

De kleuren van vissen

door Mr. W. Faber

KLEUREN

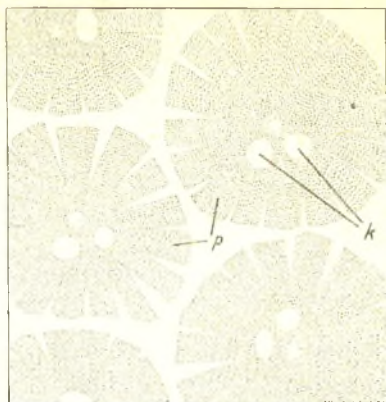
Opvallend is de schoonheid der kleuren van vele vissoorten. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat men allang heeft getracht iets meer te weten te komen over het hoe en waarom van deze kleuren. Alvorens hierover iets meer te vertellen, is het echter dienstig even stil te staan bij de kleuren zelf. Kleuren zijn lichtstralen met verschillende golflengten. Afhankelijk van de golflengte van de lichtstraal nemen we dus een bepaalde kleur waar. Het witte licht, zoals het zonlicht, is een mengsel. Om kleuren te kunnen waarnemen, moet het witte licht eerst uiteenvallen. Dit gebeurt op twee manieren.

De eerste methode is de breking van de lichtstralen. Iedereen kent de regenboog, het gevolg van lichtbreking door het vallende water. De slijmhuud, een los samenhangend weefsel over de schubben dat door een heel dun vliesje tegen afspoeling wordt beschermd, breekt bij sommige vissoorten de lichtstralen. Men krijgt dan een fantastisch kleurenspeel, maar uitsluitend tengevolge van wisselende lichtval. Deze kleuren, iriserende of structuurkleuren genaamd, verdwijnen uiteraard spoedig na de dood.

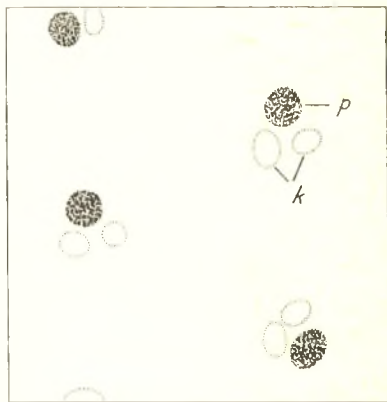
De andere methode is de absorptie van golflengten. Men neemt dan niet de vastgehouden, maar teruggekaatste golflengten als kleuren waar. Voor die absorptie bevatten sommige cellen bepaalde kleurstoffen, pigment geheten. De pigmentmakende cellen noemt men chromatoforen (letterlijk kleurdragers). Bij verschillende diersoorten, waaronder talrijke vissen, hebben deze cellen de mogelijkheid het pigment te spreiden en weer te concentreren, waardoor respectievelijk donkere en lichte schakeringen van de kleur worden verkregen. Zie afbeelding 1 a en b. Bevinden zich verschillende kleurstoffen bijeen, dan ontstaan mengkleuren. Kleurverandering is dan weer een gevolg van de werking van de diverse kleurstoffen in de cellen. Deze kleuren heten in tegenstelling tot de structuurkleuren pigmentkleuren.

KLEURWAARNEMING

Kleuren zullen alleen dan betekenis hebben, wanneer ook de mogelijkheid tot waarneming ervan bestaat. Dit roept onmiddellijk de vraag op, of vissen kleuren kunnen zien. Proeven hebben geleerd, dat die vraag althans voor een aantal soorten bevestigend beantwoord moet

