodon Cucullulus* Ehr., *a* zamentrekbare ruimte, *b* mondopening.

Fig. 42. *Loxodes Bursaria* Ehr., A enkelvoudig, B dubbel individu.

Fig. 43. *Rotifer citrinus* Ehr. (?), A het geheele dier uitgestrekt, met den uitgebreiden radertoestel *ab*, *c* oogen, *d* voormaag, *e* kaauwtoestel, *f* maag, *g* darm, *h* cloaca, *i* anus, *kl* ovarium, *m* zuignapje aan den voet.

B, bovenste gedeelte van het ligchaam, na intrekking van den radertoestel, die bij *ab* gezien wordt, *n* met stijve haartjes bezet vooreinde van den kop; de overige letters als in A.

C, bovenste gedeelte van terzijde gezien, *o* spoor; de overige letters als bij A en B.

Fig. 44. *Gregarine* uit *Lumbricus tubifex*; A enkelvoudig, B dubbel individu, *a* kern.

Fig. 45. Eene *Anguillula* uit slootwater.

Fig. 46. *Vaginicola cristallina* Ehr.

Fig. 47. *Squamella Bractea* Ehr. (?)

Fig. 48. *Amphileptus Fasciola* Ehr.

Fig. 49. *Euplotes appendiculatus* Ehr., A van boven, B van terzijde gezien.

Fig. 50. Foraminiferen in het krijt. *a Planulina turgida* Ehr., *b Textularia acicularis* Ehr. van boven, *b* dezelfde van terzijde gezien, *d Rotalia perforata* Ehr., *e Rotalia globulosa* Ehr.

PLAAT III.

Fig. 1. Bloedligchaampjes van den mensch. *a*, *b* roode bloedcellen op de platte zijde gezien; *c* dezelfde op den kant

gezien; *d* eenige bloedcellen tot een rolletje vereenigd; *e, f, g* dezelfde, na inwerking eener oplossing van $\frac{1}{200}$ sublimaat in water; *h* een wit bloedligchaampje of lymphcel.

Fig. 2. Bloedcellen uit de lever van een varken; *a* en *b* in den onveranderden toestand; *c, d* en *e* in eene sterke suikeroplossing.

Fig. 3. Bloedligchaampjes van eenen kikvorsch; *a* eene bloedcel in den geheel verschen toestand; *b* dezelfde na eenig tijdsverloop; *c* eene bloedcel op den kant gezien; *d* een wit bloedligchaampje; *e, f, g* de bloedcellen in water; *h* eene bloedcel na bijvoeging van azijnzuur; *i* eene bloedcel in eene oplossing van $\frac{1}{300}$ sublimaat in water; *k, l, n* bloedcellen in eene oplossing van $\frac{1}{4000}$ sublimaat; *o, p, q* bloedcellen in eene sterke suiker- of zoutoplossing.

Fig. 4. *a* Eene bekleedingscel van de binnenvlakte der wang van een' mensch; *b, c, d* speekselcellen.

Fig. 5. Opperhuidscellen van eene menschelijke vrucht van drie maanden.

Fig. 6. Bekleedingscellen der luchtpijp van eene koe; *a* overblijvende kernen na behandeling met azijnzuur.

Fig. 7. Nierbuisjes van een kalf; *A* in den onveranderden toestand; *B* in eene sterke suiker- of zoutoplossing.

Fig. 8. Een grijs hoofdhaar van een mensch; *A* van boven op gezien; *B* dwarse doorsnede; *C* overlangsche doorsnede der bastlaag met zwavelzuur behandeld.

Fig. 9. Haar van *Mustela Erminea*.

Fig. 10. Dwarse doorsnede van een haar van het Moschusdier.

Fig. 11. Dwarse doorsnede der bastlaag van eene pen van een stekelvarken; *a* door potasch in de overlangsche doorsnede geïsoleerde vezelcellen.

Fig. 12. Vezelen der kristallens van een menschelijk oog; *A* die van de oppervlakte; *B* die van de kern.

Fig. 13. Vezelen der kristallens van een' snoek.

Fig. 14. Dwarse doorsnede van den nekband van een kalf.

Fig. 15. Overlangsche doorsnede van denzelfden, aan den rand eenigzins uitgeplozen.

Fig. 16. De vezelen van denzelfden, na drie dagen in eene sterke potaschoplossing te hebben gelegen, en daarna overbragt in water onder toevloeiing van zoutzuur.

Fig. 17. Bindweefsel en vetcellen tusschen de borstspieren van een kalf; *aa* vetcellen met margarinekristallen.

Fig. 18. Een gedeelte van hetzelfde bindweefsel, na behandeling met azijnzuur.

Fig. 19. Peritoneum van een' kikvorsch; *a* epithelium, *b* pigmentcel, *ccc* openingen.

Fig. 20 A. Pigmentcellen der *chorioidea* uit het oog van eene koe; B pigmentmoleculen.

Fig. 21. Peritoneum van een' watersalamander.

Fig. 22. Dwarse doorsnede der pees van eene der spieren aan de hiel van een kalf, *aaa* bindweefselscheeden der secundaire bundels; *b* streepen door het mes veroorzaakt.

Fig. 23. Een gedeelte van hetzelfde sterker vergroot; *a* zich vertakkende veerkrachtige vezelen.

Fig. 24. Overlangsche doorsnede derzelfde pees.

Fig. 25. Primitiefbundels van den *musculus psoas* eener koe; van *a* tot *b* is het sarcolemma afgezonderd.

