

1 MAART 1919.

AFLEVERING 11.



NADruk VERBODEN.

Opgericht door E. HEIMANS, J. JASPERS Jr. en JAC. P. THIJSSE.

REDACTIE

J. HEIMANS, AMSTERDAM.

JAC. P. THIJSSE, BLOEMENDAAL.

ADRES DER REDACTIE:

JAC. P. THIJSSE, BLOEMENDAAL.

UITGAVE VAN:

W. VERSLUYS TE AMSTERDAM.

ADMINISTRATIE:

2e OOSTERPARKSTRAAT 223, AMSTERDAM

Prijs per jaar f 5.75.

DE ZEEVONK

(*Noctiluca miliaris* Sur.)



EN geheelen dag heeft de brandende Juli-zon op het strand gesche-
nen, en tegen het vallen van den avond is het lichte briesje uit
het Oosten gaan liggen. De zon baant een weg van oranje spiege-
lingen over de kleine golfjes, die, door den avondhemel verderop
roze en zachtgroen getint, talmend komen aankabbelen langs de
piertjes, en de op en neer zuchtende wieren aan de donkere bazaltblokken telkens
overgieten met hun lauwen tranenvloed.

Als de zon onder is, en boven de duinen de hemel met een violetten weerschijn
overtogen wordt, komt een kalme koelte over het strand strijken en doet ons de
hitte van den dag in het heete zand vergeten. Te genieten van een mooi zeetje
op een stillen zomeravond, en niets meer te hooren dan het stille ruischen van
de golven, is het heerlijkste dat ik ken. De visscherspinken ontsteken haar roode
lichtjes, die zachtjes heen en weer glijden, en de vuurtoren zwaait zijn lichtarm
ver langs de lucht tot aan den horizon.

Daar breekt een vlaag van groenachtigen schijn plotseling het donker van het

water, en ineens is alles met fijne tinteling bedekt. Als het water tegen de steenen spat, worden deze met kleine lichtende puntjes besprenkeld, en als een golf zijn evenwicht niet langer bewaren kan en van het midden af naar de beide zijden omvalt, ontstaat overal een helder flikkeren van dat groene licht. Ik sla met mijn stok in een plasje water, dat de eb heeft achtergelaten op het strand, overal spatten lichtende droppels op, en het duurt geruimen tijd, eer de rust hersteld is. Als ge uw hand in het water steekt, en haar daarna terugtrekt, blijven er kleine lichtende puntjes aan hangen, die nu even uitgaan, dan weer opeens hun lichtje laten schijnen. Soms is het, als gaan er vlagen van licht over de zee, die een en al schijnsel is. Ik denk aan Kloos' woorden:

„De zee is als mijn ziel, in wezen en verschijning”

en wilde, dat zulks voor alle menschen-zielen van toepassing ware: wat een licht zou dát geven!

Maar, al „kent de zee zich zelve niet”, is dat voor ons geen beletsel, om haar eens te onderzoeken; mogelijk, dat we ons licht nog aan het hare kunnen opsteken! Met een plankton-netje verzamelen we een fleschje met zeewater, en aanvaarden welgemoed den terugtocht naar huis, met veel verwachting voor alle wonderen, die een microscopisch onderzoek ons morgen brengen zal. Want microscopisch klein zijn ze, die lichtjes, dat hebben we al gezien, toen ze hun kunsten op onze hand vertoonden.

Wat wij nu doen, werd voor meer dan honderd jaren ook reeds gedaan, en reeds toen vond een Franschman, dat het kleine wezentjes waren, kleine bolletjes, die dat lichten der zee veroorzaakten.¹⁾ En dat de hoeveelheid licht, die door die wezentjes wordt voortgebracht, niet te onderschatten is, blijkt wel, als we den inhoud van ons fleschje thuis op een koele plaats een tijdje rustig op een diep bord hebben laten staan, en er dan met een potlood even in roeren: het sterke blauw-groene licht stelt ons zelfs instaat gedurende eenige oogenblikken de courant te lezen, en werpt een zwakken lichtschijn tegen het plafond van de kamer. Overal, waar we het oppervlak van het water met de punt van het potlood aanraken, zien we tal van schitterende puntjes ontstaan, en als een klein garnaaltje of een vloekreef in het water wordt losgelaten, zal de nieuwe bewoner wel denken, dat een schitterende illuminatie en een groot vuurwerk te zijner eere is ontstoken! Laten we morgen maar eens zien, welke

¹⁾. Reeds in 1717 schreef Dartous de Mairan een dissertatie over: »La cause de la lumière des phosphores et des Noctiluques”, maar Winterstein durft niet uitmaken, of Dartous de Mairan met deze „Noctiluques” wel werkelijk onze »nachtlichtjes” bedoeld heeft. Volgens Bütschli wordt *Noctiluca miliaris* het eerst beschreven door Sparshall in 1742, en volgens Quatrefages daarna het eerst in 1764 door Rigaud, aan wien, volgens Ehrenberg, de eigenlijke ontdekking van het diertje, dat ons dezen keer zal bezig houden, moet worden toegeschreven. In 1778 vond de Abbé Dicquemare *Noctiluca* in zeewater bij Le Havre, en Suriray gaf het in 1810 zijn definitieven naam.

wonderlijke schepseltjes ons water bevat, ze zullen ons nog veel meer belangrijke zaken laten waarnemen dan hun vermogen, kleine licht-ontploffingen te doen ontstaan.

Indien we het wezentje, dat in hoofdzaak het bekende lichten der zee veroorzaakt, onder het microscoop bekijken, zien we het volgende.

