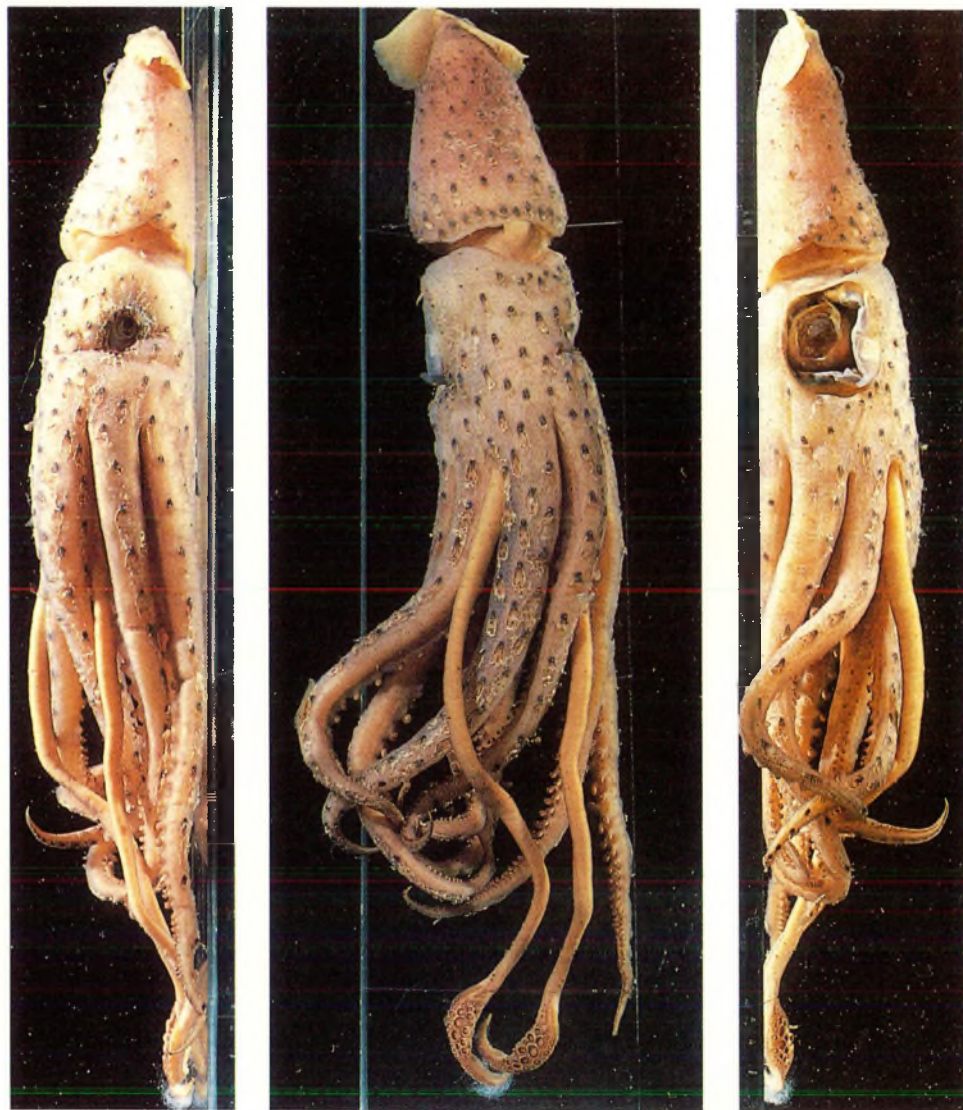


# Lichten in de diepzee

Jeroen Goud



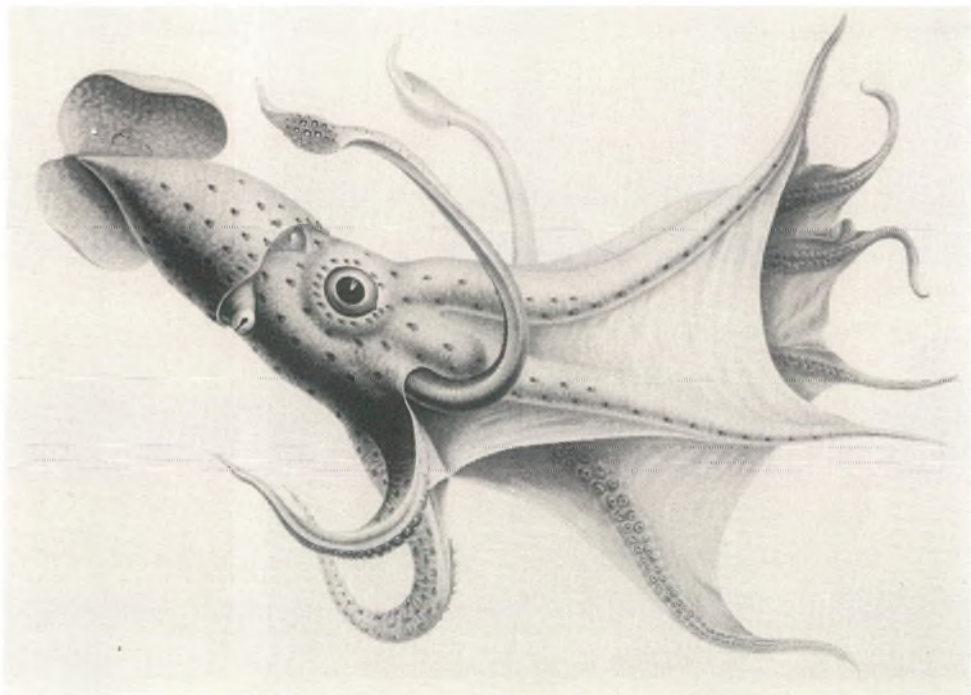
Afb. 1. *Histioteuthis hoylei* (Goodrich, 1898). Gevangen op een diepte van ca. 1300 meter. Can. Can. p. Exp. Coll. R.M.N.H. Leiden. Dit in 1982 verzamelde dier werd geprepareerd op alcohol, iets van zijn oorspronkelijke kleur is nu nog bewaard gebleven. De buikzijde toont vele samengestelde lichtgevende orgaantjes. Het linker oog is aanmerkelijk groter dan het rechter (zie tekst).