Fig. 26. Een klein gedeelte van zulk eenen primitiefbundel sterk vergroot.

Fig. 27. Afgezonderde primitiefvezelen uit dezelfde spier.

Fig. 28. Een gedeelte van eenen primitiefbundel derzelfde spier, na eenige uren in zoutzuur te hebben gelegen; *a* afgezonderde kleinste deeltjes der primitiefvezelen.

Fig. 29. Een primitiefbundel behandeld met azijnzuur; *aaa* tegen de binnenzijde van het sarcolemma aanliggende kernen; *b* naar buiten tredende inhoud.

Fig. 30. Dwarse doorsnede derzelfde spier bij geringere vergroting; *aaa* bindweefselscheeden der secundaire en tertiaire bundels.

Fig. 31. Dwarse doorsnede van eenen primitiefbundel uit den *musculus gastrocnemius* van een konijn, waarvan de bloedvaten zijn opgespoten, bij sterke vergroting; *aa* enzv. doorsneden van de haarvaten op de hoekpunten van de elkander begrenzende primitiefbundels

Fig. 32. Dwarse doorsnede van de borstspieren van *Musca vomitoria*.

Fig. 33 A. Overlangsche doorsnede van dezelfde; *aa* plaatsen waar de luchtvaten naar binnen dringen; B afgezonderde primitiefvezelen.

Fig. 34. Levercellen van een varken; A in water; B in suikerwater, onder bijvoeging van azijnzuur.

Fig. 35. Primitiefvezelen der borstspieren van *Oestrus equi*, na behandeling met eene oplossing van sublimaat in slappen alcohol.

Fig. 36. Dwarse doorsnede van eenige primitiefbundels der borstspieren van *Aeshna grandis*.

Fig. 37. Primitiefbundel overgaande in eene pees van eene spier uit den vleugel van eene vledermuis, nabij een der *ossa metatarsi*.

Fig. 38. Vezelcellen uit de spierhuid der maag van een varken.

Fig. 39. Gedeelte eener doorsnede van het oorkraakbeen eener koe, nabij de spits.

Fig. 40. Gedeelte eener doorsnede van hetzelfde kraakbeen uit het middengedeelte.

Fig. 41. Gedeelte eener doorsnede van eenen kraakbeenigen ring in de luchtpijp van eene koe.

Fig. 42. Klein gedeelte eener dwarse doorsnede van het dijbeen van eene koe, met een der doorgesneden mergkanalen.

Fig. 43. Overlangsche doorsnede van hetzelfde, bij geringere vergrooting.

Fig. 44. Gedeelte eener dwarse doorsnede van het met zoutzuur uitgetrokken hielbeen van een kalf.

Fig. 45. Gedeelte eener overlangsche doorsnede der kroon van eene kies van een' mensch; *a* grens tusschen het tandbeen en de emallaag, *b* streepen in het email, *c* interglobulaire ruimten met lucht gevuld; *d* bolvormige opeenhooping van tandbeenstof, na verwijdering der lucht uit de tuschenruimten.

Fig. 46 A. Vezelen van het email sterker vergroot; B dezelfde op de dwarse doorsnede.

Fig. 47 A. Gedeelte eener doorsnede van den wortel derzelfde kies; *a* plaats waar de tandbeenkanaaltjes eindigen en de cementlaag aanvangt; *b b* beencellen in de cementlaag; B afzonderlijk gedeelte van den binnenwand, waarin de openingen der tandbeenkanaaltjes gezien worden.

Fig. 48. Zenuwbuizen uit de witte zelfstandigheid van het ruggemerg van een kalf; *a* weinig veranderd, bij *c* is de centrale vezel afzonderlijk zichtbaar; *b* met varikeuze aanzwellin-

gen, bij *d* naar buiten getreden inhoud; *c* met varikeus uitgezette scheede en inhoud, waarbij de centrale vezel in het midden zichtbaar is geworden.

Fig. 49. Zenuwbuisjes uit de grijze zelfstandigheid van hetzelfde.

Fig. 50. Stersgewijs vertakte zenuwcel uit de grijze zelfstandigheid van hetzelfde ruggemerg.

Fig. 51. Zenuwcellen uit het *ganglion Gasseri* van een snoek; A eene cel zonder buisvormig verlengsel; B eene cel, waarvan het hulsel een enkel verlengsel heeft; C eene cel, waarvan het hulsel zich aan weerszijden in dat van eene zenuwbuis voortzet.

Fig. 52. Zenuwbuizen uit den *nervus cruralis* van eenen kikvorsch; *a* in den onveranderden toestand; *b* met samengetrokken en gedeeltelijk uitgevloeiden inhoud, waarbij het buitenste hulsel en ook hier en daar de centrale vezel is zichtbaar geworden; *c* afgescheurd uiteinde van een zenuwbuisje, na eenig verblijf in slapen alcohol, waaraan de centrale vezel afzonderlijk zichtbaar is.

Fig. 53. *Spermatozoön* van eenen watersalamander.



VERBETERINGEN.

- Bl. 21, Noot, staat: *Peperomia obtusifolia*, lees: *Peperomia incana*.
» 25, « » *Peperomia incana*, lees: *Peperomia obtusifolia*.
» 26, regel 10 van boven, staat: *het grootst*, lees: *het geringst*.
» 162, » 6 van onderen, staat: *grond*, lees: *graad*.
-

