

# LICHTGEVENDE DIEREN

DOOR

Dr T. C. WINKLER.

---

Het lichten der zee — wie dat treffende verschijnsel nooit heeft gezien, kan zich niet voorstellen hoe vreemd en hoe schoon het is. Ik wensch in de volgende regelen een overzicht te geven van de oorzaken van dat verschijnsel, van de verklaringen die de geleerden er van geven, en tevens een schildering van de wijze waarop en waar het zich vertoont.

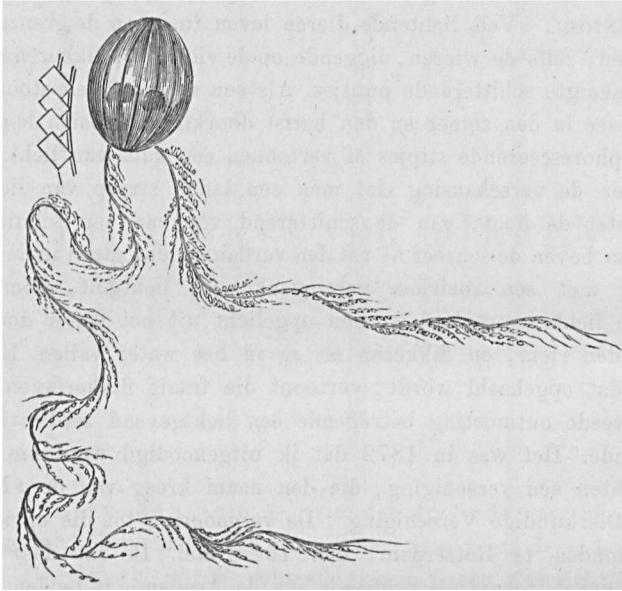
Het was in 1852 dat ik voor het eerst in mijn leven de zee zag lichten. Ik stond op de brug over de binnenhaven van het Nieuwe Diep: de lucht was donker, de wind zwak, het was een warme zomeravond. De geheele binnenhaven was als overdekt door een flauwen, wit-blauwachtigen lichtglans. Waar het water opspatte tegen de palen van de brug of tegen de bazaltsteenen van de oevers, zag men telkens heldere lichtblauwe vonkjes schitteren; het zog van een vlet vertoonde een lichtende lange streep met kanten van flikkerende vonkjes, en het water, dat van de opgehaalde riemen druppelde, was een regen van kleine blauwachtige lichtjes. Langer dan een kwartier bleef ik staan om dat schouwspel, zoo ongewoon en zoo schoon, te bewonderen. Naderhand heb ik het lichten der zee ook in de buitenhaven en in het Tesselsche Gat meermalen gezien, maar zoo fraai als op dien eersten avond zelden; want het hangt van verschillende oorzaken, van wind en water, van weer en tijd af, en toen was het bij uitnemendheid prachtig. Wat wonder dat ik toen reeds ben begonnen te onderzoeken naar de oorzaken van het lichten der zee,

en met hoeveel instemming ik later het volgende las, geschreven door Prof. MC INTOSH: »Vele lichtende dieren leven tusschen de grenzen van eb en vloed; zelfs de wieren, liggende op de vloedlijn, flikkeren overal met een menigte schitterende puntjes. Als een schip of een stoomboot de kalme zee in den zomer en den herfst doorklieft, gloeien de golfjes door phosphoresceerende stipjes of vertoonen een kam van licht. Leunende over de verschansing ziet men een lange streep van lichtend water achter de boot, van de schitterend vonkende en schuimende watermassa boven de schroef af tot den verflauwend gloed in de verte. Elke slag met een roeiriem veroorzaakt een lichtgolf, sommigen der kleine lichtverspreiders worden opgelicht uit het water door het blad van den riem, en flikkeren als zij in het water vallen. En ook het net, dat opgehaald wordt, vertoont die fraaie flikkeringen.»

Een tweede ontmoeting betreffende een lichtgevend zeediertje was de volgende. Het was in 1872 dat ik uitgenoodigd werd om mede op te richten een vereeniging, die den naam kreeg van de »Nederlandsche Dierkundige Vereeniging». De vergadering tot die oprichting werd gehouden te Rotterdam, den 15den Mei. Ik zat dáár naast Dr. E. SELENKA, toenmaals professor aan de Academie te Leiden, thans professor te Erlangen. Dr. A. A. VAN BEMMELEN had een groote stopflesch met zeewater medegebracht, en daarin waren een tiental levende cydippen. Eer ik verder ga, wil ik een korte beschrijving geven van dit merkwaardige dier, den *Cydippe pileus* (Zie fig. 1).

De cydippe behoort tot de medusen en wel tot de zoogenoemde ribkwallen. Als men op een kalmen dag een gazen netje snel door het zeewater haalt, zal men niet zelden zien dat er eenige klompjes gelei aan het gaas kleven, klompjes gelei die volkomen doorschijnend zijn, en schijnbaar levenloos. Dompel het netje nu in een groot glas met helder zeewater, schud het een beetje heen en weer, en het klompje zal loslaten en in het water zweven. In 't eerst is het bijna niet mogelijk te bespeuren dat er iets in het water is, want de cydippe — het blijkt nu dat het geleiklompje zulk een diertje is — bestaat uit weinig meer dan water; doch weldra kan men het beter onderscheiden, door de lichtende puntjes die op zijn oppervlakte verschijnen. Het schepseltje schijnt eigenlijk geen bepaalde gedaante te hebben en onderscheidt zich slechts door de helderheid van zijn oppervlakte, die grooter is dan die van het water, waarin het zich bevindt. Zodra nu het diertje zich meer te huis begint te gevoelen in zijn nieuwe woning, begint het rond te zwemmen alsof het door het

Fig. 1.