De productie van licht door levende organismen, ook wel aangeduid als bioluminescentie, is een verschijnsel dat reeds lang bekend is. De bekende voorbeelden van het vuurvliegje en het lichten van de zee, dit laatste veroorzaakt door het massaal voorkomen van de eencellige zeevonk, zijn al uit de verre oudheid bekend.

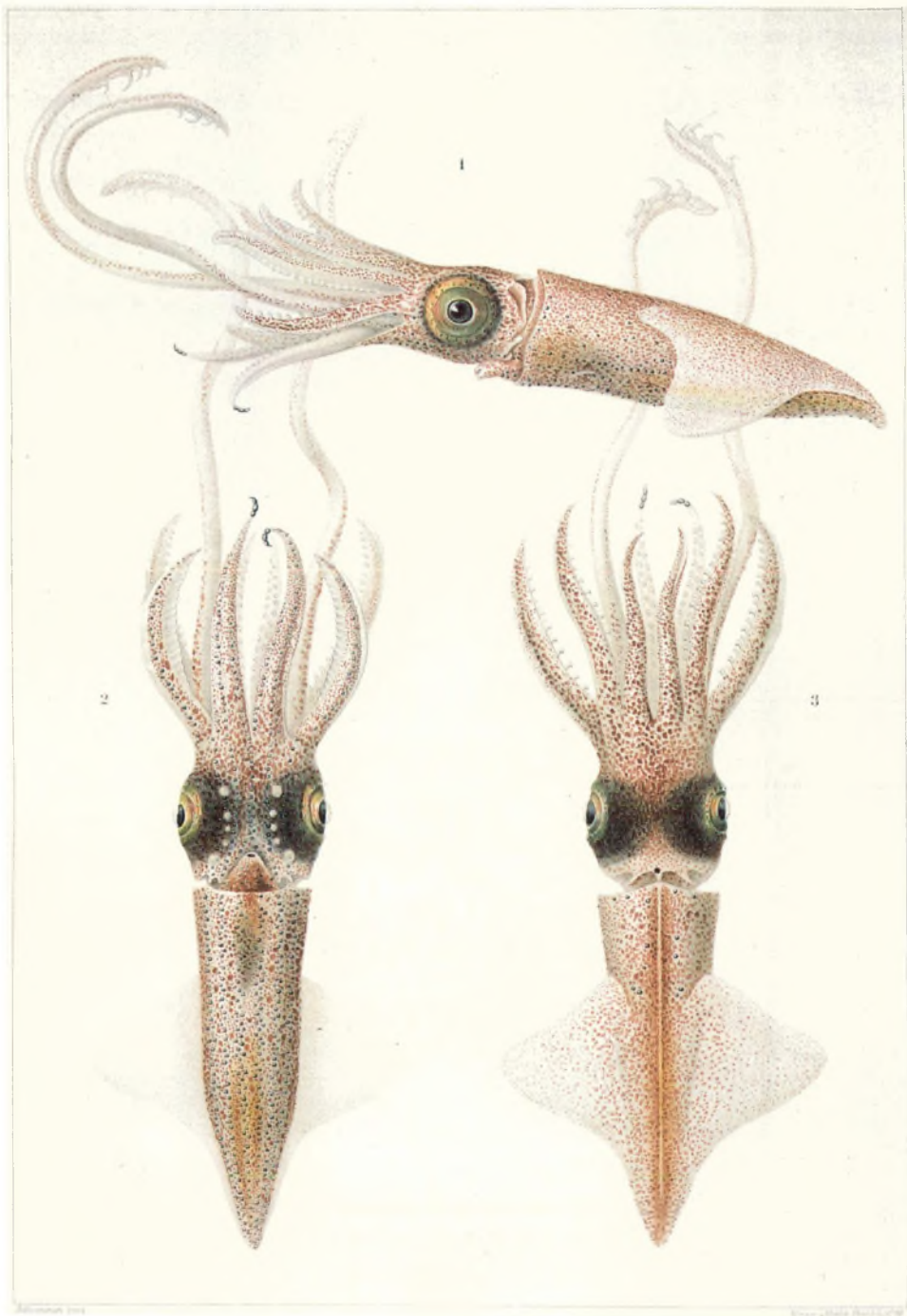
Een eerste melding van bioluminescentie door dieren uit de diepzee treffen we pas bij Darwin aan. Hij meldt de waarneming van enige lichtgevende Octopoden. Vermoedelijk zullen dit andere inktvissen zijn geweest omdat het lichtgeven van octopussoorten hedentendage nog steeds niet is aangetoond.