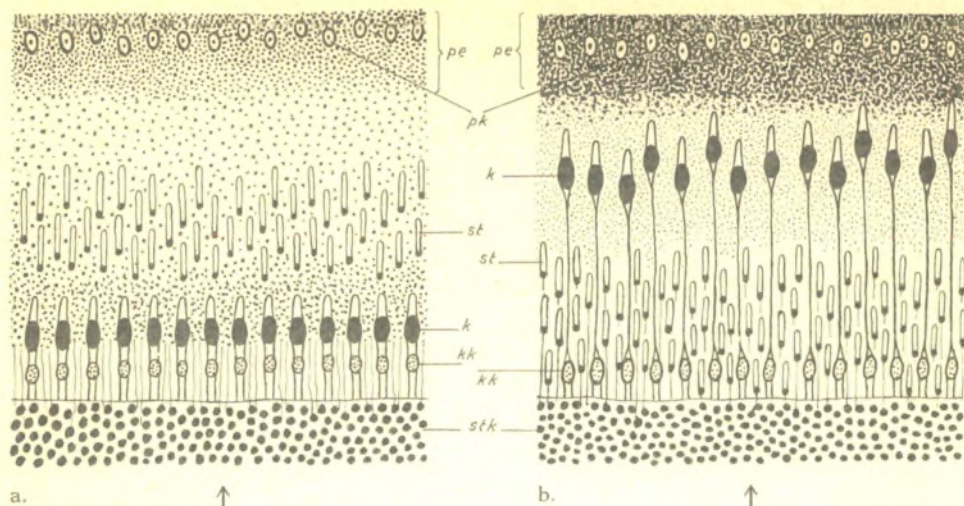


a.



b.

Afb. 1. a: pigment over de gehele cel gespreid. b: pigment geconcentreerd. p — pigment, k — kern. (Schematisch naar Wurmbach).



Afb. 2. Bij heldere lichtinval (pijl) treden de staafjesdragende cellen terug (a), bij schemering de kegeltjesdragende (b). pe — pigmentepitheel, pk — pigmentkernen, st — staafjes, k — kegeltjes, kk — kernen van kegeltjesdragende cellen, stk — kernen van staafjesdragende cellen. (Schematisch naar von Frisch).

worden. Gebleken is namelijk, dat deze vissen aan de hand van de kleur een voedselbakje kunnen uitzoeken. Bovendien bezitten vele vissen de voor kleurwaarneming noodzakelijke zintuigcellen in het netvlies. Dit zijn de zogenaamde kegeltjes cellen in tegenstelling tot de staafjes cellen, welke uitsluitend bestemd zijn voor het waarnemen van licht en donker. Door de belichting van de kegeltjes, die de kleur waarnemen, heeft afhankelijk van de golflengte een chemisch proces plaats. Dit veroorzaakt een bepaalde prikkel, die tenslotte resulteert in het waarnemen van een kleur. Zie afbeelding 2 a en b.

Voor het zien van kleuren is dus licht nodig. Het behoeft dan ook nauwelijks te verwonderen, dat de Afrikaanse grottenvis — *Caecobarbus* sp. — die in grotten leeft waar ieder licht ontbreekt, zowel oogloos als kleurloos is. In het algemeen zullen kleuren minder goed waarneembaar zijn naarmate men dieper in het water komt. Daar wordt teveel licht teruggekaatst en geabsorbeerd. In het bijzonder geldt dit voor de diepzee, waar het onderscheiden van licht en donker van veel groter belang is. Het is trouwens ieder uit eigen waarneming bekend, dat eveneens bij schemering de kleurenzin verloren gaat. Dan mislukt ook de dressuur met de voerbakjes. Deze mislukking is tevens een aanwijzing, dat het vinden van het juiste voerbakje niet geschiedt met behulp van andersoortige zintuigelijke waarneming, zoals b.v. met de reukzin.

Al moet men dus tot de conclusie komen, dat sommige vissoorten kleurenzin hebben, dit zegt nog niet welke kleuren zij kunnen waarnemen. Het is zelfs de vraag of vissen de kleuren op dezelfde wijze waarnemen als de mens. Hier is nog veel onduidelijk, maar het is goed erop te wijzen dat de natuurlijke neiging van de mens om de resultaten van eigen waarneming als het enige uitgangspunt te nemen, niet juist is. Dit is temeer duidelijk, wanneer men beseft, dat ook het menselijk gezichtsvermogen niet in staat is alle kleuren waar te nemen. Men denke maar aan infrarood en ultraviolet. Er zijn aanwijzingen, dat sommige vissen in dit opzicht juist wel waarnemingen kunnen doen.