*Cydippe pileus*. Natuurlijke grootte.

water heen gleeed, en op elk punt van zijn oppervlakte vertoont zich tevens een iridesceerende lichtglans. Die veelkleurige gloed neemt telkens toe, en blijkt weldra uit te stralen uit acht overlansche ribben; strooken of banden, die om het geheele lichaam heenloopen. Over die banden speelt het licht, en eindelijk flikkeren alle kleuren van den regenboog onbeschrijfelijk schoon over het geheele diertje.

Die iridesceerende of eigenlijk opaliseerende banden zijn de werktuigen waardoor de cydippe zich in het water beweegt en die tevens, door hun vorm en de wijze waarop zij gebruikt of bewogen worden, de prachtige kleuren verwekken, waarover wij nu spreken. Een gedeelte van een dier banden zien wij zeer vergroot naast den cydippe afgebeeld. Die banden bestaan uit kleine, vierkante, uit samengekleefde trilharen gevormde plaatjes, die geplaatst zijn ongeveer zooals de bladen van een scheprad van een raderstoomboot. Elk van die plaatjes kan zoowel vooruit als achteruit bewogen worden; door hun snelle en opvolgende beweging wordt er als 't ware een reeks van prisma's gevormd, en daardoor wordt het licht in de prismatische kleuren ontleed: dit opaliseeren wordt het best gezien als de zon op het diertje schijnt.

Als men de cydippe eenigen tijd rustig in het water laat rondzwemmen en men goed toeziet, bespeurt men twee lange, dunne, witte draden die aan zijn lichaam hangen, en in bevallige bochten of kronkels slingeren, als het diertje in het water stijgt of daalt. Die draden zijn zoo dun dat zij volkomen op gesponnen glas gelijken en niet op een dierlijk weefsel. Ja, het geheele dier ziet er uit alsof het uit geslepen en gepolijst kristal bestond. Als men de draden nauwkeurig beziet, bespeurt men dat er uiterst dunne, korte, nog dunnere draadjes aan bevestigd zijn (zie de vorenstaande afbeelding). Die draden kunnen door het diertje volkomen in zijn lichaam opgetrokken en ook tot een wonderbare lengte uitgestoken worden, namelijk in verhouding tot de grootte van het schepseltje, waaraan zij behooren. De kleine bijdraadjes worden langer, als de hoofdraad tot zijn volle lengte uitgestoken is en verkorten zich als deze in het lichaam terug wordt getrokken.

De cydippe kan zijn lichaamsgedaante naar willekeur door uitzetting en inkrimping veranderen, en daardoor komt het dat niet alle afbeeldingen van dit diertje in natuurhistorische werken gelijk zijn. Het leven van den cydippe is even gemakkelijk uit te blusschen als zijn lichaam breekbaar is: als men het diertje in een glas met zee-water houdt, zwemt het eenigen tijd rond, sterft dan, en het verdwijnt alsof het tot water versmelt. Het is zoo broos en teeder, dat men, als het hard waait, zelden of nooit een geheel ongeschonden exemplaar vindt: als het stormt daalt de cydippe naar de diepte, waar het teedere schepseltje veilig is voor schokken door de golven en den wind.

Het lichaam van den cydippe bestaat hoofdzakelijk uit water, met zoo weinig vaste deelen, dat het niets meer is dan een klompje zachte gelei; maar die gelei is levend, het geheimzinnige leven huist er in en geeft beweging en zonder twijfel ook een soort van gewaarwordingen aan dat klompje georganiseerd water. Wij kunnen niet begrijpen hoe het mogelijk is, dat de cydippe kan zwemmen, voedsel opnemen en verteren en andere verrichtingen uitvoeren, als wij bedenken hoe uiterst weinig vaste stof het lichaam van het diertje bevat. Iemand vond eens een dooden cydippe, lag hem op een stukje glas en stelde hem aan de zonnestralen bloot. Naarmate het water verdampte, vertoonden de verschillende deelen zich als een flauwe teekening op het glas, en toen alles volkomen droog was geworden, blies hij er op, en daardoor verdwenen alle sporen van wat eens zulk een bevallig levend dier was geweest.

Nu keeren wij tot onze vergadering te Rotterdam terug. Toen zij afgeloopen was, vroeg prof. SELENKA aan den eigenaar dier cydippen of hij ze mocht hebben, wat gracieuselijk werd toegestaan. Wij verlieten de vergadering, en droegen bij beurten het glas met de cydippen door Rotterdam's straten. In den waggon naar Leiden zittende, plaatste SELENKA het glas onder de zitbank: het was dáár donker, en er was niets van de diertjes te zien. Maar nauwelijks een kwartier later, het glas opnemende, zagen wij alle cydippen en ook het water flauw blauwachtig verlicht, een licht dat sterker werd als de flesch een weinig geschommeld werd. Wel was het licht sterk genoeg om, bij voorbeeld, onze hand aan het glas te kunnen zien, maar om er bij te lezen, was het niet sterk genoeg.