De eerste werkelijke beschrijving van lichtgevend inktvissen komt pas in 1851 in de literatuur

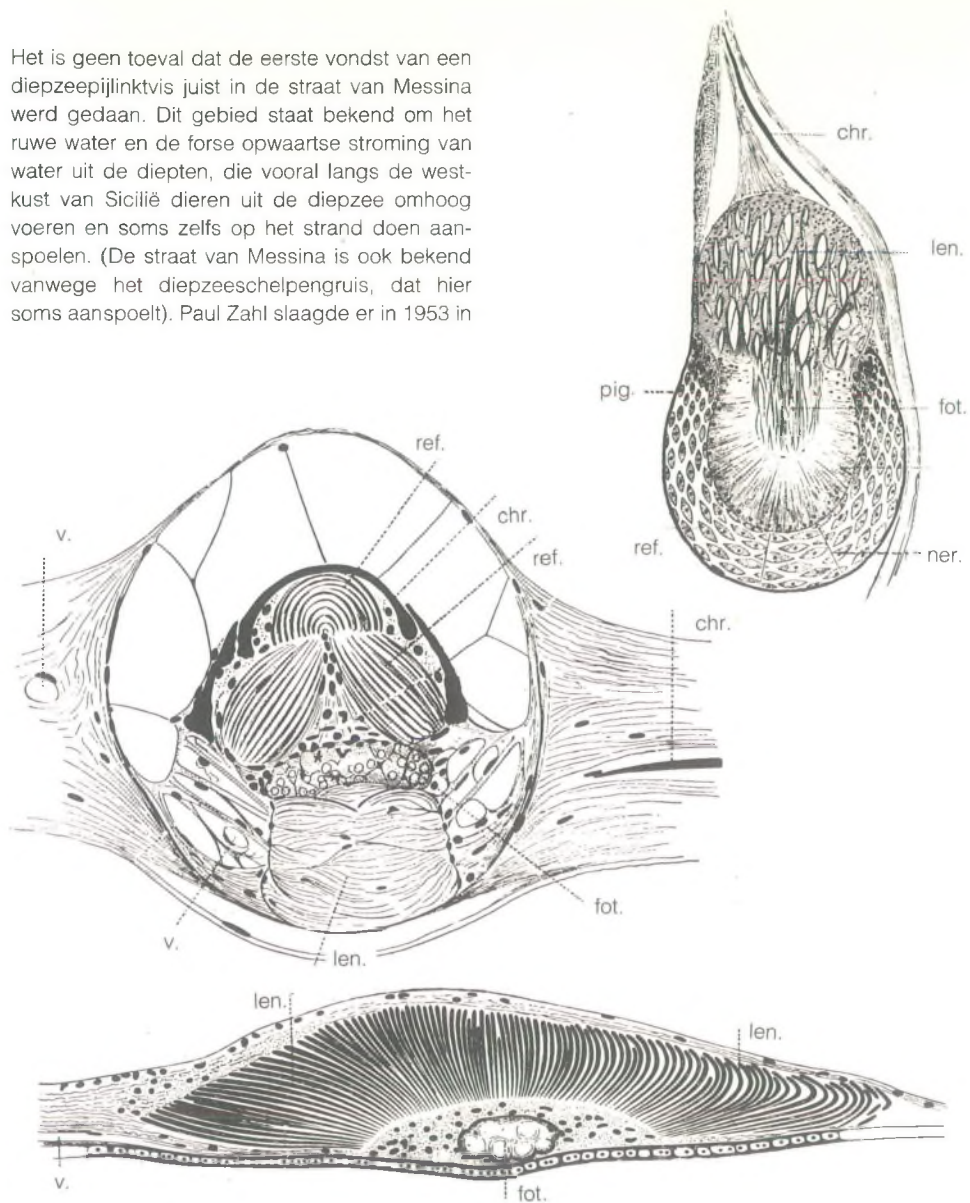
voor. Verany beschrijft dan in enthousiaste en overtuigende bewoordingen de lichtverschijnselen van *Histioteuthis bonelliana* zoals hij deze door hem gevonden diepzeepijinktvis noemt. Reeds in september 1834 werd deze soort door diepwatervissers bij Nizza (straat van Messina) ontdekt. Verany schrijft over merkwaardige blauwe vlekken op de buikzijde van de mantel en de armen die 's nachts 'phosphoriseren'. *H. bonelli* (Férussac, 1835), zoals deze soort thans genoemd wordt, heeft zoals u op afb. 1 kunt zien aan de buikzijde inderdaad een fraaie felle kleur, maar als we goed kijken zien we ook vele kleine ronde korreltjes in de huid liggen. Dit blijken licht producerende orgaantjes te zijn, kortweg lichtorgaantjes, of ook wel fotoforen genoemd.