Door een dun, glashelder en zeer fijn huidje wordt een volkomen doorzichtig bolletje omgeven, dat aan één zijde een scherpe, groefvormige indeuking bezit (fig. 1c). Deze groef begint met een plotselinge inzinking, en loopt dan langs een kwart gedeelte van den bol naar beneden, om dan langzaam in het boloppervlak over te gaan. Het diepste gedeelte van de spleet vormt een opening in het dunne celwandje van dit eencellige wezentje, en vormt zoo den celmond of het „Cytostoom”. Aan het begin hiervan ontspringt een staartvormig orgaan, ongeveer even lang als de middellijn van den bol, dat voortdurend, zich in allerlei bochten wringend, langzaam heen en weer beweegt, en er uit ziet, alsof het uit een aantal kleine ringen is opgebouwd. Men noemt dit orgaan den *tentakel*. (fig. 1t, fig. 2t). Aan de eene zijde van den celmond, een beetje verder dan de plaats, waar de tentakel ontspringt, bevindt zich een

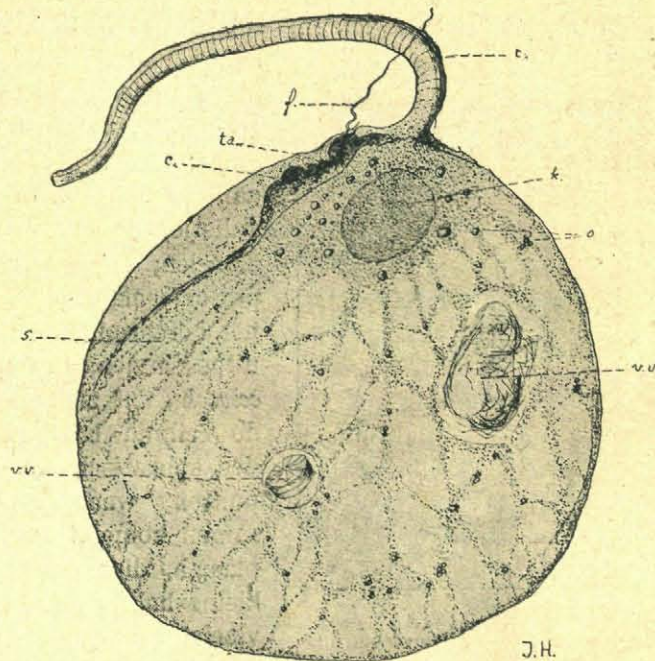


Fig. 1. t = tentakel; f = flagellum; c = cytostoom; s = staaforgaan; vv = voedselvacuolen; in de meest links gelegene een diatomee, in de andere een Copepode; o = oliedruppeltjes; k = kern.

harder, uitstekend gedeelte van den wand, de zgn. *tand* (fig. 1ta, fig. 2ta). Onder dezen tand, die zich een weinig over de groeve heenbuigt, ontspringt een tweede, staartvormig orgaan, veel kleiner en veel beweeglijker dan de tentakel, voortdurend loopen er golven van den oorsprong naar het einde over, zoodat het zich voordoet als een fijn zweepje, waarom het „flagellum” (fig. 1f, fig. 2f) genoemd wordt. Dit *flagellum* is soms zeer fijn, en eerst bij sterke vergrooting (b.v. 600×) duidelijk waar te nemen; soms ook is het ingetrokken. Het dient, om een stroom van water door de spleet te veroorzaken, en daardoor voedseldeeltjes naar den mond te voeren.

Binnen in het bolletje vindt men, vlak onder het begin van de groef, dus

waar tand en tentakel ontspringen, en de mond zich bevindt, een minder doorzichtige verzameling van vetbolletjes en kleine korreltjes, de hoofdmassa van het protoplasma, waarin een eenigszins langwerpig rond orgaan gelegen is, de *celkern* (fig. 1*k*). Deze is in levenden toestand moeilijk van het omringende protoplasma te onderscheiden, daar het huidje, dat, volgens sommige auteurs, de kern omgeeft, zeer dun is. (Volgens anderen is het zelfs geheel afwezig). Van dit centrale protoplasma-klompje stralen nu door het inwendige van den bol zeer fijne draden protoplasma naar den wand uit, en vertakken zich daar, terwijl ze ook onderling vaak samenhangen. Vooral loopt een groot aantal van die plasma-draden naar het achterste gedeelte van de groef, en vormen daar het z.g.n. *staaforgaan* (fig. 1*s*). Het is in het verlengde van de groef gelegen;

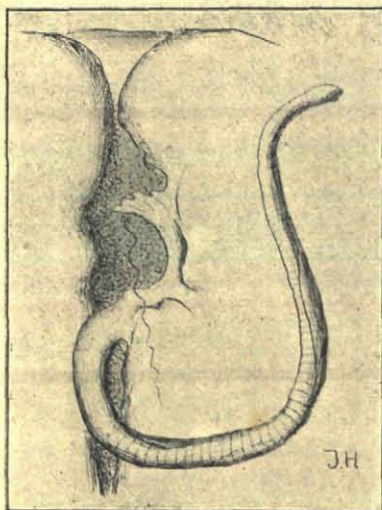


Fig. 2. Cystostoom, van boven gezien. Duidelijk zijn hier het tandvormig uitsteeksel (*ta*), het flagellum (*f*) en den tentakel (*t*) waar te nemen.

sommigen vermoeden, dat het een zintuig voorstelt, anderen meenen met een orgaan te doen te hebben, dat met de voedselopname in verband staat; ik ben geneigd, mij bij de laatste meening aan te sluiten, in verband met een aardig gevalletje, dat ik eens onder het microscoop zag afspelen, en waarop ik nog wel terugkom. De protoplasma-draden, welke in het binnenste van het bolvormige lichaam van onze „zeevonk” zijn uitgespannen, liggen in een kleurloos vocht, het *celvocht*, dat zich met een zekere spanning binnen de celhuid bevindt, en dus de oorzaak is van den sphaerischen vorm. Af en toe worden op de punten, waar verschillende plasma-draden te samen komen, door de grootere hoeveelheid protoplasma, die op zoo'n knooppunt zich verzamelt, kleine holten omsloten, gevuld met een dergelijke vloeistof als het celvocht, waarin zich evenwel voedseldeeltjes bevinden. Deze holten worden de *voedsel-vacuolen* (fig. 1*vv*) genoemd; hierin wordt

het door den celmond opgenomen voedsel verteerd. Bezien we eens een groot aantal individuen, dan zullen we er op sommige tijden van het jaar vele kunnen aantreffen, die zulke groote hoeveelheden voedsel hebben opgenomen, dat de groote voedsel-vacuole, die dan ontstaat, haast het geheele lumen van het bolletje opvult!