Niet in onze noordelijke zeeën alleen, waarin de *Noctiluca* en de *Cydippe* een groote rol spelen, vooral ook in de zeeën der tropen is het lichten der zee een treffend schouwspel. VON HUMBOLDT zei reeds, sprekende over de zeeën der tropen: »De wateren zijn vol van kleine lichtgevende diertjes, acalephen, schaaldieren, peridineeën en nereïden, die, als zij door bijzondere meteorologische toestanden naar de oppervlakte worden gelokt, elke golf versieren met een schuimende strook van flikkerend licht." WYVILLE THOMSON zegt: »Toen wij de Kaap-Verd-eilanden verlaten hadden, was de zee in een volkomen phosphoresceerenden gloed. De maan scheen niet, en ofschoon de nacht volkomen helder was en de sterren schitterden, werd de luister van den hemel verdonkerd door dien van de zee. Ik kon met gemak, zittende bij het achtervenster van mijn hut, het kleinste drukwerk lezen; de golven verspreidden, aan elken kant zich snel uitbreidende, lichtgolven, zoo helder dat de zeilen duidelijk zichtbaar waren in licht en schaduw." Een dergelijk gezicht heeft men niet zelden in de zee van Banda, waar »in windstille nachten, de geheele oppervlakte van den oceaan bedekt schijnt te zijn met een kleed van melkachtig vuur. Dat licht is niet slechts te zien waar de golven breken of waar de oppervlakte beroerd wordt door de riemen van de boot, maar de phosphorescentie strekt zich uit in alle richtingen zoover het oog reikt." Ook prof A. AGASSIZ spreekt over het lichten der zee in de tropen: »In vreemde zeeën speelt, onder de schitterend lichtende dieren, de *Mnemiops leidyi* een groote rol. Dit dier verspreidt zooveel phosphorisch licht, dat als men vaart door scholen van deze zeekwallen, verschillend in grootte van een speldeknoop tot verschei-

dene duimen lengte, al het water zoo schitterend lichtend wordt, dat een roeriem, tot het handvat in het water gestoken, geheel zichtbaar is in den donkeren nacht, door het zoo ontstane licht. De zetel van de phosphorescentie is bepaald tot de zwemplaatjes van het dier; zij zijn zoo uiterst gevoelig, dat de geringste schok voldoende is om hen volkomen zichtbaar te maken, door het licht dat uit de acht phosphoresceerende *ambulacra* straalt."

Na deze korte inleiding willen wij overgaan tot een meer uitvoerige beschouwing van de oorzaken van het lichten der zee, voor zooverre dit door dierlijke organismen bewerkt wordt. De lichtende bacteriën van het zeewater, ten onzent eveneens een algemeene oorzaak van het verschijnsel, die tot de bekende schitterende onderzoekingen van onzen landgenoot BEYERINCK aanleiding gegeven hebben, zullen in dit opstel niet worden behandeld.

Het spreekt van zelf dat een verschijnsel zoo treffend en zoo merkwaardig als het lichten der zee, reeds in oude tijden de aandacht van den mensch, vooral van zeelieden en van beoefenaars der natuurlijke historie, heeft getrokken. Dat dit verschijnsel ook dikwijls stof heeft geleverd voor verhandelingen en beschrijvingen, blijkt wel hieruit, dat EHRENBURG, in zijn boek, getiteld *Das Leuchten des Meeres*, niet minder dan 436 schrijvers opnoemt, die over het phosphoresceeren van zee- en landdieren hebben geschreven. Wij willen in dit opstel een blik werpen op eenige zeedieren, die een phosphorisch licht verspreiden. Die dieren behooren tot zeer verschillende groepen: protozoën, coelenteraten, stekelhuidigen, wormen, raderdiertjes, schaaldieren, weekdieren en visschen.

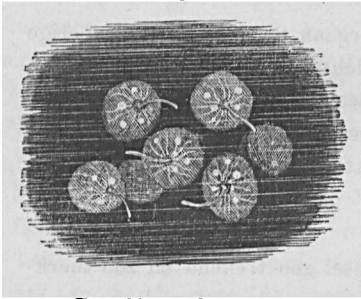
In 't midden der vorige eeuw bevond BASTER reeds dat ten minste drie soorten van diertjes, die hij mikroskopische *animalcula* noemde, en die hij voor infusiediertjes hield, lichtend waren. Een halve eeuw later beschreef PFAFF het lichten der zee bij Kiel, als te danken zijnde aan zekere leden van de bovengenoemde groep. Later vonden MICHAELIS en EHRENBURG phosphoresceerende infusoriën in de Oostzee; die door den laatstgenoemden als soorten van *Peridinium* (*Ceratium*) en *Prorocentrum* beschreven werden.

Prof. MC INTOSH zegt, dat in Juli en Augustus de geheele oppervlakte der zee aan de oostelijke kusten van Engeland en Schotland als bedekt is met *Ceratium* en andere infusoriën, die een groenachtig schuim vormen in de netten. Als de netten opgehaald en ledig ge-

schud worden, vertoonen zij gedurende eenige oogenblikken een schitterenden lichtglans langs de mazen; doch MC INTOSH kon de afzonderlijke lichaampjes, die door MURRAY voor wieren gehouden worden, niet doen lichten.

Van alle lichtgevende protozoën is zekerlijk de meest bekende de *Noctiluca miliaris*, het boven reeds genoemd diertje, dat in ons klimaat zeker

Fig. 2.



De schitterende zeevonk.

*Noctiluca miliaris*, vergroot.

wel het meest bijdraagt tot het lichten der zee (Zie fig. 2). De *Noctiluca miliaris*, de schitterende vuurvonk, zooals prof. HARTING het diertje noemde, ziet er uit als een bolletje van doorschijnend gelei. Door middel van het vergrootglas ziet men dat het min of meer bolvormig van gedaante is, een weinig plat gedrukt en van onderen met een kuiltje of navel. Midden in dit kuiltje vindt men de mondopening, die met een trechtervormigen slokdarm in verband staat. Hieruit ontstaat ook een

draadvormige buis, die men beweert dat in een zuigmondje eindigt. Binnen in het geleiachtige lichaam ziet men eenige korreltjes, waarschijnlijk kiemen, en eenige lichtende puntjes of stipjes. Deze stippen verschijnen en verdwijnen telkens, en door de geringste beweging wordt haar schittering verhoogd. De geleerden rekenen de *Noctiluca miliaris* tot de afdeeling der *Protozoa*.