Afb. 2. *Histioteuthis ruppelli* Verany. Exemplaar van Nizza, straat van Messina, Sicilië. Naar Chun.  
Afb. 3. Plaat V uit Chun. *Abrialopsis morisii* Verany. Ware grootte. ▶



Het is geen toeval dat de eerste vondst van een diepzeepijlinktvis juist in de straat van Messina werd gedaan. Dit gebied staat bekend om het ruwe water en de forse opwaartse stroming van water uit de diepten, die vooral langs de westkust van Sicilië dieren uit de diepzee omhoog voeren en soms zelfs op het strand doen aanspoelen. (De straat van Messina is ook bekend vanwege het diepzeeschelpengruis, dat hier soms aanspoelt). Paul Zahl slaagde er in 1953 in



Afb. 4. Van boven naar beneden: Fotoforen van resp. *Histioteuthis hoylei*, *Abrialopsis morisii* Verany – huidorgaantje, *Idem* – oogorgaantje. Naar Chun.

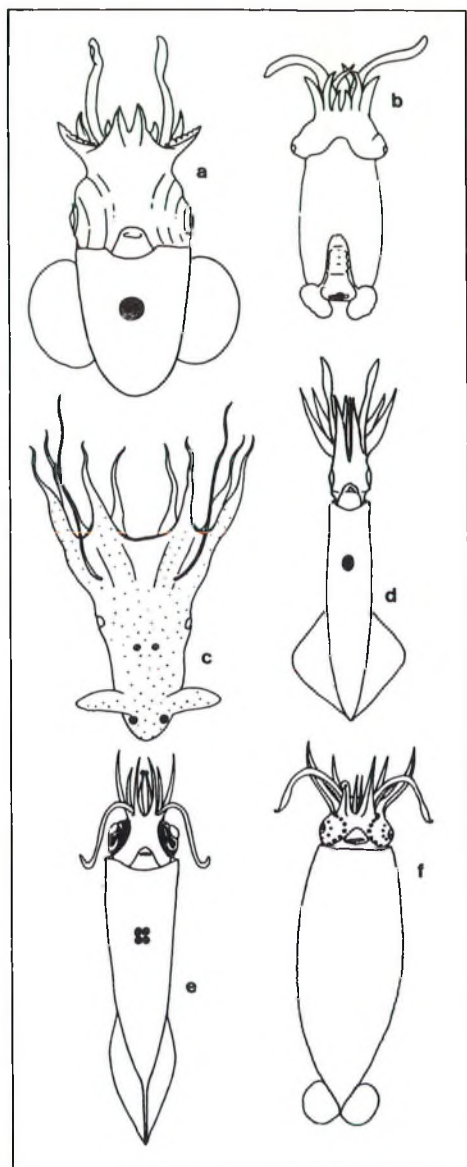
Afkortingen: chr. = kleurfilter, fot. = lichtende cellen, len. = lensje, ner. = zenuw, pig. = pigmentbeker, ref. = reflector, v. = bloedvat.

