

LEVENSSCHETSEN VAN EENCELLIGE DIEREN.

III. 1)

Hyalodiscus rubicundus.

E meeste lezers van *De Levende Natuur* kennen wel de slijmige helder- of donkergroene massa's, die vooral in het voorjaar in het water onzer slooten en plassen opduiken en dat dikwijls over een geheele uitgestrektheid een groene kleur geven. Bezieet men een klein gedeelte van zoo'n massa onder het mikroskoop bij voldoende vergrooting, dan ontdekt men, dat ze gevormd wordt door dunne groene draden, die uit achter elkaar gelegen cellen bestaan. Meer of minder gemakkelijk herkent men in elk dezer laatste de wezenlijke bestanddeelen eener plantencel, n.l. het protoplasma, den celwand en de kern. Bovendien treft men er een of meer groen gekleurde lichamen van verschillenden vorm in aan, waaraan men den naam *chromatophoren* (kleurstofdragers) geeft en die op dezelfde wijze als de overeenkomstige deelen der „hoogere“ planten, de bladgroenkorrels, de levende cel in staat stellen, uit haar omgeving anorganische verbindingen, koolzuur, water en zouten op te nemen, en deze tot organische verbindingen (suikers, zetmeel, vetten, eiwitstoffen) te assimileren. Onze groene draden zijn dus planten, en om kenmerken van hun bouw en vooral van hun vermenigvuldiging, rekent men ze tot de groote groep van „lagere“ planten, die men met den naam *wieren* of *algen* aanduidt, en die op hun beurt een afdeeling van de grootere groep der *Cryptogamen* of sporeplanten vormen.

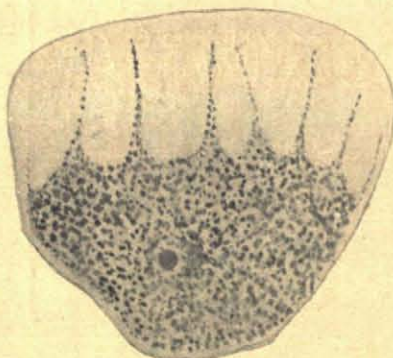


Fig. 2. Uitloopers van het korrelig protoplasma in den hyaliene zoom.

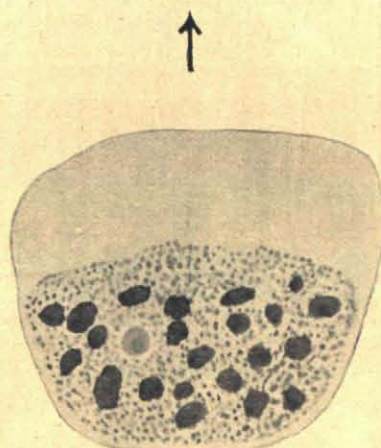


Fig. 1. *Hyalodiscus rubicundus*. Hyalien en korrelig protoplasma; kern zichtbaar; groote stukken halfverteerd voedsel. De pijl geeft de bewegingsrichting aan.

In deze wierenmassa's leeft het eencellig dier, dat we thans in zijn merk waardige levensuitingen willen nagaan, en dat den naam *Hyalodiscus rubicundus*, de donkerroode glasschijf, draagt ²⁾. In fig. 1 is het afgebeeld in een van

¹⁾ Zie *De Levende Natuur*, jaarg. 16, bldz. 273, jaarg. 17, bldz. 83.

²⁾ Ook in het bodemslijk heb ik het herhaaldelijk aangetroffen, maar dan toch steeds daar, waar zich in hogere waterlagen of in de onmiddellijke nabijheid algen bevonden.

zijn meer gewone vormen. Een skelet ontbreekt; het protoplasma bezit geenerlei omhulling. Men onderscheidt in het protoplasma duidelijk twee scherp van elkaar gescheiden gedeelten. Het eene deel, dat bij de beweging vooraan gaat, is hyalien, doorschijnend en volkomen kleurloos; alleen bij sterke vergrotingen kan men er een uiterst fijne korreling in ontdekken. Het tweede, achterste deel, is ondoorschijnend, opgevuld

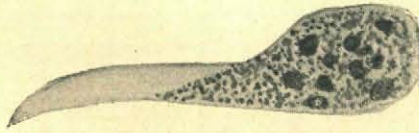


Fig. 3. Een exemplaar van terzijde gezien.

met talrijke grootere en kleinere korrels en meestal fraai rood gekleurd; dikwijls stralen daarvan fijn-toegespitste uitloopers in den voorsten randzoom uit (fig. 2). De beide deelen kan men resp. als ecto- en endoplasma beschouwen, hoewel hier het eerste het laatste naar het schijnt niet alzijdig omgeeft.