De geringe grootte van dit kleine, doorschijnende, geleiachtig bolletje, 't welk slechts tusschen  $\frac{1}{5}$  tot  $\frac{1}{3}$  millimeter groot is en waarvan men zegt dat er 25000 stuks kunnen voorkomen in 30 kubiek centimeter water, gaf ongetwijfeld aanleiding tot het voormalige geloof, dat het lichten der zee zijn oorsprong had in het water, en niet veroorzaakt werd door een zichtbaar levend wezen.

De eerste, die de verhouding van dit kleine diertje tot het verschijnsel waarover wij spreken, duidelijk in 't licht stelde, was RIGAUT, chirurgijn der fransche zeemacht, die het in vele gedeelten der zee aan de fransche kusten zoowel als bij de Antillen bestudeerde, en in een *Mémoire* aan de *Académie* mededeelde, dat het lichten der zee veroorzaakt werd door een oneindig getal van wat hij noemde »kleine bolvormige polypen», ongeveer een vierde van een streep in doorsnede; deze *Mémoire* is opgenomen in het *Journal des Savants*,

Tom. XLIII, Februari 1770, blz. 554—561. De waarnemingen van RIGAUT werden nu gevolgd door die van vele andere geleerden, zooals BAKER, SLABBER, de abt DICQUEMARE, SURIRAY, MACARTNEY en BAIRD; terwijl in latere tijden VERHAEGE, DE QUATREFAGES en GIGLIOLI het licht der zee door *Noctiluca* werd bestudeerd.

Het licht dat door dit diertje ontwikkeld wordt, verspreidt zich gewoonlijk over een grooten omtrek en is vooral het sterkst langs het strand en bij palen en steenen in zee, waar het door groote scharen van *Noctilucas*, vooral waar het water golft of klotst, wordt ontwikkeld. Volstrekt niet zeldzaam vertoont zich dit fraaie verschijnsel in den zomer in de Noordzee en in de havens der zee, doch nog veelvuldiger is het in de meeste groote oceanen der aarde; het is overal de groote oorzaak van dat diffuse en zilverig phosphoresceerende licht, dat zoo wel bekend is en bewonderd wordt voor wie de warmere zeeën bevaren. VERHAEGE vond het maximum getal dier diertjes in een bepaalde hoeveelheid zeewater in de zomermaanden, en het minimum, of wel geen, in den winter.

De waarnemingen van DE QUATREFAGES werden gedaan op de kust van Frankrijk en op die van Sicilie, toen hij prof. HENRI MILNE EDWARDS vergezelde op zijn beroemde *Voyage en Sicile*. Zij overtroffen alle vroegere waarnemingen in omvang; hij schrijft de ontwikkeling van helder blauwachtig licht in stil water of van wit licht met groenachtige of blauwachtige tinten in golvend water, toe aan zekere physische werking in het lichaam der *Noctiluca*, waardoor een samentrekking ontstaat, de flikkering, ontstaande door het breken en de snelle samentrekking van protoplasma-draden in het binnenste van het diertje. Evenmin als VERHAEGE en anderen vond hij dus een speciaal lichtgevend orgaan. EHRENBURG en DE QUATREFAGES namen waar dat het door *Noctiluca* ontwikkelde licht, ofschoon onder het vergrootglas schijnbaar uniform, verbroken werd in kleine flikkeringen als het onder een zeer krachtigen mikroskoop werd gezien. SORBY, die dat licht in dien vorm onderzocht, was niet in staat om voldoende spectroscopische resultaten te verkrijgen, klaarblijkelijk omdat het daartoe te zwak was.

Behalve *Noctiluca* die vooral aan de kusten gevonden wordt, nam dr. MURRAY van den »Challenger» een nauw verwanten vorm waar, die zelfs door anderen voor identisch met de *Noctiluca* werd gehouden, en die door den genoemden geleerde als soorten van *Pyrocistis* zijn beschreven. Zij zijn overvloedig in de open zee, zij zijn de hoofdoor-



zaken van het lichten der zee in de tropische en subtropische zeeën. Het licht komt voort uit den *nucleus*, en verschilt dus in dit opzicht van hetgeen door DE QUATREFAGES bij *Noctiluca* is waargenomen. WYVILLE THOMSON zegt, dat als deze diertjes in een glas met zee-water geschud worden, zij een uniform zacht licht verspreiden, dat overeenkomt met het licht van een van binnen geillumineerden bol van dof glas.

Dr. GIGLIOLI, die een reis maakte met het italiaansche fregat »Magenta», zegt dat een andere groep van *Protozoa* ook lichtverschijnselen vertoont. In de Zuidzee lichten de geslachten *Thalassicola*, *Collozoum* en *Sphaerouzoum* met een intermitterend groenachtig licht. Waarschijnlijk bedoelt dr. BAIRD de zelfde diertjes, als hij spreekt over een onbekend phosphoresceerend pelagisch organisme.