Bij nauwkeuriger beschouwen van den aard van het protoplasma, vooral met behulp van chemische reagentia, kan men hierin verschillende bestanddeelen onderscheiden. In een vrij heldere, dikvloeibare grondmassa bevinden zich een aantal uiterst fijne korreltjes, welke bij sterker vergroting blijken te bestaan uit zeer fijne blaasjes, die tezamen een netwerk vormen, de eigenlijke structuur van het protoplasma. In deze fijne „emulsie” van protoplasma-bestanddeelen liggen nu de reeds vroeger genoemde, sterk lichtbrekende vetdruppeltjes. Zij

bestaan uit een olie-achtige stof, waarover we het straks nog wel zullen hebben.

Noctiluca miliaris (= het duizendvoudige nachtluchtje), zooals onze zeevonk genoemd is, komt over de geheele wereld voor. In nagenoeg alle zeeën treft men dit eencellige diertje aan, en dat vaak in zóó groote hoeveelheden, dat de zee er overdag rossig door gekleurd kan worden, daar het protoplasma, in een dikkere laag gezien, er eenigszins rozerood uitziet. Maar niet in alle jaargetijden komt de zeevonk in zóó groote hoeveelheden voor, dat 's nachts haar lichtjes als een groene schijn door de zee waren; alleen op warme dagen in Juni en Juli kan men dit verschijnsel zien, maar op koudere dagen in deze maanden en verder gedurende het geheele jaar wordt *Noctiluca* in veel geringer aantal aangetroffen.

Noctiluca behoort tot die levende wezens, die men vereenigt onder den naam van „*plankton*”, een Grieksch woord, dat „het drijvende” beteekent. Alles n.l., wat in het water zweeft of drijft, en niet in staat is, zich tegen een stroom van dat water te verzetten, m.a.w. voortdurend door stroomingen wordt medegenomen, zonder dat het door eigen beweging in staat is, de bewegingen, die de stroom veroorzaakt, op te heffen, noemt men *plankton*, en wel voornamelijk dat gedeelte, dat tot de levende organismen behoort of behoord heeft.

Dergelijke organismen nu, ik zette dit reeds in mijn artikel uiteen over diatomeeën (Zie Jaarg. XXII afl. 9 en 10), bezitten bijzondere middelen om zich zwevend in de bovenste waterlagen te kunnen ophouden. Daarenboven zijn de meeste plankton-organismen zeer doorschijnend, door het groote watergehalte, waardoor zij in staat zijn hun soortelijk gewicht zeer klein te maken, doordat hun volume dan zoo enorm toeneemt t. o. van hun gewicht. Het bijzondere middel, om zich zwevende te houden, moeten we bij onze zeevonk zoeken in de eerste plaats in de olie-druppeltjes, die zich in zoo groote hoeveelheid in het protoplasma bevinden, en wier specifiek gewicht geringer is dan dat van het zeewater. Indien we dan ook in een drinkglas zeewater, waarin veel individuen voorkomen van *Noctiluca miliaris*, benevens tal van andere plankton-organismen, zooals *Copepoden* en *Diatomeeën*, eenigen tijd rustig aan zijn lot overlaten, dan zullen we na een uurtje b. v. reeds duidelijk afzonderlijke lagen kunnen onderscheiden; aan de oppervlakte bevindt zich de lichtrood getinte laag van *Noctiluca* ¹⁾, op den bodem een geel-bruine, bestaande in hoofdzaak uit *Diatomeeën*, terwijl de *Copepoden* en verder de meer beweeglijke organismen, als *Veliger-larven* van slakjes, en larven van mosdiertjes (*Cyphonautes*) tusschen de beide lagen druk heen en weer zwemmen.

Zooals we gezien hebben, is de tentakel in een voortdurende, langzame slin-

¹⁾ Reeds Quatrefages vond, dat in zeewater, afkomstig uit Boulogne, *Noctiluca miliaris* zóó talrijk voorkwam, dat in een bekerglas van 15 c.M. hoogte de aan de oppervlakte zwevende laag van deze dieren 5 c.M. dik was; ook aan onze kust kan op sommige warme voorjaarsdagen de hoeveelheid *Noctiluca*'s die van Quatrefages evenaren. Rymer Jones berekende het aantal *Noctiluca*'s in monsters zeewater op 30000 per kubieken voet.

gerbeweging. Nu eens kronkelt hij zich als een slang ineen, om dan weer een andere richting uit te zwaaien. Beschouwen we den tentakel nauwkeurig, dan kunnen we, vooral aan het uiteinde daarvan, duidelijk twee gedeelten van elkaar onderscheiden. Het schijnt, dat de tentakel uit twee draadvormige gedeelten bestaat, welke draden tegen elkaar aanliggen, en zoo den tentakel vormen. Het eene draadje vertoont een dwarsgestreepte structuur, het andere is vrij structuurloos.

Het dwarsgestreepte deel vergelijkt men met de dwarsgestreepte spiervezels der hoogere dieren, en schrijft er daarom de beweeglijkheid aan toe; men verklaart de krommende bewegingen van den tentakel op de volgende wijze: indien een der beide draadjes door een verandering in het protoplasma van volume verandert, terwijl dit met het andere niet het geval is, zal de tentakel, doordat de draadjes onbeweeglijk t. o. van elkaar zijn verbonden, naar die zijde zich krommen, waar zich het korter geworden draadje bevindt. Wordt daarentegen het volume van dat draadje grooter door een andere, maar dergelijke, protoplasmatische verandering, dan zal de tentakel zich juist andersom buigen. Dergelijke bewegingen kunnen dus niet zeer snel op elkaar volgen, vereischen zekeren tijd, vandaar het langzaam zich krommen van den tentakel.

De bewegingen van het *flagellum* zijn veel sneller, en gelijken volkomen op die van de voortbeweginsorganen der *Flagellaten* of *Zweepvezentjes*. Daarom rekent men ook *Noctiluca* tot deze groote groep van eencellige dieren.

De functie van deze beide organen kent men nog niet met volkomen zekerheid; het vermoeden, dat de snelle bewegingen van het *flagellum* dienen, om een stroom van water op te wekken, welke kleine voedseldeeltjes naar den mond voert, is wel het meest voor de hand liggende; waarvoor echter de tentakel dient, ligt nog vrijwel in het duister. Voor de voortbeweging is deze van geen nut, daar de bewegingen, welke de tentakel uitvoert, daartoe veel te langzaam zijn. Meer waarschijnlijk is, dat de tentakel dient, om het evenwicht te bewaren.