om in dit gebied foto's te maken van diepzeekinkt-  
vissen die met de stroming omhoog gevoerd  
waren tot op een diepte, waarop vissers ze in  
hun netten aantreffen. Na Jean Baptiste Verany  
waren het Joubin en vooral ook Carl Chun die  
door de verbeterde vistechieken in staat waren  
om rond 1900 de eerste uitgebreide onderzoe-  
ken te plegen naar in de diepzee levende inkt-  
vissen.

Louis Joubin publiceert van 1895 – 1924 de  
resultaten van het diepzeesonderzoek, uitge-  
voerd met de Princesse-Alice, onderzoekvaar-  
tuig van het Instituut van Monaco. Carl Chun  
publiceert in 1910 en 1915 in drie lijvige delen  
met in totaal 95 kleurplaten de resultaten van de  
door hem in 1898-1899 geleide diepzeee-xpedi-  
tie met de 'Valdivia'. De schitterende platen die  
in de boeken van Chun zijn opgenomen zijn  
werkelijk onovertroffen. Nog steeds worden ze  
gebruikt als illustratie in artikelen en overzichts-  
werken (o.a. Grzimeks Tierleben). Op neven-  
staande pagina ziet u een van de fraaiste.

Chun beschrijft de problemen die hij ondervond  
bij het diep dreggen. Slechts weinig jonge inkt-  
vissen, waarvan de verwantschap steeds moei-  
lijker te bepalen is, zijn op diepten tot 1500 meter  
gevangen. Vooral de afsluitbare netten blijken  
ongeschikt om deze snelzwemmende dieren te  
vangen. De verticale netten (waarbij de vangst-  
diepte niet te bepalen is) leveren slechts nu en  
dan een volwassen exemplaar op. Bij het opha-  
len van de trawl blijft soms een volwassen exem-  
plaar in het net hangen.

De dieren op deze wijze naar boven gehaald  
waren steeds beschadigd en het lukte slechts bij  
hoge uitzondering om een exemplaar voor enige  
tijd in leven te houden. Twee kleine inktvisje  
– *Lycoteuthis diadema* – werden enige dagen op  
gekoeld water in leven gehouden. Onder de  
indruk van hun schoonheid schreef Chun: 'Men  
krijgt de indruk dat het lichaam getooid is met  
een diadeem van fonkelende edelstenen. Het  
middelste gedeelte van het lichtorgaan straalde  
een ultramarijnblauw uit, de zijanten vertoonden  
een prachtige parelglans. De lichtorganen die  
meer naar beneden gericht waren gaven een