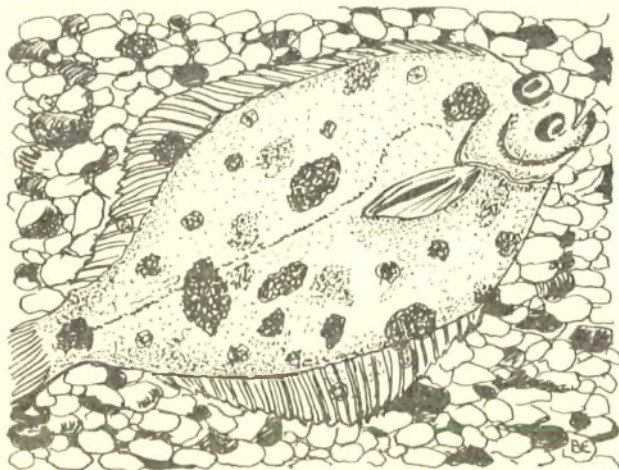
DE FUNCTIE VAN DE KLEUR

Over de kleurfunctie bij vissen is evenmin alles even duidelijk. Soms lijkt het wel alsof de veelheid van de prachtigste kleuren, zoals in de koraalfauna, geen enkele functie heeft. Vooropgesteld moet worden, dat deze eerste indruk ontstaat bij vergelijking met talrijke kleursituaties in de rest van de fauna en flora. Men mag evenwel niet vergeten, dat juist over het leven onder water nog lang zoveel niet bekend is, omdat nu eenmaal de waarnemingsmogelijkheden minder zijn. Het gaat dan ook niet aan om aan bepaalde verschijnselen iedere betekenis te ontzeggen, alleen omdat men daarvoor nog geen verklaring heeft. Dit alles neemt niet weg, dat er toch wel voldoende voorbeelden zijn, waardoor het mogelijk is aan bepaalde kleursituaties een biologische functie toe te kennen. Er zijn zelfs verschillende van die functies.

Het meest voor de hand ligt het aan te nemen, dat de aan de omgeving aangepaste kleuren de drager ervan in de gelegenheid stellen zich aan de aandacht van andere dieren te onttrekken. Zeer mooie voorbeelden hiervan vindt men bij de platvissen — Heterosomata. Talrijke vertegenwoordigers van deze orde kunnen zich in meer of mindere mate aanpassen aan de bodem waarop zij zich bevinden. Het is vrijwel zeker, dat de daarbij optredende kleurverandering, welke bestaat uit lichter en donkerder worden tengevolge van de pigmentwerking, in directe relatie staat tot de waarnemingen van het dier. Proeven in aquaria met een deels licht en een deels donker gekleurde bodem hebben uitgewezen, dat de kleur van de ondergrond in de omgeving van de ogen doorslaggevend is. Dat een aanzienlijk gedeelte van het lichaam zich bevond op een andersgekleurd gedeelte van de bodem, had op de kleur aanpassing geen invloed. Trouwens, wordt de vis van zijn gezichtsvermogen beroofd, dan treedt nauwelijks meer enige kleurverandering op.