Maar ook in het inwendige van het bolvormige lichaam is het protoplasma in een voortdurende beweging. Gemakkelijk zijn bewegingen waar te nemen in de fijne, door de celvloeistof uitgespannen protoplasma-draden, en wel aan de door die bewegingen meegesleurde oliedroppeltjes. Niet alleen zien we, hoe voortdurend nieuwe takjes van protoplasma ontstaan en nieuwe verbindingen tusschen de draden tot stand komen, maar steeds stroomt het protoplasma door de vertakkingen naar de celhuid toe, om dan weer eens naar het plasma-klompje terug te vloeien, dat de kern omgeeft. Vooral treedt zoo'n beweging op in de nabijheid der voedsel-vacuolen.

Laten we nu eens zien, hoe een *Noctiluca* komt aan het voedsel, dat we vinden in de voedsel-vacuolen, waar het langzaam verteerd wordt. Het hangt geheel van het jaargetijde af, welke soorten van organismen men als gevangen prooi van ons nachtluchtje aantreft, omdat de samenstelling van het plankton zich naar het seizoen geheel wijzigt. Maar beschouwt men individuen, welke op

verschillende tijden van het jaar zijn gevangen, dan kan men in het algemeen zeggen, dat het voedsel zoowel van dierlijken als plantaardigen oorsprong kan zijn. Vooral blijken de organismen, welke aan *Noctiluca* ten prooi vallen, die te zijn, die zich niet kunnen voortbewegen, noch kunnen vluchten. Zoo zal men meestal in de voedsel-vacuolen een of meer der grootere plankton-diatomeeën, zooals *Coscinodiscus*, *Guinardia*, *Biddulphia*, (zie mijn artikel in dit tijdschrift, jaarg. XXII, „Iets over Diatomeeën”) aantreffen, veel minder vaak vloekreeften (*Copepoden*) of raderdiertjes (*Synchaeta*); een enkele maal vond ik een jonge larve van onze zeester, *Asterias rubens*, als prooi van ons vraatzuchtig nachtluchtje.

Een kleine diatomee wordt door het wervelstroompje, dat door de bewegingen van het flagellum veroorzaakt wordt, langs het tandvormig uitsteeksel door de groef meegesleurd en komt zoo terecht in het *Cytostoom* of den celmond; hier wordt het protoplasma niet naar buiten door het dunne celwandje afgesloten, en het diatomeetje komt dus in het *Cytostoom* in aanraking met het eenigszins kleverige plasma, dat hier dus geheel naakt is. Het wordt door het protoplasma opgenomen en vanuit het klompje, dat de kern omgeeft, en dat vlak tegen den celwand aan ligt, door de plasmadraden vervoerd tot in het midden van het dier, waar dan, door toestroomen van meer protoplasma, de diatomee komt te liggen in een blaasje van protoplasma, waarin een verterende stof wordt afgescheiden. Is het binnenste van de diatomee verteerd, zoodat alleen het onverteerbare kiezelpantser achter is gebleven, dan wordt dit weer door stroomingen in de draden naar den mond toegevoerd en uit het protoplasma verwijderd.

Komt het nachtluchtje in botsing met een haast even groote *Coscinodiscus concinnus*, dan werkt de tentakel net zoo lang, totdat het *Cytostoom* naar den kant van deze diatomee komt te liggen. Daarna stulpt zich een gedeelte van het protoplasma uit den celmond naar buiten, en kleeft zodoende de prooi stevig vast. En nu treedt het bovenbesproken staaforgaan in functie. We zagen hoe hier een groot aantal protoplasmadraden het bij den mond gelegen klompje protoplasma dwars door het lumen van het bolletje heen, verbond met het uiteinde van de groeve, waarin de celmond gelegen is, en waar het celwandje verdikt is. Doordat nu die protoplasma-draden zich verkorten, wordt de uitgestulpte kleefmassa naar binnen getrokken, en daarmee de diatomee. Het is mogelijk, dat ook het tandvormig uitsteeksel, door het trekken der draden van het staaforgaan, tegen de diatomee gedrukt wordt, waardoor deze nog een duwtje krijgt ook.

Een aardig gevalletje, waarvan ik boven reeds sprak, was het volgende. Een larve van een *Copepode*, een zgn. *Nauplius-larve*, was aan een, betrekkelijk groote, *Noctiluca* blijven kleven, en deed natuurlijk de wanhopigste pogingen, om weer los te komen, zooals de afbeelding eenigszins weer geeft (fig. 2a). Maar onze roover liet niet los, en na ongeveer een half uur tegenspartelen zakte onze *Nauplius* hoe langer hoe meer naar binnen, de bewegingen werden slapper en slapper (misschien scheidt *Noctiluca* dus ook een verlamme stof af, zooals onze zoetwaterpoliepen dat door middel van haar netel-organen doen?), en eindelijk vond ik de *Copepode*.

larve terug in een, nagenoeg het geheele bolletje vullende, voedsel-vacuole. Zoo kreeg ik dus een zeer duidelijk beeld van de wijze, waarop ons nachtluchtje zijn prooi vangt.

In het protoplasma worden nu uit de stoffen, die door afbraak der eiwitten, welke de prooi opbouwden, ontstonden, de stoffen gemaakt, waardoor de bestanddeelen van het protoplasma van *Noctiluca miliaris* zullen worden gevormd. Maar, behalve deze stoffen, worden ook nog afbraakproducten gevormd, welke niet meer door het dier gebruikt kunnen worden, en die, met de onverteerbare resten, worden verwijderd; sommige van de producten, welke niet voor den opbouw van het eigenlijke protoplasma dienen, worden evenwel niet uitgescheiden op elk mogelijk tijdstip, doch voor het een of ander doel bewaard; we vinden ze terug als de besproken, het soortelijk gewicht verminderende, oliedruppeltjes. Nu kan men bewijzen, dat bij de afbraak van het protoplasma van de prooi en bij het verbruik van het eigen protoplasma en der ontstane reservestoffen, meer energie vrijkomt, dan voor den opbouw van het protoplasma wordt verbruikt.

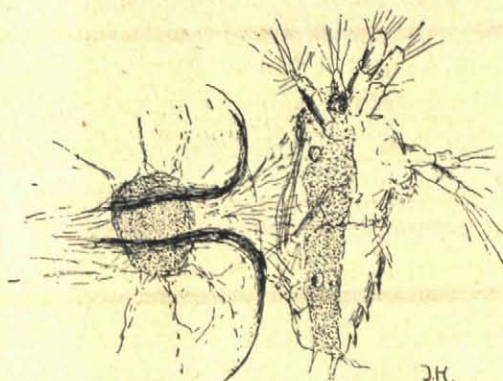


Fig. 2a. *Noctiluca*, een *Nauplius*-larve vangend.