De tint van het endoplasma wisselt sterk af; nu eens is zij helder geel, dan weer donker robijnrood; verder gaat zij door vuilbruin en bruinachtig groen in een bijna zuiver groen over. De beteekenis dezer kleurwisseling zal ons later duidelijk worden.

Is de opeenhooping der korrels niet al te dicht, dan blijkt ons, dat alleen de grootere de kleur veroorzaken.

De grootte van het lichaam is veranderlijk; de dwarse, grootste middellijn bedraagt van 35—70 μ , de kleinere, overlangsche wisselt tusschen 20 en 50 μ af. Van terzijde gezien, vertoont het dier zich als in fig. 3. Daaruit blijkt, dat het lichaam eenigszins wigvormig is; het dunnere ectoplasma gaat ongeveer in het midden in het dikkere endoplasma over.

Kleine vacuolen zijn af en toe, hoewel niet gemakkelijk, in het protoplasma te vinden (fig. 4); evenmin als vroegere waarnemers kon ik daaronder contractiele vacuolen opmerken. Deze schijnen dus te ontbreken.

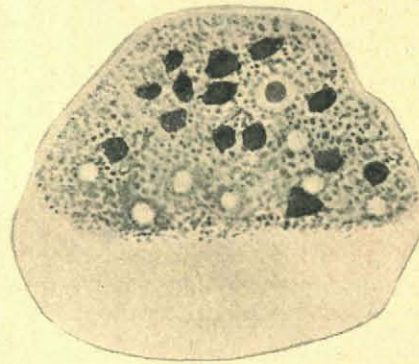


Fig. 4. Een exemplaar met kern, vacuolen en voedselbrokken.

Een kern is in het endoplasma gewoonlijk vrij gemakkelijk te onderscheiden (fig. 1); soms wordt zij om de dicht opeengehoopte korrels tijdelijk aan de waarneming onttrokken. Ook andere waarnemers, HERTWIG & LESSER, SCHULZE, PENARD, vermelden haar; een ander, KLEIN, ontkent ten onrechte haar bestaan. Enkele malen komen twee kernen voor (fig. 5); PENARD heeft er zelfs eens drie waargenomen. Het grooter dan normale aantal schijnt met de later te bespreken vermenigvuldiging in verband te staan.

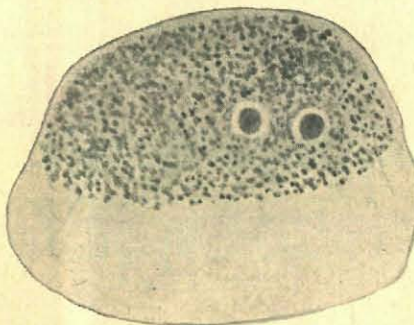


Fig. 5. Een exemplaar met twee kernen.

Pseudopodiën bemerkt men zelden. Soms

vertoont het dier zich als in fig. 6 is afgebeeld; dezen vorm neemt het wel aan, wanneer het geruimen tijd zich niet beweegt.

De voortbeweging is meestal snel. Met den hyalinen ectoplasmazoom vooruit glijdt het dier door het water voort. Daarbij ziet men telkens in het ectoplasma eigenaardige golven en plooiën optreden (fig. 7), die een oogenblik later weer verdwijnen, terwijl ook het endoplasma heftige, inwendige stroomingen vertoont, waardoor de ingesloten korrels hun onderlinge ligging voortdurend wijzigen. Soms, vooral wanneer de bewegingen niet al te snel en ongeordend zijn, bemerkt men protoplasmastroomingen, die het