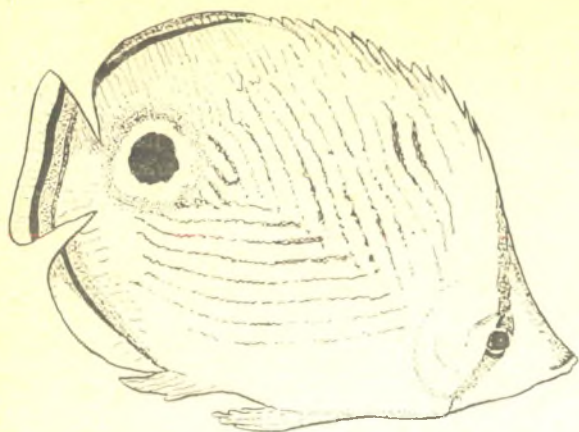
Een schutkleur behoeft stellig niet altijd te dienen als bescherming tegen eventuele vijanden. De Zuidamerikaanse bladvis — *Monocirrhus polycanthus* — lijkt door vorm en kleur zeer veel op de boombladeren, die in zijn verspreidingsgebied in het water drijven. Een vlezige taster aan de kin geeft daarbij de indruk van een bladsteeltje. Aldus drijvende wacht het dier totdat zijn prooi in de onmiddellijke omgeving is en slaat dan toe. De kleur dient hier dus veeleer om de slachtoffers te misleiden.

Kan dus de schutkleur bescherming verlenen tegen mogelijke vijanden, naar men veronderstelt, kunnen in dit opzicht ook zeer felle kleuren een dienst bewijzen. Als afschrikmiddel zouden dergelijke kleuren dienst



doen bij koffervissen — Tettaodontidae — en schorpioenvissen — Scorpaenidae. Bij het toekennen van deze functie moet men echter zeer voorzichtig zijn, omdat het daarbij dikwijls gaat om vissen, die ongenietbaar of soms zelfs giftig zijn, zodat het de vraag is of aan een afschrikwek-

Afdb. 3. Een schol — *Pleuronectus platessa* — past zich aan de grindbodem aan. Donkere vlekken in zijn huid imiteren de donkere kiezelstenen.



Afb. 4. *Chaetodon capistratus* met „vals oog”.

nimmer voorkomt bij in scholen levende vissen. (Haring inderdaad niet, maar Makreel?! Red.)

KLEURVERANDERING

Bij pigmentkleuren kan kleurverandering het gevolg zijn van het aanmaken van andere kleurstoffen of van de hiervoor reeds besproken werking van het pigment binnen de cel. Het zal duidelijk zijn, dat kleurverandering door nieuwe kleurstoffen een procedé op langere termijn is. Zij kan optreden tijdens de groei. Voor jonge dieren zijn de levensomstandigheden nu eenmaal dikwijls verschillend van die voor volwassen exemplaren. Het is dus niet zo verwonderlijk, dat het kleurpatroon van jonge vissen aanzienlijk kan verschillen van dat van hun ouders. Een mooi voorbeeld hiervan is beschreven door Dr. C. M. Breder. Ten zuiden van Florida leeft de *Chaetodipterus faber*, waarvan de jonge exemplaren leven op een ondergrond van wit zand. Zij zijn echter zwart en steken derhalve scherp af. Juist daardoor lijken zij sterk op de zaadhulzen van de mangroven, die op ondiepe plaatsen op het zand liggen. Later, wanneer die gelijkenis door de omvang niet meer zo opgaat, verdwijnen zij naar diepere wateren en krijgen de bij hun volwassen staat behorende kleuren, een streep patroon. Ook bij de lipvissen — Labridae — wijzigen de kleuren zich bij opgroeiende exemplaren.

De kleurontwikkeling bij vrouwelijke en mannelijke vissen van dezelfde soort is niet altijd gelijk. Zij kunnen wat kleur betreft onderling zo sterk verschillen, dat dit zelfs tot vergissingen heeft geleid bij de vaststelling van de soorten. Nabij de kust van de Bermuda-eilanden onderscheidde men aanvankelijk de oranjeblauwe papegaaivis — *Scarus taeniopterus* — en een bruin witte soort — *Scarus croicensis*. Onderzoekingen van Winn en Bardach brachten aan het licht, dat de eerste soort uitsluitend mannelijke en de tweede soort alleen vrouwelijke dieren bevatte. Injecties met mannelijke hormonen bij vrouwelijke exemplaren bewerkstelligden het kleurpatroon van de mannelijke dieren, zodat men wel tot de conclusie moest komen met één soort te maken te hebben.