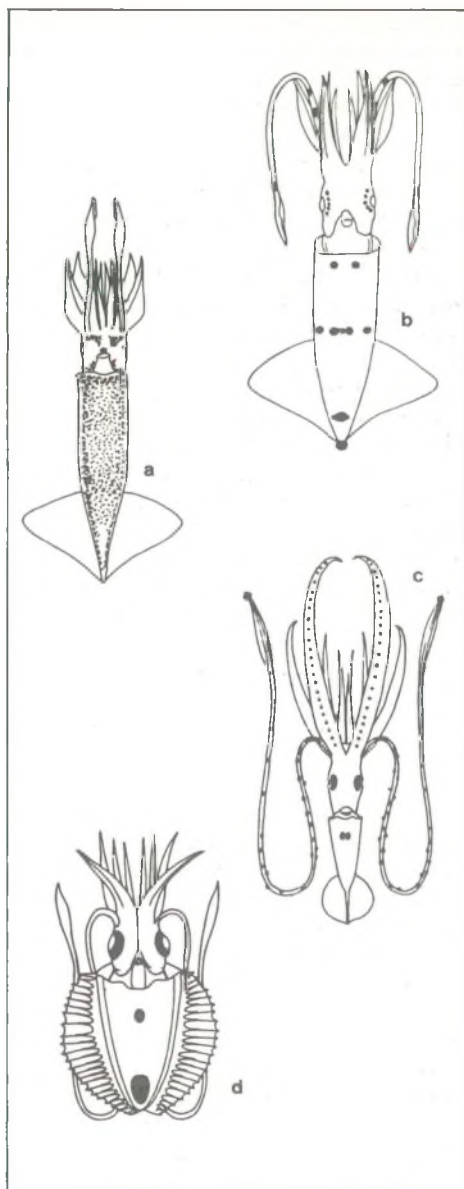
Afb. 5. Positie van lichtgevende organen bij inkt-  
vissen: a) *Sepiolina*, b) *Spirula*, c) *Vampyrotek-*  
*this*, d) *Loligo*, e) *Phasmatopsis* (*Cranchiidae*), f)  
*Cranchia*. Naar Herring.

robijnrood licht, de naar boven gerichte waren sneeuwwit of parelachtig, maar in het midden waren ze parelblauw. Het was een fantastisch gezicht. Een van de best bestudeerde lichtgevende inktvissen is de Japanse hotaru-ika, de vuurvliegpilinktvis – *Watasenia scintillans* (Berry, 1911). Een ca. 10 cm lang diertje dat leeft in de diepte van de Japanse Zee. Zoals de vuurvlieg waar hij naar werd genoemd, is ook hij in staat het licht aan en uit te doen flitsen, soms kort soms tot 30 seconden lang. Zijn bekendheid heeft hij te danken aan het feit dat hij elk jaar tussen april en juni naar het oppervlakte water van de Toyama Bay komt om te paren. Ze hebben drie tamelijk grote fotoforen op de uiteinden van de twee langste armen en vele kleine op de rest hiervan. De ogen zijn bezet met ieder vijf kleinere fotoforen, het lichaam is verder bezaaid met vele minuscule lichtorgaantjes. De fotoforen op de uiteinden kunnen onafhankelijk flitsen, tezamen of ieder voor zich. Hun licht is feller dan van die op de ogen of de rest van het lichaam. Chiyomatsu Ishikawa schrijft: 'Je ziet slechts twee lichtende bolletjes door het water bewegen met de gloed van een elektrische vonk; de wuivende bewegingen van de armen geven het een vreemd effect'. Shozaburo Watase vermeldt dat bij nacht de fotofoortjes op de mantel zo helder schijnen als de sterren aan de hemel.

Luminescentie komt bij vele soorten organismen in de diepzee voor. Twee groepen, te weten de vissen en de inktvissen, tonen de grootste diversiteit en complexiteit die we ons voor kunnen stellen. Opvallend is dat zowel de structuur als de verspreiding van de luminescentieorganen grote overeenkomsten vertonen. Het is ongetwijfeld te wijten aan de gelijkenis in leefmilieu en de gelijkenis in levenswijze waardoor deze groepen zich zo overeenkomstig hebben ontwikkeld.

#### DRIE VERSCHILLENDE TYPEN

Luminescentie bij inktvissen beperkt zich tot de Sepioidea (zeekat-achtigen), de Teuthoidea (diepzeepilinktvis) en *Vampyroteuthis infernalis* Chun, 1903 ('helse vampierinktvis').



Afb. 6. Positie van lichtgevende organen bij inktvissen: a) *Ommastrephes*, b) *Lycoteuthis*, c) *Chiroteuthis*, d) *Ctenopteryx*. Naar Herring.

Bij de Sepioidea, o.a. bij de geslachten *Rossia* en *Sepioteuthis* en ook bij enkele *Loligo*-soorten bevindt zich alleen een gepaard orgaan tegen de inktzak aan, vlakbij de anus. In dit orgaan leven in symbiose zgn. luminescerende bacteriën.

Het licht is gewoonlijk zichtbaar als een zweem in de mantelholte van het dier, of uitgestoten als wolken in het omringende zeewater.