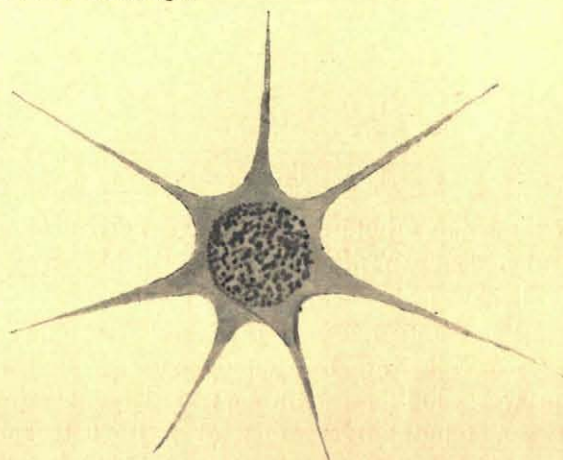


Fig. 6. Een exemplaar in rust. Stervorm.

beste met de beweging van passaat en antipassaat te vergelijken zijn; terwijl n.l. in de hogere lichaamslagen het protoplasma van achter naar voren stroomt, is in de onderste de stroominrichting juist tegengesteld, waardoor een eigenaardig rollende beweging ontstaat. De roode kleur, de typische, actieve wijze van voortbeweging en het ontbreken van pseudopodiën, zijn de gemakkelijkste herkenningsteekenen van *Hyalodiscus rubicundus*.

Na dit overzicht over de morphologie willen we thans den aard en de opname van het voedsel nagaan. In dit opzicht gedragen zich *Hyalodiscus* en enkele nauwverwante soorten geheel verschillend van het meerendeel der Eencelligen. In den regel toch zijn eencellige dieren bij hun maaltijden allesbehalve kieskeurig; allerlei plantaardig en dierlijk materiaal wordt bemachtigd en verteerd. *Hyalodiscus* levert ons echter een voorbeeld van een uiterst eenzijdige aanpassing aan een bepaalde voedselsoort. Volgens alle daaromtrent gedane waarnemingen, voor zoover ze ontwijfelbaar op deze soort betrekking hebben, voedt *Hyalodiscus rubicundus* zich uitsluitend met den levenden celinhoud (protoplasma, kern en chromatophoren) van draadwieren en wel van verschillende soorten van het geslacht *Oedogonium*.

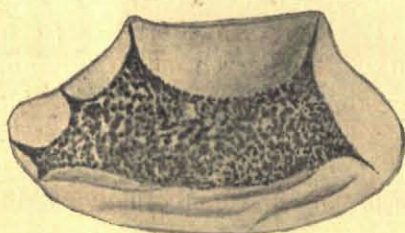


Fig. 7. *Hyalodiscus* in snelle beweging. Onregelmatige vorm.

De mededeelingen daaromtrent van vroegere waarnemers loopen nog al uiteen. HERTWIG & LESSER (1874), de ontdekkers van *Hyalodiscus*, vermelden geen positieve gegevens, meenen echter dat het voedsel in het protoplasma ingedrukt wordt, wanneer het dier er over heen glijdt; de gekleurde korrels in het endoplasma zijn volgens hen meer of minder geassimileerde

plantaardige stoffen. SCHULZE (1875), die het dier onder den naam *Plakopus ruber* beschrijft, merkt eveneens het voorkomen van groene, chlorophyllachtige

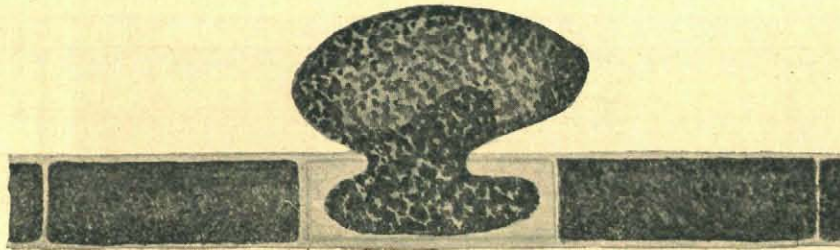


Fig. 8. Hyalodiscus bezig voedsel op te nemen. Een cel van Oedogonium-draad wordt leeggeplunderd.

lichamen naast de gewone roode op, laat zich over de herkomst er van echter niet nader uit.