Nog meer dan door de bovengenoemde protozoën wordt de zee verlicht door coelenteraten. De groep der *Hydroïda* vooral levert hiervan vele voorbeelden: zelfs na vele dagen in onzuiver water geleefd te hebben, behouden zij hun lichtgevend vermogen: een schok medegedeeld aan den stengel maakt dat de geheele polyp overal lichtpuntjes vertoont. HINCKS zegt, dat in dit opzicht geen van allen overtroffen wordt door de algemeen in de Noordzee en elders voorkomende *Obelia geniculata*, die kleine boschjes vormt op de bladeren van laminariën en andere wieren. Als men in den zomer een versch exemplaar van deze polypen-soort aanraakt, verschijnen er in eens een menigte lichtende puntjes vooral op den stengel, welke fraaie lichtverschijnsels ontwikkelt, die er als reeksen van vuurstippen uitzien, vuurstippen die als ineenvloeien; terwijl een schok door een of ander werktuig aan het dier medegedeeld, de kleine medusoiden los maakt, die dan als vuurvonkjes in het water naar boven stijgen. Door in Juli eenvoudig te blazen op de oppervlakte van het water, waarin laminariën zijn, ziet men reeds een uitstraling van licht. Bovendien, deze kleine lichaampjes, vergezeld van vele soorten van *Ceratium* en larven van verschillende kleine schaaldieren, worden soms door den wind op het strand geworpen en verspreiden een phosphoresceerend licht waar men het niet verwacht zou hebben. Zoo vond VAUGHAN THOMPSON lichtende plekken op de naar den wind gekeerde zijde van masten en raas, en zij vertoonden zich al hooger en hooger op den mast, naarmate de storm toenam.

Ook *Pelagia noctiluca* en *P. cyanella* zijn lichtgevend, zooals reeds door SPALANZANI is aangetoond. Deze diertjes worden met *Dactylometra* (*Pelagia*) *quinquecirra* soms bij dag op de oppervlakte der zee drijvende gezien, doch bij nacht is de zeebodem rondom Sicilie als bedekt door groote, dof phosphoresceerende massas, die zich snel bewegen. Ook soorten van *Rhizostoma* verspreiden, volgens GIGLIOLI, een blauwachtig licht.

De *Siphonophora*, in zee levende *Hydrozoa*, zijn phosphoresceerend. GIGLIOLI zag dit bij *Abyla*, *Diphyes*, *Eudozia*, *Praya* en *Aglaismoides*. Dr. BENNETT nam lichtverschijnselen waar bij koralen, *Actinozoa*: het schuren van een boot over een koraalrif verwekte een stroom van helder phosphorisch licht. Ook GIGLIOLI zag het zelfde door madreporen: in dit geval was het licht helder groenachtig, en duurde eenige minuten.

Het lichten van de gewone zee-pen, *Pennatula phosphorea*, is reeds lang bekend, en door GESNER, BARTHOLIN, ADLER en anderen bestudeerd. In het eerst van onze eeuw gaf GRANT een beschrijving van een *Pennatula* »met al zijn teedere doorschijnende polypen uitgespannen, hun gewoon schitterend phosphorisch licht uitstralende, als vloeiende door de stille en donkere afgronden der zee, door de geregelde en gelijktijdige pulsatiën van de kleine, van franje voorziene armen der geheele polyp". EDWARD FORBES nam waar dat het licht stroomde uit het geprikkelde einde van elken arm van het polypen-gedeelte: hij verzocht dr. WILSON en prof. SWAN die polypen te onderzoeken gedurende de phosphorescentie, door middel van een zeer gevoeligen galvanometer, doch zonder gevolg. Hij meende dat het lichten te danken was aan een spontaan ontvlambare zelfstandigheid. PANCERI deed later belangwekkende waarnemingen betreffende de structuur en de physiologie van de lichtgevende organen dezer polypen. Hij vond 1°. dat het licht uitstraalt uit de polypen en de zoïden, en 2°. dat de phosphoresceerende organen zijn de acht witte draden van de uitwendige oppervlakte der maag, en dat deze draden hoofdzakelijk bestaan uit cellen die een vetachtige stof bevatten, en welker oxydatie het licht veroorzaakt.

Twee soorten van alcyonariën, *Funicula* en *Umbellularia*, zijn eveneens lichtgevend. De eerste komt zeer veel voor bij de Hebriden en aan de westkust van Schotland. Volgens FORBES geeft *Funicula quadrangularis* een helder blauwachtig licht, dat uit de basis der polyp uitstraalt en met het voortplantings-stelsel in verband schijnt te staan. WYVILLE THOMSON beschrijft de exemplaren die door de »Porcupine"

waren opgehaald, als schitterend met een gestadig bleek paars licht, gelijk aan de vlam van cyanogenium, en helder genoeg om elk gedeelte van den stengel duidelijk zichtbaar te maken. Verder meldt hij dat de stengel en de polypen van *Umbellularia* zoo schitterend phosphoresceeren, dat kaptein MACLEAR den aard van het licht gemakkelijk kon determineeren door den spectroscop: het gaf een bepaald spectrum, scherp besloten tusschen de strepen *b* en *D*.

Behalve de hier besprokene alcyonariën zijn ook *Iris* en *Gorgonia* phosphoresceerend. Dr. MERLE NORMAN en Dr. GWYN JEFFREYS spreken over een schoon lichtende *Iris* aan boord van »Le Travailleur»; en WYVILLE THOMSON geeft een treffende schildering van een lange, teedere, enkelvoudige *Gorgonia*, die in ontzachtelijke menigte opgehaald werd uit een diepte van 600 vadem aan de kust van Spanje. Hij beschouwt »dat bosch van gorgoniën als een bezield koornveld, zacht golvend in den langzamen stroom van het getij, met een zwakke diffuse phosphorescentie, opflikkerende bij de geringste aanraking en nu en dan zich vertoonend als lange strooken van helder licht, aantoonende den weg van visschen of andere bewoners van die betooverende streken van den zeebodem». Prof. MOSELEY meent »dat deze schitterende phosphorescentie van die alcyonariën beschouwd moet worden als een toevallig product, doch dat bij gelegenheid van nut kan zijn. Verder dat de diepten der zee in zekere mate verlicht worden door deze alcyonariën, die dus lichtende oasen zouden vormen, waar omheen dieren met oogen zich mogelijk verzamelen».