Blijkt uit deze hormoonproeven het belang van hormonen bij kleurverandering, ook het zenuwstelsel speelt hierbij een belangrijke rol. Welke invloeden van doorslaggevende betekenis is niet altijd even duidelijk. Volgens Heidermanns bewerkstelligen de zenuwprikkels een

kende kleur voor het dier zelf wel behoefte bestaat. Zo ook staat het geenszins vast, dat de zwarte vlek, welke sommige vissen, zoals *Chelmon rostratus* en *Chaetodon capistratus*, ter hoogte van de staart bezitten als een soort vals oog eventuele vijanden kan misleiden. Zie afbeelding 4.

Kleuren hebben stellig niet alleen betekenis ten opzichte van vijand of prooi, maar ook in de relatie tot soortgenoten. Dit kan zijn bij de verdediging van het woongebied tegenover indringers, het kan eveneens zijn bij het aandacht trekken van het wijfje in de paaitijd. Het is in ieder geval opvallend, dat een contrastrijk kleurenpatroon vrijwel

Afb. 5.

Tussen grillige korallen bij de Bermuda-eilanden zwemmen koraalvissen met kleurpatronen die aan het ongehooflijke grenzen.

Deze foto werd ontleend aan: De wereld der dieren - vissen, uitgegeven door W. Gaade, Den Haag.



snelle tot zeer snelle kleurverandering, maar geschiedt de hormonale regulatie van de kleur in de regel over een langer tijdsbestek. Hoe snel kleurverandering kan plaats grijpen blijkt uit waarnemingen bij *Epinephelus striatus*, een tot de zeebaarzen behorende vis, die voorkomt bij de Nassau-eilanden en niet voor niets de bijnaam genieet van Kameleon der zee. Bij deze gestreepte vis, die volgens sommige waarnemers wel acht duidelijke kleuren, variërende van donkerbruin tot roomwit kan aannemen, kunnen drie of vier fasen binnen één minuut worden doorlopen. Ook de blauwgevekte Argusvis — *Cephalopholis argus* — een aquariumvis — staat bekend om zijn snelle kleurveranderingen.

Zijn het hormonale invloeden of zenuwprikkels, die de kleurverandering bewerkstelligen, dit gebeurt natuurlijk niet zomaar, doch ten gevolge van oorzaken van buitenaf.

We hebben al gezien bij de platvissen, dat waarneming met de ogen tot kleurverandering aanleiding kan geven. Andere dergelijke factoren zijn licht, temperatuur en psychische opwinding. Het is vooral dit laatste, waaraan men denkt bij kleurveranderingen in de paaitijd. Een voorbeeld hiervan blijkt uit de waarnemingen van Dr. Wilson in het Plymouth-aquarium bij het mannetje van *Labrus ossifagus*. Deze verbleekt op de kop en het voorste gedeelte van de rug totdat het wijfje hem naar de nestkuil volgt voor het afzetten van de eieren. Een ander voorbeeld van kleurverandering in de paaitijd geeft de pitvis — *Callionymus lyra* — te zien. Is deze vis normaal bruinwit met wit aan de onderzijde, in de paaitijd wordt het mannetje blauwpaars en krijgen de borstvinnen oranje stralen. Hij is dan bovendien bijzonder aggressief tegenover zijn mannelijke soortgenoten. Zie afbeelding 6.