PENARD (1902) zegt wel, dat

het dier kruipt „sur les filaments d'algues (*spirogyra* etc.), où on le rencontre souvent“, maar heeft merkwaardig genoeg van de voedselopname niets bemerkt. WEST (1901) deelt omtrent de door hem waargenomen exemplaren mede, dat zij zich met kleine, eencellige groenwieren (Desmidiaceeën) voeden; het is echter zoo goed als zeker, dat deze dieren geen individuen van *Hyalodiscus* waren, maar wel van een verwanten vorm, waarschijnlijk een *Vampyrella*-soort.

Uitvoerige gegevens vindt men echter bij KLEIN (1882). Volgens hem leeft

Hyalodiscus, die hij onder den naam *Vampyrella pedata*



Fig. 9. Door Hyalodiscus geledigde Oedogonium-cellen. Openingen zichtbaar.

beschrijft, uitsluitend van den celinhoud van *Oedogonium*-soorten. Het opent aan den zijkant den wand eener cel, waarna de inhoud hetzij geheel (bij kleinere cellen), hetzij gedeeltelijk opgenomen wordt; bij kleinere cellen wordt de inhoud van eenige achter elkaar bemachtigd. De oorspronkelijk roode kleur wordt door de groene der *Oedogonium*-chromatophoren overdekt; na één tot drie dagen is echter al het groen in rood overgegaan.

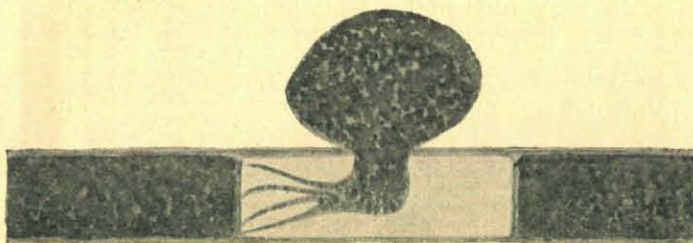


Fig. 10. De zijwand eener cel wordt »betast« met vingervormige protoplasma-uitstekels.

Mijn eigen waarnemingen nu aan een uit ongeveer tweehonderd individuen bestaand materiaal zijn met deze mededeelingen van KLEIN in volkomen overeenstemming. In het water,

waarin ik mijn exemplaren vond, waren behalve verschillende *Oedogonium*-soorten ook andere wieren (*Spirogyra*, Desmidiaceeën en Diatomeeën) ruimschoots aan-

wezig; nooit echter zag ik andere cellen dan die van *Oedogonium* aangevallen en leeggeplunderd worden. Bracht ik de dieren in water, waarin *Oedogonium*

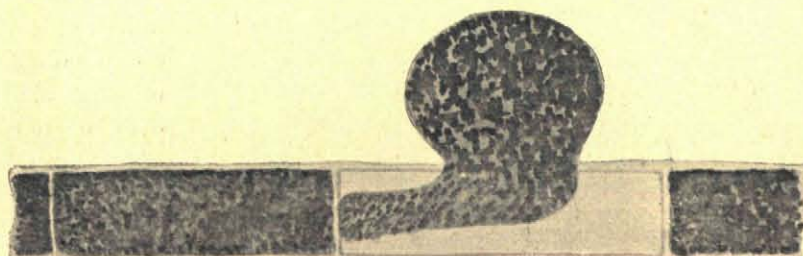


Fig. 11. De vingers zijn verdwenen; een stomp protoplasma-uitsteeksel ligt tegen den zijwand aan; nadat daarin een opening gemaakt is, zal de naburige cel door deze opening heen leeggehaald worden.

ontbrak, maar de andere algen aanwezig waren, dan werden deze toch volkomen onaangeroerd gelaten, terwijl de dieren ten slotte stierven onder verschijnselen, die duidelijk op uitputting wezen.