De laatste groep der coelenteraten, de *Ctenophora*, is zelfs nog sterker in lichtgevend vermogen dan de voorgaande. Hiertoe behoort de *Cydippe* (Zie fig. 1 op blz. 326) waarover ik boven reeds uitvoerig heb gesproken. 't Is lang geleden reeds sedert de abt DICQUEMARE over *Cydippe*, en SURIRAY over zijn bloedverwant *Beroë* schreef, terwijl vele volgende schrijvers hebben aangetoond, dat de meeste dieren van de groep waartoe beiden behooren, phosphoresceerend zijn. In de Noordzee is *Cydippe* in zijn verschillende toestanden in sommige jaargetijden de meest voorkomende lichtende vorm. In 1892 op het strand te Zandvoort wandelende, zag ik tusschen het groote badhuis en Oud-Zandvoort het strand als bezaaid met glazige balletjes, zeker wel duizend exemplaren, meestal ter grootte van een knikker, die bij onderzoek bleken doode cydippen te zijn door den vloed op het strand geworpen. Zijn groot getal maakt dat hij schijnbaar de grootste lichtverspreider is, hoewel de intensiteit van zijn licht geringer is dan dat van andere

dieren. Stille wateren, zooals bij voorbeeld de Bressay Sound en de Firth of Forth, zijn somtijds bedekt door een dikke laag van deze diertjes. Prof. ALMANN vond dat *Cydippe pileus* niet phosphoresceerde als hij plotseling uit het licht in het duister werd gebracht, maar dat hij lichtend werd als hij ongeveer twintig minuten in het duister was gehouden. Verder is het gebleken, dat niet alle cydippen lichtend zijn: sommigen vertoonen hun licht in eens, terwijl anderen niets vertoonen. Waarschijnlijk staat dit wel in verband met den gezondheidstoestand van het dier.

De meeste tot hiertoe beschouwde lichtgevers in de zee leven aan de oppervlakte van het water, in alle perioden van hun bestaan. Ook de zeesterren in hun larvetoestand zijn pelagisch, en zekerlijk werken zij dan mede tot het lichten der zee. Maar in volledigen toestand zijn de lichtgevende zeesterren bewoners van den zeebodem. De eerste die het phosphoresceeren van zeesterren heeft waargenomen, is Prof. VIVIANI, die op de kust bij Genoa een kleine zeester vond, die hij *Asterias noctiluca* noemde en waarvan hij zegt: *Species haec radiatae instar stellae scintillas in marinis aquis excitasse, quas electrico fluido adscripserunt, admodum probabile est.* Waarschijnlijk is deze zeester identisch met *Amphüra elegans*. Later heeft Prof. PANCERI van Napels op nieuw het phosphoresceeren van de door VIVIANI beschrevene zeester bestudeerd: hij heeft bevonden dat, ofschoon het in het eerste oogenblik schijnt dat de armen van dit dier geheel lichten met een groenachtig licht, de lichtende punten beantwoorden aan de basis der pedicellen, en paarsgewijs langs de armen zich vertoonen.

WYVILLE THOMSON nam waar, gedurende den tocht van de »Porcupine», dat het licht van eene andere zeester, de *Opiacantha spinulosa*, schitterend groen was, stralende uit het middenpunt van de schijf over de armen, en het geheele dier verlichtende.

In water tusschen 20 en 40 yadem op de oostkusten van Engeland blinkt *Ophiothrix* met een bleek groen licht, dat het geheele trawl net verlicht, maar aan de oppervlakte vertoont deze zeester geen spoor van licht.

De oudere schrijvers waren wel bekend met sommige lichtgevende anneliden of ringwormen, die zij nereïden noemden, zooals *Nereis phosphorans*. EHRENBURG vooral vestigde zijn aandacht op deze groep, en bestudeerde *Polynöe fulgurans* uit de Noordzee; *Nereis noctiluca*, die door andere geleerden voor de zelfde wordt gehouden als

de bekende *Noctiluca miliaris*; en *Nereis (Photocharis) cirrigera*. Deze laatste heeft, volgens EHRENBERG, een lichtvoortbrengende structuur in zijn *cirri*, gelijkende op het electrisch orgaan van den *Torpedo*, doch latere waarnemers hebben dat orgaan niet kunnen wedervinden.

Een kosmopolitische ringworm, die zoowel in diep water als aan de oppervlakte leeft, is *Harmothoë imbricata*. Dit dier vertoont schitterend groene vonken op de plaatsen van aanhechting van elke rug-schub, en derhalve schitteren die lichtjes, als het dier geprikkeld wordt, paarsgewijs of op een dubbele lijn langs zijn lichaam. Als hij sterk geknepen wordt, kronkelt deze worm door het water met vonken van groen licht aan den basis der voeten. Ook de losgemaakte schubben lichten nog eenigen tijd: in het likteeken van elke schub vindt men een zenuwknop of *ganglion*. Zelfs stukken van het lijf lichten nog eenigen tijd nadat zij afgesneden zijn. Men bespeurt geen slijmige afscheiding: het licht wordt klaarblijkelijk ontwikkeld onder den invloed van den wil, door de werking van het zenuwstelsel. Door dr. JOURDAN wordt beweerd, dat dit licht bij een ander lid van de groep der *Polynoidae*, bij *Polynoë torquata*, wordt voortgebracht door cellen die een phosphoresceerend slijm afscheiden, doch dit schijnt niet op alle gevallen van toepassing te zijn.