Volgens de wet van het behoud van arbeidsvermogen zal die energie op andere wijze voor den dag moeten komen; het dier voert bewegingen uit, verricht dus velerlei arbeid. Tevens zal er warmte noodig zijn, om de verschillende processen vlot te doen verlopen. Maar, daar we weten, dat ook *licht* een vorm van arbeidsvermogen voorstelt, weten we tevens de bron van het licht, waaraan onze *Noctiluca* zijnen naam te danken heeft. Men heeft tegenwoordig zich ook een denkbeeld kunnen vormen van het ontstaan van dat licht, dat niet alleen door

Noctiluca miliaris, maar ook door zoovele andere zeedieren, zooals kwallen, kreeftachtigen, inktvisschen, en op groote diepte levende diersoorten wordt voortgebracht. In alle nauwkeuriger onderzochte gevallen is gebleken, dat het oliën en vetten zijn, welke de „photogene” (lichtverwekkende) stoffen zijn. Men neemt nu aan, dat de oxydatie daarvan het lichten van de dieren veroorzaakt. Werkelijk heeft de chemicus Radziszewski kunnen aantoonen, dat, als men in een reageerbuisje vetten, aeterische oliën, koolwaterstoffen of alcoholen brengt, en ze langzaam met zuurstof, op een bepaalde wijze verkrijgen, laat verbinden, ze gaan lichten, of, zooals men dat noemt, gaan phosphoriseeren. Dit geschiedt steeds in een alkalische oplossing. Men heeft nu kunnen aantoonen, dat ook in het zee-water alle gegevens voorhanden zijn, om een langzame oxydatie van photogene stoffen te bewerkstelligen. Bij lichtgevende visschen heeft men organen ontdekt, waarin klieren uitmonden, welke zoo'n photogene stof afscheiden, die, in het zeewater uitgestort, het lichten veroorzaakt. Men veronderstelt, dat de vroeger

besproken oliedruppeltjes in het protoplasma van *Noctiluca* de photogene stoffen vertegenwoordigen, hetgeen door een onderzoek van Quatrefages wordt bevestigd, welke geleerde liet zien, dat het licht niet over het geheele protoplasma optrad, maar op kleine plekjes, in het plasma verspreid. Zeer merkwaardig is ook, dat men lichtende dieren, voor zoover het waterdieren zijn, tot nog toe alleen in zeewater heeft aangetroffen. Het zeewater schijnt dus een belangrijke factor bij het licht te vormen. Men denkt, dat door een of anderen prikkel, door aanraking, schudden, temperatuurverhooging, chemische verandering van het water ¹⁾, het nachtluchtje plotseling als reactie, zuurstof bij een weinig van de photogene stof doet vrijkomen; bij aanwezigheid van de zuurstof, welke misschien uit het zeewater wordt opgenomen, wordt dan het licht tweegebracht.

Een van de grootste bezwaren, welke aan het onderzoek van *Noctiluca miliaris* verbonden zijn, is het feit, dat deze diersoort zoo uiterst gevoelig is, — meer nog dan de meeste andere plankton-organismen — voor wijzigingen, welke in het zeewater optreden, als men het in het laboratorium in een kleine ruimte (een aquarium b.v.) laat staan. Zooals men weet, is het zoutgehalte van het gewone zeewater ongeveer 3%. Men begrijpt gemakkelijk, dat, indien men het aquarium, waarin men het zeewater met *Noctiluca's* heeft, openstaan laat, het water voor een deel verdampt, waardoor de concentratie van het zout toeneemt. Daar nu door een concentratie van de oplossing de *Noctiluca's* te gronde gaan, is dit allereerst een lastige factor, vooral, waar men vaak dergelijke dieren levend op een voorwerpglasje of in een horlogeglas onder het microscoop dient te onderzoeken. Verder zijn de *Noctiluca's* zeer gevoelig voor temperatuursveranderingen, en voor chemische wijzigingen van het water, veroorzaakt door het sterven van organismen daarin of door een verandering in de getalsverhoudingen der organismen, die te samen het plankton, als een groot geheel, dat steeds in een bepaald evenwicht is, vormen. Maar de moeilijkst te overwinnen factor blijkt bij kweekproeven steeds de aanvoer van zuurstof te zijn. Indien men een zee-aquarium heeft, waarin men visschen, garnalen, zeeanemonen e.a. houdt, dan weet men, hoe vaak men het water dient te ververschen, wil men er niet toe overgaan, zeer veel wieren in het aquarium te brengen, die voor het toevoeren van nieuwe zuurstof zorgen. Maar, indien men proeven neemt met kleine diertjes, en vooral, indien men hun voortplanting wil nagaan, is men genoodzaakt, het water onveranderd te laten. Theoretisch zijn dit bezwaren, die wel te overwinnen zijn, maar practisch zijn zij haast niet te bestrijden.

Dezelfde veranderingen, die in het laboratorium optreden, zullen, in mindere mate, in zee ook hun invloed doen gelden. Daardoor komt het, dat het aantal individuen, dat zich aan de oppervlakte van de zee bevindt, zoo verschillend kan zijn, naar gelang van het jaargetijde, waarin men het onderzoekt. Ja, zeer vaak

¹⁾ Ehrenberg (zie mijn artikel over *Hydatina senta*, in deel XXIII van dit tijdschrift, blz. 125) onderzocht reeds den invloed van verschillende prikkels (brandewijn, welwater en verwarmd zeewater) op het licht der nachtluchtjes (1834).