Op een zeer eigenaardige wijze wordt het voedsel opgenomen. Het dier legt zich terzijde tegen den wand eener algencel aan en opent dan, vermoedelijk met behulp van een cellulosesplitsend enzym ¹⁾, den wand. Terwijl dit gebeurt, bemerkt men geen veranderingen in het dier. Dan ziet men plotseling den celinhoud, waarvan de groene chromatophoor het meest opvalt, door de gemaakte opening naar buiten storten en in het *Hyalodiscus*protoplasma overgaan (fig. 8). Volgens KLEIN breekt daarbij de chromatophoor dikwijls af, zoodat slechts een deel er van opgenomen wordt. Nadat de cel geledigd is, verwijderd het dier zich, terwijl de in den celwand gemaakte opening duidelijk zichtbaar blijft (fig. 9). Door het voorkomen van algencellen met dergelijke zijdelingsche openingen wordt men dikwijls op de aanwezigheid van *Hyalodiscus* in het materiaal opmerkzaam gemaakt, vóór men de dieren zelf gezien heeft.

Het geheele proces, dat zich meestal in den tijd van een paar minuten afspeelt, verloopt gewoonlijk vrij eenvormig; enkele malen treedt echter een eigenaardige wijziging er van op, die, naar het schijnt, door geen der vroegere waarnemers is opgemerkt. Dan verwijderd zich het dier na plundering eener cel niet, maar steekt door het gat in den wand een dik, stomp, kleurloos protoplasma-uitsteeksel naar binnen. Aan het vrije uiteinde daarvan verschijnen fijne, vingervormige pseudopodiën (Fig. 10), die den binnenwand der cel aftasten en eindelijk den zijwand bereiken, waardoor de pas ge-

¹⁾ Wanneer deze onderstelling juist is, dan kan de strenge voedselkeuze wellicht verklaard worden, door aan te nemen, dat alleen de cellulose der *Oedogonium*-wanden op het *Hyalodiscus*-enzym reageert. Deze hypothese is volkomen in overeenstemming met de tegenwoordig gangbare meening, dat »die Pflanze selbst in Stoffe, die überall die gleiche Funktion zu erfüllen scheinen, eine besondere Struktur hineinlegt« (ABDERHALDEN).

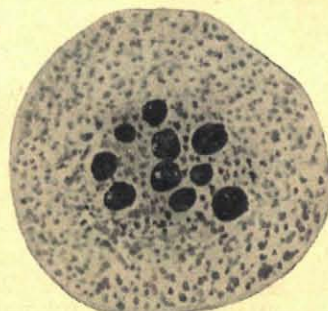


Fig. 12. Vrije cyste van *Hyalodiscus* met voedselresten.

ledigde cel van een der naburige afgescheiden wordt. Een grootere hoeveelheid protoplasma vloeit nu naar binnen, de vingervormige pseudopodiën verdwijnen en ten slotte ligt een dikke protoplasma-uitlooper met een stompen top tegen den zijwand aan (Fig. 11). Nu treedt weer een rustpoos in, na afloop waarvan de zijwand der cel zich opent, en de inhoud der aangrenzende cel door den protoplasma-uitlooper in het *Hyalodiscus*-lichaam overvloeit; tegelijk wordt ook

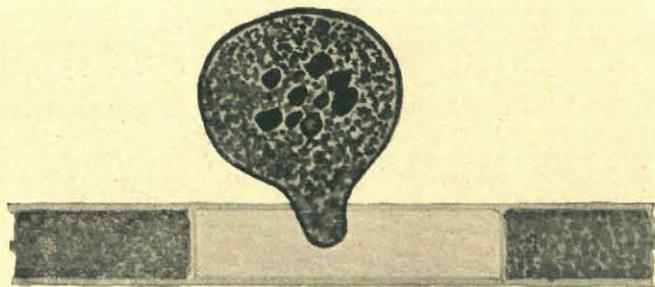


Fig. 13. Gesteelde cyste van *Hyalodiscus* aan een Oedogoniumdraad boven een pas leeggehaalde cel. Voedselresten zichtbaar.

de uitlooper zelf ingetrokken. Soms verwijderd het dier zich dan, of wel er ontstaat een nieuwe uitlooper, die de aan de andere zijde gelegen cel van haren inhoud berooft. Enkele malen zag ik de chromatophoor eener zijdelings gelegen cel afbreken en zich ineenrollen tot een klomp, te groot om door de opening heen te gaan; dan bleef een deel van den inhoud in de cel achter.