Ook de gewone *Eusyllis* ontwikkelt een prachtig groen licht aan de buikzijde van elken voet. Onder sterke prikkeling blijft het licht, achter het gewonde gedeelte, ongeveer een halve minuut bestaan.

Bij de *Chaetopteridae* is de phosphorescentie merkwaardig sterk aan de achterste voeten, doch het helderst op den rug tusschen de zijdelingsche aanhangsels van het tiende segment. Hier wordt een overvloedig slijm afscheiden, dat uitgetrokken kan worden als een blauwachtig paars licht, dat het omringende water verlicht. Een zeer karakteristieke geur, gelijkende op dien van brandenden phosphorus, wordt gedurende zulke proeven door het dier verspreid. In overeenstemming hiermede vermelden QUOY en GAIMARD, dat een geur gelijk aan die bij een electriseermachine wordt bespeurd, door lichtgevende zee-anneliden wordt verspreid.

Bovendien zijn verre de meeste andere ringwormen in mindere of meerdere mate lichtgevend; zooals *Polycirrus*, *Terebella figulus*, *Thelepus*, *Chaetopterus* en vele anderen. PANCERI meent, dat er in de anneliden twee soorten van phosphorescentie gevonden worden, een die het resultaat is van zuivere zenuwwerking, en een andere die ontstaat door een lichtgevende afscheiding *plus* zenuwwerking.

Het lichten der zee wordt ook op treffende wijze veroorzaakt door manteldieren, *Tunicata*. Een van de best bekende voorbeelden is dat van de *Pyrosoma*, welker licht zoo treffend beschreven is door FÉRON, prof. HUXLEY en andere natuurkenners, die in de gelegenheid zijn geweest om het waar te nemen. Prof. HARTING zegt: »Deze dieren zijn hun naam van vuurlichaam verschuldigd aan het sterke licht, dat zij gedurende den nacht uitstralen, en dat aanvankelijk wit, achtereenvolgens roode, gele, groene en blauwe tinten aanneemt. Door beweging en aanraking neemt dit lichtuitstralend vermogen toe. In zoet water overgebracht, blijven de dieren tot hun dood onafgebroken voortlichten. Het licht schijnt voornamelijk uit te gaan van tallooze bruinachtige en roode stipjes, die in de lichaamsmassa verstrooid zijn. Wordt een *Pyrosoma* opengesneden onder water, dan verspreiden zich deze stipjes daarin en gaan elk voor zich voort met lichten.»

Onder de weekdieren die phosphoresceeren is *Pholas dactylus* zeker de voornaamste. Op de binnenvlakte van den mantel vindt men twee gegolfde banden en eenige driehoekige organen, gevormd door epithelium met zweepdraden: zij scheiden een lichtgevende stof af, die in ether en alcohol oplosbaar is en het uit den mantel vloeiende water verlicht. Dit licht blijft zelfs bestaan als de verrotting reeds lang is begonnen, zooals bij *Thelepus*, waarover wij boven spraken. PANCERI vond, dat koolzuur dat licht uitdoofde, maar dat het in de lucht weer begon te schijnen, wat ook vroeger reeds door JOHANNES MÜLLER in het luchtledige en in de lucht was waargenomen. Het licht is monochromatisch, en de banden hebben een vaste plaats in verband met het zounespectrum, van streep E tot streep F.

De kleine vormen onder de schaaldieren, vooral *Copepoda*, werden reeds in 1640 door KIRCHER als phosphoresceerende beschreven, en worden vermeld door de meeste schrijvers, die over het onderwerp hebben geschreven. Zoo noemt VIVIANI zeven soorten van de kust van Genoa, en TILESUS niet minder dan negentien soorten uit de reis van KRUSENSTERN. VAUGHAN THOMPSON vermeerderde onze kennis van *Sapphirina*, en dit dier is door MACARTNEY in 1810 beschreven onder den naam van *Cancer fulgens*. De meeste schrijvers zeggen, dat die kleine copepoden zich als vonkjes vertoonen op de oppervlakte van het water. Volgens LESSON komt het licht uit kliertjes op de zijden van den thorax, terwijl GIGLIOLI het lichtende orgaan van de

kosmopolitische *Sapphirina* vond in het voorste gedeelte van den thorax. Doch kapt. CHIMMO meende, dat het kwam door verteerd voedsel in de maag, en prof. MOSELEY van den »Challenger» is in sommige gevallen van het zelfde gevoelen. Het phosphoresceeren van *Euphausiidae* vormt een belangrijk hoofdstuk in de reis van den »Challenger». MURRAY zag een diffuus licht bij de Faröer, toen hij op den »Triton» met de dreg werkte; hij schreef dit toe aan de phosphoresceerende organen van *Nyctiphanes norvegica*. SARS beschrijft deze organen als samengesteld uit een reeks van gekleurde bolletjes, die een op een lens gelijkend lichaampje bevatten, 't welk als een condensator werkt, en dus het dier in staat stelt naar willekeur een schitterend licht in een bepaalde richting voort te brengen.