kan men, vooral aan onze kusten, het verschijnsel waarnemen, dat op één dag het plankton zeer veel soorten van organismen bevat, en de zee door het groote aantal diatomeeën geheel bruin gekleurd is, terwijl er den daarop volgende dag niets dan lijken zijn te ontdekken van alle mogelijke plankton-organismen, en het plankton zeer arm kan zijn. Eensdeels is dit te verklaren door het meevoeren van een „plankton-bank” door stroomingen der zee, andersdeels vooral door verandering in temperatuur, belichting, golfslag, en ook door verandering in het zoutgehalte door een onweersbui met slagregen. Dat dit laatste een belangrijke factor is, kon ik dikwijls constateeren. Maar ook eb en vloed doen hun invloed gelden op het gehalte aan plankton in de kuststreken, en ik kan op grond van mijn ervaringen aannemen, dat bij vloed het plankton doorgaans armer is dan bij eb, bij donker weer armer dan bij warm en zonnig weer, terwijl storm het plankton vaak geheel te gronde doet gaan, en het weer weken duurt, voor het normale evenwicht hersteld is. Over het algemeen kan men van *Noctiluca miliaris* zeggen, dat deze diersoort des zomers in het plankton der Noord-Zee zeer talrijk voorkomt, terwijl daarentegen het aantal in den winter tot enkele individuen in een Liter zeewater is beperkt. In de eerste mooie, warme dagen van Mei heeft dan een plotselinge vermeerdering van het aantal plaats, welke gepaard gaat met het lichten der zee des nachts. Onwillekeurig rijst nu de vraag, hoe het mogelijk is, dat in één dag het aantal individuen vaak verduizendvoudigd kan worden, waar we bv. weten, dat de meeste eencellige dieren, welke zich door gewone celdeeling voortplanten, hoogstens driemaal per dag kunnen deelen, en zich dus in één dag (24 uur) hoogstens kunnen verachtvoudigen. Deze vraag brengt ons op het probleem der voortplanting van *Noctiluca miliaris*, dat ons nu zal bezighouden door de vele merkwaardigheden, welke zich daarbij voordoen.

De eencellige wezens planten zich in het algemeen voort, doordien ze zich in tweeën verdeelen. Door talrijke onderzoekingen is verder gebleken, dat we bij het bestudeeren van zoo'n deeling vooral onze opmerkzaamheid gevestigd moeten houden op de kern en het protoplasma in de onmiddellijke nabijheid daarvan. Om nu in het wezen van de kerndeeling (daar elke cel een kern bezit, en een kern slechts uit een andere kern en niet uit gewoon protoplasma, kan ontstaan, moet bij een celdeeling ook de kern zich deelen) dieper te kunnen doordringen, heeft men verschillende methoden uitgedacht, waardoor het mogelijk wordt, de bestanddeelen van de kern en hunne veranderingen gemakkelijker te kunnen zien. Daar nl. die bestanddeelen uit bepaalde eiwitstoffen zijn gevormd, dus uit chemische lichamen, kan men zich stoffen denken, waarmede die bepaalde kernstoffen of nucleïnen zich kunnen vereenigen tot min of meer onoplosbare verbindingen. Indien nu die verbindingen tevens de eigenschap hebben, een of andere kleur te bezitten voor ons oog, dan zijn we hierdoor in staat, bepaalde structuren, welke door die nucleïnen worden gevormd, door er zoo'n kernkleurstof bij te brengen, te kleuren, en, daardoor, gemakkelijker onder het microscoop te bestudeeren.

Indien men nu in het voorjaar elken dag met een plankton-net aan onze kust vischt, dan zal men eindelijk het oogenblik treffen, waarop de plotselinge massa-vermeerdering der nachtluchtjes optreedt, die we vroeger reeds bespraken. Als men dan het gevangen materiaal onderzoekt volgens de boven aangegeven methode, dan kan men er verzekerd van zijn, het antwoord op de gestelde vraag, hoe het komt, dat het aantal individuen op één dag verduizendvoudigd kan worden, te kunnen geven: *Noctiluca miliaris* ontwikkelt een groote hoeveelheid sporen, jonge individuen, die weer op de een of andere manier tot de normale grootte uitgroeien; zoo'n sporenvorming kost veel minder tijd dan celdeeling, en gaat veel sneller in zijn werk: een individu kan in korten tijd tot 512 individuen doen ontstaan. Om een volledig overzicht te geven van de voortplanting van *Noctiluca miliaris*, zullen we die voortplanting eens zeer nauwkeurig nagaan.

Op een warmen dag in het voorjaar, den eersten mooien dag van het jaar, visschen we vroeg in den morgen met ons plankton-net, en nemen een goede vangst mee naar huis. Onderstellen we nu, om onze uiteenzetting niet noodeloos ingewikkeld en daardoor onoverzichtelijk te maken, dat we een methode hebben uitgevonden, waardoor we in staat waren, een enkel individu dagenlang op te kweken in een omgeving, volkomen beantwoordend aan die, waaruit we het zoo juist gebracht hebben, en dat we tevens de verschijnselen, welke in het lichaam van dat enkele individu zich zouden afspelen, konden verduidelijken met een zgn. „vitaalkleurstof”, d.i. een kleurstof, waarmede we in staat zijn, de verschillende plasmastructuren te onderscheiden zonder dat het levende dier daarvan ook den minsten nadeeligen invloed ondervindt.

In werkelijkheid zal het onderzoek veel ingewikkelder zijn; een ideale kweekmethode is voor *Noctiluca* nog steeds niet gevonden; want alhoewel ik in staat was, cultures meer dan 14 dagen in leven te houden, bleken de omstandigheden toch te veel van de normale af te wijken, dan dat men uit de bestudeering van dergelijke cultures veel zou kunnen afleiden. Daarenboven is een volkomen aan de definitie beantwoordende vitaalkleurstof nog niet ontdekt, hoewel men reeds een aantal dergelijke kleurstoffen heeft kunnen maken. We moeten dus, om een studie van de inwendige structuur van het protoplasma van de verschillende voortplantingsstadia te ondernemen, een groot aantal individuen zoo snel mogelijk dooden, waarbij we zooveel mogelijk ervoor moeten waken, dat de structuren door dat dooden niet veranderd worden. Dan moet men de exemplaren, die nu zgn. „gefixeerd” zijn, nog kleuren, waarna ze voor het onderzoek gereed zijn; te prefereeren is evenwel, er eerst zgn. duurzame praeparaten van te vervaardigen, waardoor men in staat is, ze met sterke microscopen te onderzoeken (met een *olie-immersie*). De teekeningen, welke bij dit artikel gevoegd zijn, zijn voor het grootste gedeelte met zoo'n olie-immersie vervaardigd, met behulp van een teekenprisma, waardoor de exactheid zeer wordt verhoogd. De vergrooting, welke nauwkeurig werd opgenomen, bedraagt voor de teekeningen, welke op de kerndeelingen betrekking hebben, 1130 $\times$. Nu

werden in werkelijkheid alle stadiën uitgezocht, en, na een nauwkeurige onderlinge vergelijking en een verificatie aan levend materiaal, zoodanig gerangschikt, dat ze een doorlopende reeks vormen, overeenkomende met de opeenvolgende gebeurtenissen, welke zich in werkelijkheid aan eenzelfde individu zouden afspelen. Ik heb zodoende een nagenoeg volledig geheel verkregen, dat ik nu beschrijf, alsof het uit stadiën bestond, welke één enkel geïsoleerd individu doorliep.