Nog in geheel andere omstandigheden spelen kleuren en kleurverandering een rol en wel bij

het wegvangen van huidparasieten bij de ene soort door de andere, een verschijnsel dat vooral in de tropische zeeën veelvuldig voorkomt. Hoewel hierover nog weinig bekend is, lijkt het niet onaannemelijk, dat kleur en gedrag van de schoonmakers betekenis hebben voor hun klanten. Doch ook omgekeerd schijnt de kleur een functie te hebben. Dit blijkt wel uit hetgeen La Verne Pederson heeft geschreven. Hij observeerde de *Thalassoma bifasciatum*, een tot de lipvissen behorende soort, waarvan het volwassen mannetje sterk in kleur verschilt van het wijfje. Voor de schoonmaak verschenen geregeld exemplaren van *Acanthurus bahianus*, die van paarsrood tot iets groenachtig bruin verkleurden, als ware dat het teken om met de schoonmaak te beginnen. Vervolgt de *Acanthurus* echter een soortgenoot, die hem klaarblijkelijk „niet aanstaat”, dan treedt weer een geheel ander kleurpatroon op, namelijk van voren licht en van achteren zeer donker.

Tenslotte moet nog de aandacht gevestigd worden op de overeenkomst in kleurverandering bij vermindering van de lichtintensiteit en bij schrik, zoals wanneer het dier gevangen wordt. Dit verschijnsel treedt op bij een aantal vissoorten, die het zoveel voorkomende kleurenpatroon — van boven donker, aan de buikzijde licht en overigens al dan niet gestreept — hebben. Maar niet alleen bij deze soorten. Dr. W. Beebe heeft bij bepaalde leden van de Cichlidae ontdekt, dat van de zeven verschillende kleurvarianten slechts één optreedt bij duisternis, maar dat ook deze kleur wordt aangenomen, wanneer het dier sterft.

WAARNEMING EN CONCLUSIES

Het is niet de bedoeling geweest de schoonheid van de kleuren bij vissen te beschrijven. Die kleurenpracht kan men veel beter dan uit welke beschrijving ook bewonderen in aquaria, in de natuurlijke omgeving of eventueel aan de hand van kleurenfoto's. Het is dan ook veeleer de opzet, dat u die kleuren met andere ogen leert zien en vooral aandacht leert besteden aan een eventuele relatie tussen de kleuren en andere omstandigheden. Men kan evenwel niet te voorzichtig zijn bij het trekken van conclusies. Het zal niet de eerste keer zijn, dat de aan een bepaalde kleur gegeven functie niet juist kon zijn, omdat de andere partij ten opzichte waarvan men de kleurenfunctie beschouwde, geen kleuren kon waarnemen. Dit behoeft u er niet van te weerhouden uw waarnemingen te richten op de kleuren en de kleurveranderingen. Men beperke zich daarbij niet tot hetgeen in aquaria te zien is. Er zijn nu eenmaal verschijnselen, waarvan het observeren buiten de natuurlijke omgeving nauwelijks denkbaar is. Zonder de waarnemingen van duikers zou vrijwel niets bekend geweest zijn over het reinigen van huidparasieten bij de ene vissoort door de andere.

Geen eigenschap of er treden afwijkingen van op. Er is geen enkele reden waarom dat bij kleuren niet het geval zou zijn. Algemeen bekend is het albinisme, het gebrek aan kleurstof. Een tegenovergestelde afwijking, het teveel aan zwarte kleurstof — het melanisme — komt ook bij vissen voor. De mens heeft dit verschijnsel zelfs aangegrepen om door kweek volkomen zwarte exemplaren te fokken van de zoetwatervis *Mollitlenisia sp.*, beter bekend als Black molly. Het behoeft nauwelijks betoog, dat het weinig zin heeft bij dergelijke kweekproducten te zoeken naar de functie van de kleuren. Doch ook in de natuur is niet alles alleen maar verklaarbaar uit utiliteitsoverwegingen. En dan komt daar nog bij, dat het sterk de vraag is of wij bepaalde kleuren wel op dezelfde wijze waarnemen als de dieren, waarvoor ze mogelijk bestemd zijn.