Het schijnt alsof het phosphoresceeren van levende visschen eerst sedert betrekkelijk korten tijd is waargenomen: immers eerst sedert de beroemde diepzee-onderzoekingen van onzen tijd, is de aandacht van den onderzoeker der natuur meer in 't bijzonder op het licht verspreiden door visschen gericht geworden. Dat doode visschen licht uitstralen, is echter sedert overoude tijden, sedert ARISTOTELES en PLINIUS, bekend, en heeft aanleiding gegeven tot vele zeer belangwekkende waarnemingen en proeven, zooals die van ROBERT BOYLE op doode wijtingen in 1667, en van dr. HULME op haringen in 1800. EHRENBERG somt evenwel meer dan vijftig levende visschen op, doch het is moeilijk te zeggen dat een van allen werkelijk gedurende het leven lichtgevend is. In vele gevallen is het waarschijnlijk, dat de onderstelde phosphorescentie van groote visschen, zooals zwaardvisschen en haaien, ontstaan is door de aanwezigheid van een groote menigte kleine phosphoresceerende diertjes in het water, zooals ook de haring een lichtglimmen veroorzaakt, als hij langs de zijden van een vischschuit schiet. Prof. MOSELEY, bij voorbeeld, zag op den »Challenger» dat als groote visschen en bruinvisschen, en ook pingoëns door phosphoresceerend water heenschoten, het des te helderder lichtte, en dat het spoor dier dieren zich vertoonde als een strook van licht. Het zelfde verschijnsel ziet men niet zelden als een visch aan den vischhoek in zee wordt opgehaald. Het is bekend dat de haringvisschers twijfelen aan een goede vangst als de zee sterk licht, want de aanwezigheid van het net in het water wekt de phosphorescentie op en verjaagt den haring.

Een van de treffendste voorbeelden van phosphorescentie bij een

levenden visch levert ons de haai die onder den naam van *Squalus fulgens* bekend is, en door dr. BENNETT bestudeerd. Het is een kleine, donkerkleurige haai, die eenige malen gevangen is, zwemmende aan de oppervlakte der zee. Hij verspreidt bij nacht een helder groen licht, en dit blijft nog eenige uren na den dood van den visch bestaan. Dat licht geven schijnt te danken te zijn aan een bijzondere uitscheiding of excretie van de huid. REINWARDT beschrijft een phosphoresceerenden visch, de *Hemiramphus lucens*, van de Molukken.

Het zou hier nu de plaats zijn om te spreken over de phosphoresceerende visschen die op groote diepten leven. In een vorig opstel in het *Album der Natuur* 1896 blz. 146 tot 148 heb ik uitvoerig over deze visschen en hun lichtgevende organen gesproken, zoodat ik meen wèl te doen den lezer naar dat opstel, getiteld: De afgronden der zee, te verwijzen. Laat ik hier nog bijvoegen wat prof. MC INTOSH zegt: In den laatsten tijd vooral is de phosphorescentie in verband gebracht met diepzee-visschen. Zoo spreekt WYVILLE THOMSON in een verslag van het eerste gedeelte van de reis van den »Challenger”, over reeksen van vlekken of klieren die een phosphoresceerende secretie voortbrengen op het lichaam van een visch, die tot de *Sternoptychidae* behoort. Een nieuwe soort van *Echiostoma*, tot de *Stomiidae* behorende, heeft twee reeksen van waarschijnlijk phosphoresceerende vlekken langs het lijf, die rood van kleur zijn met een ring van bleek violet. Dr. GUNTHER zegt, dat vele diepzeevisschen ronde, glimmende, parelmoerkleurige lichamen in de huid hebben. Hij onderstelt dat zij licht voortbrengen, daar zij bij twee soorten van *Sternoptychidae* phosphoresceerend zijn gezien. Hij bewijst verder dat het geheele slijmafscheidende stelsel in diepzee-visschen zeer ontwikkeld is, en dat het geheele lichaam met een laag slijm schijnt te zijn overtrokken, welker physiologisch gebruik onbekend is, maar die in volkomen versche exemplaren phosphoresceerend is.

Ten slotte nog een enkel woord over de verschillende meeningen ten opzichte van de oorzaak der phosphorescentie van zeedieren, namelijk of die oorzaak is electriciteit, of de beweging van het water, of de werking van bacteriën, of opslorping van licht, of de uitwerking van een levensfunctie in het dier, of de secretie van een lichtgevende stof. EHRENBURG beschouwde het als een levensverrichting gelijk aan de ontwikkeling van electriciteit, en somtijds vergezeld van de secretie van een slijmachtig vocht, dat zich rondom verspreidt. MEXEN meende



dat het was een oppervlakkige oxydatie van de slijmlaag, of een lichtende excretie uit zekere klieren. Sommigen meenden dat er een vocht hetwelk phosphorus bevatte, werd afgescheiden en dat dit een langzame verbranding onderging. Anderen dachten dat het een zenuwvloeistof was door zekere organen gewijzigd, zoodat zij zich vertoonde als licht. GOLDSTREAM meende, dat het licht te danken was aan een onweegbaar agens en dat phosphorus of een analoge stof voorkwam in de organen die het licht voortbrachten. DE QUATREFAGES zegt dat het ontwikkeld wordt op twee wegen, vooreerst door de secretie van een bijzondere stof, afgescheiden door het geheele lichaam of door bijzondere organen, en ten tweede door een levens-uiting onafhankelijk van elke stoffelijke afscheiding of uitscheiding. PANCERI was vast overtuigd van de belangrijkheid van een vet of vetachtige zelfstandigheid, in de vormen die hij onderzocht had: de phosphorescentie zou ontstaan door de langzame oxydatie van die stof.

Uit al het voorgaande is gebleken, dat al hoe vergroot onze kennis van de oorzaken van het lichten der zee in de laatste helft onzer eeuw ook mag zijn geworden, er toch in dezen nog veel voor latere onderzoekers te doen overblijft. En als de moraal van bovenstaande beschouwingen mag nog altijd aangehaald worden het beroemde gezegde van CHRISTOFORO COLON (COLUMBUS), na zijn ontdekking van Amerika geuit: *La lengua no basta para decir, ni la mano para escribir todas las maravillas del mar!* dat is, overgezet zijnde: de tong is niet voldoende om te noemen, noch de hand om te beschrijven alle wonderen van de zee!

---