Ons bolvormige nachtluchtje nu heeft reeds gedurende eenige uren zich flink gevoed met allerlei diatomeeën, flagellaten en andere plankton-organismen, waarmede we het hebben gevoerd, en ziet er gezond en krachtig uit. Heeft het een bepaalde, voor de soort ongeveer karakteristieke grootte bereikt, dan bereidt het zich voor, om zich in twee gelijke helften te verdeelen, om daarna in de beide, door die deeling ontstane dochter-individuen, voort te leven.

Langzaam wordt de tentakel ingetrokken, het protoplasma trekt zich eenigermate om de kern samen, en ook het flagellum wordt onzichtbaar. De inhoud van de kern, eerst vrijwel homogeen, begint zich te differentiëren; er treden korreltjes in op, welke zich op sommige punten tot klompjes samenballen, welke klompjes zich in sterke mate met kernkleurstoffen kunnen vereenigen, en daarom „chromatine” worden genoemd, hoewel dit natuurlijk verder niets omtrent hun aard behoeft te zeggen. Een gedeelte van het protoplasma, dat vlak om de kern gelegen is, trekt zich samen tot een klompje, dat aan één zijde tegen de naar dien kant zich ietwat afplattende kern komt te liggen, en met het verderop gelegen protoplasma nog verbonden blijft door fijne plasma-draadjes, zoodat het klompje het aanzien heeft van een stervormig lichaampje, dat uit de kern schijnt te komen, en fijne straaltjes naar buiten zendt (fig. 3). Doordat nu de fijne vacuolen, waaruit dit lichaampje, dat men om zijn uiterlijk den naam van *sphaere*¹⁾ gegeven heeft, bestaat, zich in de lengte strekken (fig. 4), zal de geheele *sphaere* dit ook doen, zoodat een eenigszins haltervormig orgaan ontstaat (fig. 5). Intusschen heeft zich de kern nog meer afgeplat, en, waarschijnlijk door de krachten, welke het uit elkander schuivende protoplasma in de omgeving er op uitoefent, om de haltervormige *sphaere* heen gelegd, en wel zóódanig, dat het dunste gedeelte van het haltertje als het ware door de kern wordt omhelsd, en de *sphaere* nu in een diepe inzinking in de kern komt te liggen, terwijl alleen de verdikte uiteinden met de plasma-straaltjes er aan weerskanten uitsteken (fig. 6). Steeds verder worden de beide halter-kopjes van de *sphaere* uit elkaar getrokken, steeds dunner wordt de haltersteel (fig. 7 en 8). We zagen vroeger reeds, dat van een kernhuid bij *Noctiluca* geen sprake is. Een nauwkeurig onderzoek leert, dat de substantie van de kern direct ongeveer wordt door een iets vaster laagje protoplasma. Waar we zagen, hoe de *sphaere* ontstond door een samenvloeien van dergelijk proto-

¹⁾ Ishikawa noemde dit gedeelte van het protoplasma het *Archoplasma*. Sommige auteurs zijn van meening, dat dit *Archoplasma* ontstaat door uittreding van de kern-substantie in het omgevende protoplasma. Waarschijnlijk is deze meening ontstaan, doordat de auteurs het oog hadden op bepaalde deelingen bij de vorming der sporen. In het algemeen geeft men aan bijzonder, in verband met de kerndeeling gedifferentieerd protoplasma den naam *Archoplasma*.

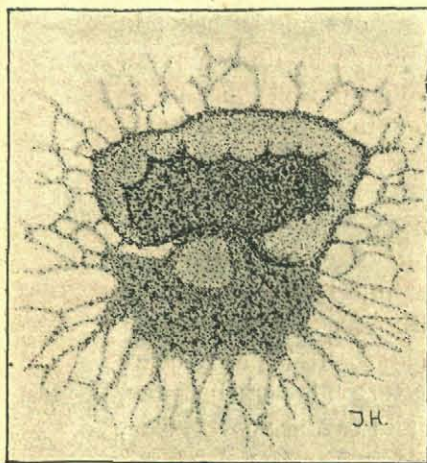


Fig. 3. De deeling van 8 naar 16 volbracht. De kern, met de sphaere, die in dit stadium sterk kleurstoffen aantrekt, en zich spoedig op nieuw zal gaan deelen.

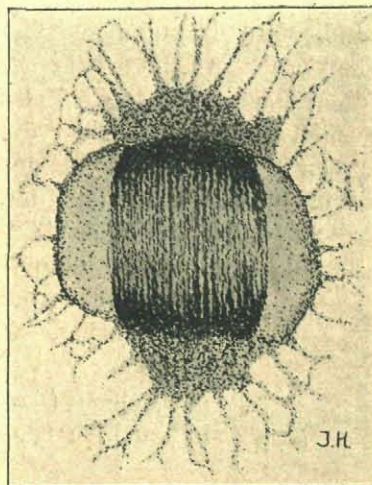


Fig. 4. Deeling van 8 naar 16. De beide sphaeren trekken het kernplasma uiteen.

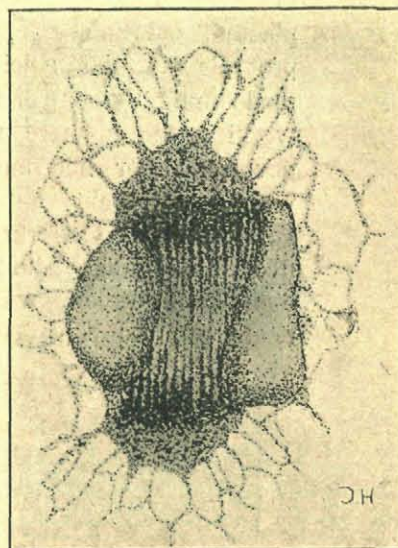


Fig. 5. Het halter-lichaam vormt zich; de kern begint zich om het kleinere gedeelte van de sphaere heen te leggen.