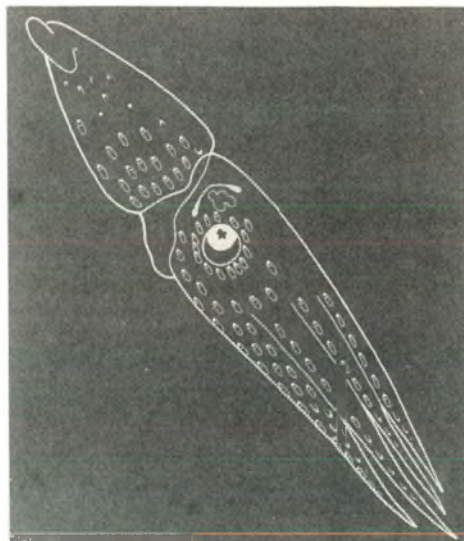
Ook bij *Spirula*, het posthoorninktvisje zijn in een ringvormig orgaan tussen de staartvinnetjes luminescerende bacteriën aangetroffen.

Bij verreweg de meeste lichtgevende inktvissen wordt het licht niet door bacteriën maar door klierwerking van de dieren zelf veroorzaakt. De variatie van deze organen is bijzonder groot; sommige zoals *Vampyroteuthis* bezitten hele eenvoudige orgaantjes bestaande uit een eenvoudig pigmentbekertje, andere daarentegen, zoals bijvoorbeeld de reeds genoemde *Histioteuthis*, hebben bijzonder complexe structuren voorzien van optische hulpmiddeltjes zoals lenzen, filters en reflectoren. De werking van dergelijke orgaantjes verklaren bijvoorbeeld de waarnemingen van de Japanner Watase die over schijnwerpertjes en een effect als 'sterren aan de hemel' sprak.

Deze laatstgenoemde organen noemen we de samengestelde organen. Van de verschillende dieren die Carl Chun tijdens zijn expedities verzamelde, zijn in zijn boeken vele verschillende vormen getekend en beschreven; de illustraties tonen een enorme diversiteit aan samengestelde lichtorgaantjes (afb. 4). Een derde vorm van luminescentie treffen we aan bij onder andere de *Ommastrephidae*. Hierbij liggen in de spiermassa's vele kleine lichtgevende stukjes weefsel ingebed.

#### VERSPREIDING OVER HET LICHAAM.

De positie van de lichtgevende orgaantjes heeft veel te maken met de functie die we er aan moeten toekennen. De meest voorkomende fotoforen liggen met vele bijeen in de oppervlakkige weefsels (huid en spier) van het lichaam. Bij *Abraliopsis* (afb. 3), *Watasenia* en *Histioteuthis* (afb. 2) zijn grote delen van de buikzijde soms



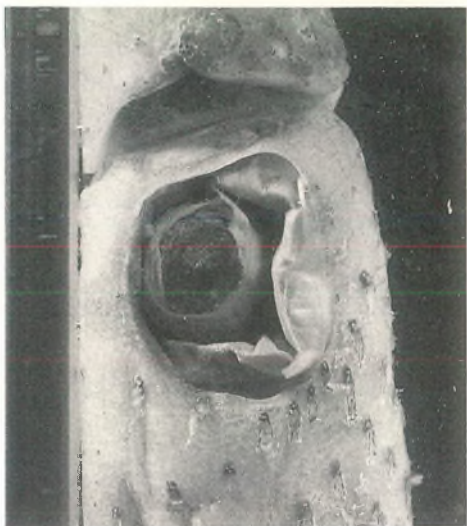
Afb. 7. *Histioteuthis dofleini*. Zwemhouding in zij aanzicht, de fotoforen aan ventrale zijde zichtbaar.

wel met duizenden kleine fotoforen bedekt, soms netjes in rijen gerangschikt. Bij *Ommastrephes* zijn de lichtgevende weefselvlekjes soms aan de rugzijde verspreid.

Bij *Vampyroteuthis* zijn de huidfotoforen ruim verspreid op alle delen van het lichaam en de buitenzijde van de tentakelkrans terug te vinden (afb. 5c).

Bijzonder kenmerkend zijn de bij vele inktvissoorten rond het oog gelegen grotere fotoforen. Bij vele verschillende families komen we zeer uiteenlopende typen fotoforen tegen. Ze komen voor zowel op de oogbol als in cirkels rond het oog. Sommige lijken qua structuur veel op de fotoforen op de lichaamswand (*Histioteuthis*), andere zijn verschillend in kleur en structuur (bijv. *Lycoteuthis*). De op de oogbol gelegen fotoforen kunnen eenvoudig cirkelvormig zijn, ringvormig of soms halve-maانvormig (*Cranchiidae*, zie afb. 5f).