Deze, slechts bij zeer enkele eencellige dieren voorkomende, op de spits gedreven voedselselectie heeft reeds vroeg de opmerkzaamheid getrokken. CIENKOWSKI (1865) beschrijft het proces bij een aan *Hyalodiscus* verwanten vorm en eindigt zijn mededeelingen met de woorden: „Das Verhalten dieser Monaden bei Aufsuchen und Aufnahme der Nahrung ist so merkwürdig, dass man Handlungen bewusster Wesen vor sich zu sehen glaubt.“ BUNGE maakt van deze waarnemingen in het eerste hoofdstuk van zijn beroemd Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie gebruik ter verdediging zijner meening, dat, waar deze voedselkeus voorkomt bij „den einfachsten Zellen, den formlosen, structurlosen Protoplasmatropfen“, dat evengoed het geval kan zijn bij de epitheliumcellen van ons darmkanaal, waaruit hij ten slotte de conclusie trekt, dat aan een chemische verklaring dezer verschijnselen niet te denken valt, en

dat het totnogtoe niet gelukt is, ook maar een enkel levensproces tot physische en chemische wetten terug te brengen.

Intusschen is sedert gebleken, in de eerste plaats dat de *stoffen*, waaruit het lichaam van plant en dier bestaat, zich wel ten deele door hunne groote

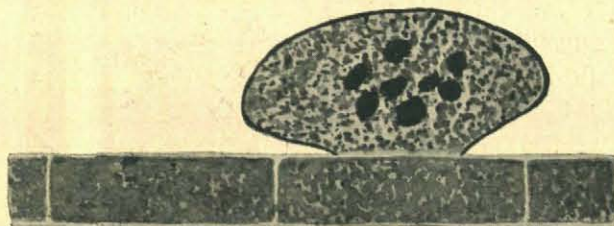


Fig. 14. Zittende cyste aan een Oedogoniumdraad met voedselresten.

gecompliceerdheid onderscheiden van die, welke wij in de levenloze natuurvoorwerpen aantreffen, maar dat niettemin vele daarvan, en daaronder niet de

minst samengestelde, zich kunstmatig uit hun enkelvoudige bestanddeelen laten opbouwen, iets wat men vroeger niet alleen niet vermocht, maar ook dogmatisch

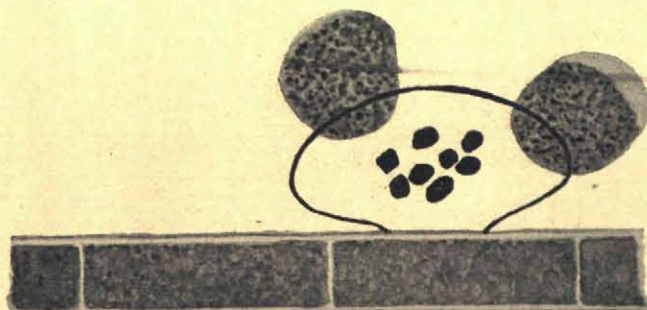


Fig. 15. Een zittende cyste, die door twee jonge individuen verlaten wordt; de voedselresten blijven in de leege cyste achter.

beweerde, nooit te zullen vermogen. Ten tweede heeft men *processen* (voedselopname, uitscheiding, groei), die men vroeger meende, het uitsluitend eigendom der levende wezens te zijn, aan levenloze voorwerpen meer of minder volkomen kunnen nabootsen. Toch zal een bezadigd waarnemer zich wachten, aan deze proeven een te groote beteekenis te hechten. „Alle diese künstlichen Nachahmungen von Lebensäusserungen sind nichts weiter als Analogien zu einzelnen Teilprozessen des gesamten Lebensvorganges. Aber selbst wenn wir einzelne dieser Teilprozesse für sich isolirt mit leblosem Material vollkommen nachahmen könnten, so wären wir doch weit davon entfernt, damit lebendige oder auch nur halblebendige Körper hergestellt zu haben. Das Charakteristikum des Lebens liegt ja nicht darin, dass der lebendige Körper den einen oder den anderen einzelnen Lebensprozess zeigt, sondern das wesentliche Moment liegt eben immer und nur in der spezifischen Kombination aller einzelnen Vorgänge. Das eigenartige Spiel von Stoff- oder Energie- oder Formveränderungen in seiner Gesamtheit, das ist das charakteristische Wesen des Lebens“ (VERWORN).