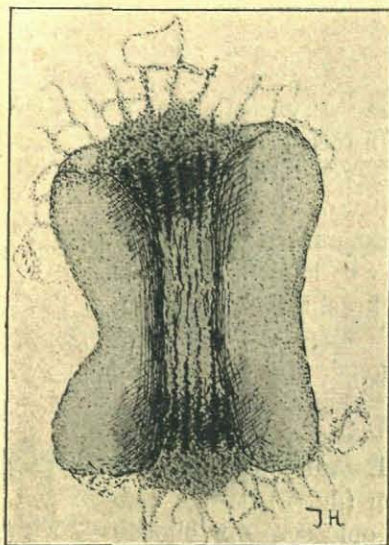


Fig. 6. De kern omgeeft de sphaere haast geheel.

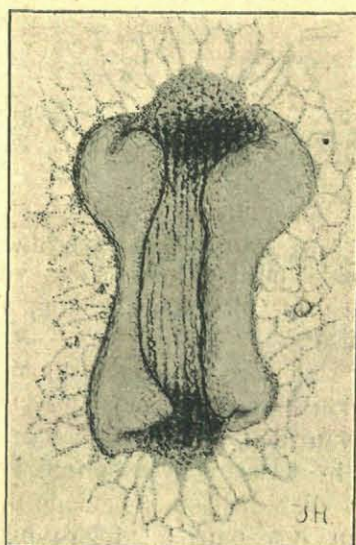


Fig. 7. Begin van de kern-insnoering.

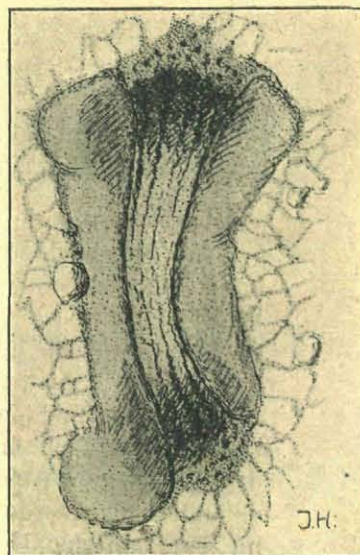


Fig. 8. De beide sphaere-helften hangen nog met dunne draden aaneen. De meeste chromatische stof is naar de beide polen geveleid.

plasma, begrijpen we, dat de substantie van de kern omsloten wordt door protoplasma, dat geleidelijk overgaat in de substantie van de sphaere, en hiermede innig verbonden is. Indien nu dus door een of andere, ons minder bekende werking, de sphaere uit elkander wordt gerukt, zal ook de kern-membraan, gevormd door het met die sphaere één geheel vormende protoplasma, mede worden uitgerekt, en daarmede dus ook de door die membraan omgeven kern-substantie. Dat werkelijk een dergelijke, trekkende werking wordt uitgeoefend door het omliggende medium, blijkt uit het feit, dat, indien we de celhuid aan dien kant bezien, waar, dicht onder de oppervlakte, zoo'n kerndeeling plaats heeft, we duidelijk een aantal fijne plooien opmerken in deze, uit taai protoplasma gevormde celhuid, welke loopen in de richting, waarin ook het uit elkaar schuiven van de beide helften der sphaere plaats heeft (fig. 10). Hetzelfde verkrijgt men, indien men een, niet al te sterk opgeblazen,

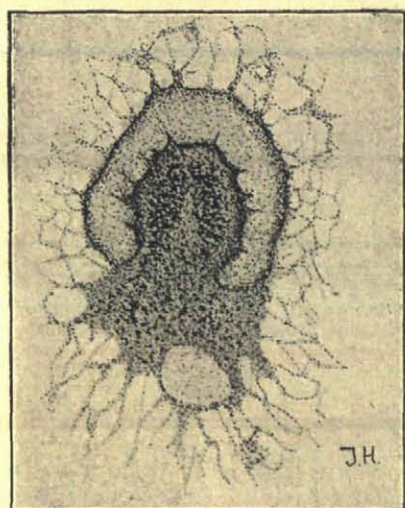


Fig. 9. De deeling is volbracht. Elke kernhelft is voorzien van een sphaere. (Een der helften is hier afgebeeld, voor de andere zie men fig. 3).

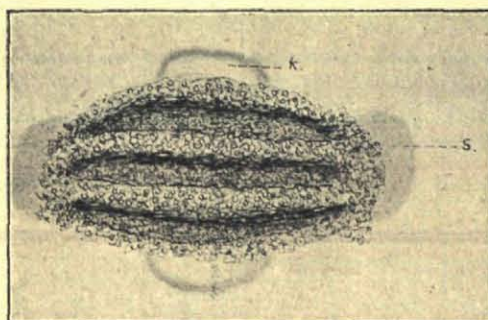


Fig. 10. Gezicht boven op de celhuid, waaronder juist een kern (welke even doorschemert) zich deelt; k = kern, s = sphaere. Duidelijk zijn de plooien waar te nemen.

speelgoedballonnetje van gutta-percha op twee punten tusschen de vingers aanvat, en dan de beide handen wat van elkaar verwijderd, deze punten goed vasthoudende; tusschen de beide punten komen dan vouwtjes te loopen, die naar beide zijden hoe langer hoe meer uit elkaar wijken, als de krachtlijnen tusschen de polen van een hoefmagneet.

Steeds verder wordt de sphaere uiteengetrokken, en steeds meer wordt de kern om het midden van den haltersteel gebogen, daarna langzaam doorgesnoerd, tegelijk met het breken van den nu zeer dun geworden steel: de kern is dus door deze gebeurtenissen in twee gelijke helften verdeeld. Aan de beide, van elkander afgekeerde zijden dier helften liggen de sphaeren (fig. 9), welke zich nu langzamerhand weer in het omringend protoplasma oplossen, om bij een volgende deeling opnieuw te ontstaan ¹⁾.

J. HOFKER. (Wordt vervolgd).

¹⁾ Misschien gaan bij sporenvorming de sphaeren niet te gronde, maar deelen ze zich daarbij direct weer in tweeën.