Het rechteroog van *Histioteuthis* is klein en heeft een zestiental op de in de huid gelegen fotoforen gelijkende orgaantjes om zich heen liggen; het



Afb. 8. Links: het rechteroog van *H. hoylei* is veel groter dan het linkeroog en zonder fotoforen. Exemplaar van *Can.Cap.Exp.* 1982. Coll. R.M.N.H. Leiden.

linkeroog daarentegen is veel groter en heeft geen enkele fotofoor (afb. 8). De functie hiervan is nog niet met zekerheid vastgesteld; verondersteld wordt wel dat het linker oog dient om het spaarzame zonlicht van de oppervlakte op te vangen en het kleine rechteroog met zijn vele op schijnwerpers lijkende fotoforen dient om de duisternis van de diepzee op te lichten. De grote hoeveelheden lichtgevendende orgaantjes aan de buikzijde doen vermoeden dat de dieren hiervan gebruik maken bij bijvoorbeeld het voedsel zoeken. Dit is een mogelijkheid, we kunnen echter ook denken aan communicatie tussen de soortgenoten, aan afschrikken van vijanden of wellicht aan een functie bij de paring. Onderzoek hiervan is uiterst moeilijk, de dieren zijn niet of nauwelijks in hun habitat te bestuderen, terwijl het houden in aquaria tot de onmogelijkheden lijkt te behoren. Onderzoekers baseren veel gegevens op wat anatomisch verklaarbaar is of wat in vergelijking aan waarnemingen bij diepzeevissen aannemelijk lijkt.

#### SCHADUW ALS CAMOUFLAGE

Een theorie die erg veel opgang maakt is de schaduwwerkingstheorie. Deze houdt in dat de inktvis zijn buikzijde zo sterk verlicht dat hij van de onderzijde gezien net zo licht is als het doorvallende licht vanaf de oppervlakte. Een inktvis zonder ventrale verlichting vormt een donkere schaduw tegen de door zonlicht verlichte wateroppervlakte. Door zijn schaduw te verlichten is hij gecamoufleerd tegen de lichtere zeespiegel. Zo is het ook verklaarbaar dat de inktvissen 's nachts naar hogere waterlagen zwemmen om te fourageren. Het effect van maanlicht is veel minder dan van het zonlicht; zij zijn dan al veel meer gecamoufleerd door de duisternis die er heerst. Een andere aanwijzing voor deze theorie is het feit dat de samengestelde fotoforen zoals die bij *Histioteuthis* aan de buikzijde voorkomen voorzien zijn van kleurfilters die blauw licht doorlaten, qua kleur overeenkomend met het gefilterde blauwachtige oppervlaktelicht.

Met enige durf kunnen we veronderstellen dat alle functies die kleuren en kleurveranderingen bij dieren uit de ondiepe wateren hebben bij dieren in de diepzee door luminescentiever-schijnselen worden verricht.

#### LITERATUUR

- CHUN, C., 1910. Die Cephalopoden. *Wiss. Ergebn. dt. Tiefsee-Exped., „Valdivia“* 18:1-552.
- HERRING, P.J., 1977. Luminescence in Cephalopods and Fisch. *Symp. zool Soc. Lond.* No. 38, 127-159.
- ISHIKAWA, C., 1913. Einige Bemerkungen über den leuchtenden Tintenfisch, *Watasenia* nov.gen. (Abralopsis der Autoren) *scintillans*, Berry, aus Japan. *Zool. Anz.* 43:162-167.
- JOUBIN, J.B., 1893. Recherches sur l'appareil lumineux d'un céphalopode: *Histioteuthis ruppelli*, Verany. *Bull. Soc. sci. méd. Quest* 2: 49-78.
- LANE, F.W., 1957. *Kingdom of the Octopus*. London.
- NESIS, K.N. 1987. *Cephalopods of the World*. Moscow.
- YOUNG, R.E., 1977. Ventral bioluminescent countershading in midwater cephalopods. *Symp. zool. Soc.Lond.* Na 38, 161-190.
- ZAHL, P.A., 1953. Fishing in the whirlpool of Charybdis. *Nat. geogr. Mag.* vol. 104 (5): 579-618.