Afb. 6. Deze prachtige opname van twee parende Pitvissen — *Callionymus lyra* werd ontleend aan: De wereld der dieren - vissen, uitgegeven door W. Gaade, Den Haag. →



KLEUR-, VORM- EN LICHTWAARNEMING

Voor het kunnen waarnemen van kleuren is als voorwaarde gesteld de aanwezigheid van licht. Dit betekent echter niet, dat reeds de aanwezigheid van licht en kleuren ieder levend wezen in staat stelt deze kleuren waar te nemen. Daarvoor spelen nog andere factoren, zoals de structuur van het oog een rol.

Onder de talloze diersoorten, die het vermogen kleuren waar te nemen missen, zijn er, die vorm en licht kunnen waarnemen, maar ook, die alleen licht of eventueel omtrekken kunnen zien. Tot deze laatste categorie moeten die vissoorten worden gerekend, die geen kleuren kunnen onderkennen. Voor vormwaarneming is namelijk perspectivisch zien een onontbeerlijke vereiste. En juist deze eigenschap ontbreekt bij vissen door de plaatsing van hun ogen. Deze zien onafhankelijk van elkaar in tegenstelling tot b.v. de ogen van de mens.

De vis, die het vermogen om zowel kleuren als vormen te onderscheiden mist, kan door lichtwaarneming zijn richting bepalen en, maar dan alleen wanneer voldoende licht aanwezig is, in zeer bescheiden mate omtrekken onderscheiden. Deze laatste mogelijkheid verdwijnt naarmate de lichtintensiteit afneemt. Wanneer tenslotte volledige duisternis heerst, zal de zintuigelijke waarneming op geheel andere wijze moeten geschieden. Plaatsen, waar deze situatie optreedt, zijn van licht afgesloten grotten en de diepzee, waar het zonlicht niet meer kan doordringen. De aanpassing van de vissen aan deze beide biotopen is echter gedeeltelijk verschillend.

Reeds hebben we gezien, dat de Afrikaanse grottendis zowel oogloos als kleurloos is. Dit verschijnsel komt ook in de diepzee voor. Maar daar leven in tegenstelling tot de grotten ook vissen, die op een of andere wijze zelf een zwak schijnsel afgeven. Zelfs binnen één familie — de Ipnopidae — treft men in dit opzicht verschillende variaties aan. Sommige soorten hebben door een bijzondere bouw van het oog het vermogen zwakke, door andere diepzeebewoners afgegeven schijnsels op te vangen, andere daarentegen zijn blind.

De lichtgevende organen — de fotoforen — kunnen in rijen op de flanken zijn gerangschikt, zoals bij de lantaarnvissen — de Myctophidae. Het komt voor, dat de voorste straal van de rugvin is verlengd en vervormd tot een draad, aan het uiteinde waarvan zich een lichtgevend orgaan bevindt. Dit lichtpunt beweegt zich dan ter hoogte van de bek, die bij deze diepzeevissen, onofficieel ook wel hengelvissen genoemd, van relatief grote afmeting is.

Uit deze voorbeelden volgt al dadelijk, dat de functies, die aan de kleuren worden toegedacht, ook bij het lichtgeven een rol spelen. Aannemelijk is, dat de lichtschijsel, welke het lichaam omgeeft, een herkenningsmiddel is voor soortgenoten en dat de „verlichte hengel” dient om de prooi te lokken. Overigens is veel over het leven in de duistere diepzee nog duister. Dat geldt vooral met betrekking tot de vraag wat en hoe nemen vissen waar.

LITERATUUR

- ABEL, Erich: Was ist Tarnung? Was ist Warntracht? — Neptun, 1961, p. 66-69.
HEIDERMANN, Curt: Grundzüge der Tierphysiologie, 1957, p. 381-407.
HERALD, Earl. S.: De wereld der dieren, dl. Vissen, 1961.
KUEHN, Alfred: Algemene zoölogie, 1961, p. 187-199.
OMMANNEY, F. D.: The colours of fishes — Geogr. Mag., 1963, p. 642-654.
WICKLER, Wolfgang: Funktionen der Farbmusterung bei Fischen — Neptun, 1961, p. 63-65.