En deze geheimzinnige combinatie vertoont ons een eencellig dier op minstens even hoogen trap als een meercellig. Meer en meer begint men in te zien, dat de bekende tegenstelling van „lagere“ en „hoogere“ dieren geheel ongerechtvaardigd is; het „eenvoudig protoplasmaklompje“, zooals de populaire literatuur het eencellige dier noemt, is van een zoo onbegrijpelijke samengesteldheid en zoo ingewikkeld in zijn verrichtingen, dat wij allen grond missen, het als het ideaal van primitieve organisatie te beschouwen. Wel mogen we aannemen, dat het volgens een geheel ander principe gebouwd is dan het meercellige dier. Niet ten onrechte dus schreven de vereerders van EHRENBURG, een dergenen, die den grondslag legden voor onze kennis der „lagere“ dieren, maar die met overtuiging het denkbeeld verdedigde, dat deze even volkomen ingericht zijn als de „hoogere“, op den

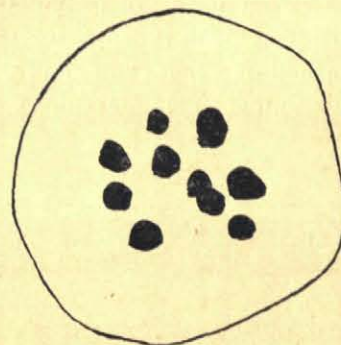


Fig. 16. Een leege vrije cyste met voedselresten.

gedenksteen in den gevel van zijn geboortehuis te Delitzsch: „Der Welten kleinste ist auch wunderbar und gross, und aus dem Kleinen bauen sich die Welten.“

Ondertusschen heeft onze *Hyalodiscus* van den inhoud van nog eenige *Oedogonium*cellen zich meester gemaakt, de groene kleur der chromatophoren is door bruingroen en vuilbruin in rood overgegaan, en nu gaat het zich encysteeren. Hetzij vrij in het water liggend, hetzij kortgesteeld of zittend aan een algendraad bevestigd, omgeeft het zich met een dunne membraan, die zooals chemische reacties gemakkelijk aantonen, uit cellulose bestaat (fig. 12—14).

Dikwijls ontstaat de cyste, waarvan de vorm vrij sterk varieert, boven de opening der cel, waarvan de inhoud zoo pas opgenomen is. Het protoplasma-lichaam vult de ruimte der cyste geheel op; in dezen toestand, die gewoonlijk een of twee dagen, soms echter ook langer duurt, is de kleur steeds fraai rood. Geleidelijk vormen zich nu in het centrum der cyste een aantal (1—9) groote, onregelmatig gevormde, donkerroode, bijna zwarte korrels, die, naar men aanneemt, onverteerde voedselresten zijn. Eindelijk verlaat het dier zijn omhulling weer, of ongedeeld, of nadat een tweedeeling is voorafgegaan; in het laatste geval verlaten de beide heften („jonge“ dieren) de cyste door verschillende openingen (fig. 15). De voedselresten blijven in de cyste achter (fig. 16); de uitgekropen individuen vertoonen zeer spoedig de typische *Hyalodiscus*gedaante.

Hiermee is tegelijk vermeld, alles wat van de vermenigvuldiging van *Hyalodiscus rubicundus* bekend is. Celdeeling zonder voorafgaande encysteering, zooals die bij de meeste Eencelligen regel is, komt wellicht voor, maar is nog niet waargenomen. Vermoedelijk gaat aan de eigenlijke celdeeling ook hier de kerndeeling vooraf, hoogstwaarschijnlijk reeds vóór de encysteering, nog in het actieve bewegingsstadium.

KLEIN beweert door sommige waarnemingen tot de onderstelling geleid te worden, dat de individuen van *Hyalodiscus* een z.g. conjugatie vertoonen, d.w.z. dat ze twee aan twee met elkaar versmelten; evenmin als anderen heeft hij dat echter gezien. Ook ik heb daarvan nooit iets bemerkt, hoewel ik herhaaldelijk twee individuen met elkaar in aanraking komen zag, toen ik opzettelijk, om de kans op een eventueele conjugatie te vergrooten, niet minder dan 40 tot 50 exemplaren in een beperkte ruimte bij elkander gebracht had.

Deventer.

H. R. HOOGENRAAD.