

Afb. 1. Zwemmende *Octopus vulgaris* Lam. De oogspleet blijft ongeacht de stand van het lichaam en dus ook tijdens het zwemmen horizontaal.

OCTOPUS ALS LEERLING

Dit artikel is een bewerking van het artikel *Invertebrate Learning* door Martin J. Wells in *Natural History*, Vol. LXXV, no. 2, februari 1966. Voor haar medewerking zijn wij de redactie van dit Amerikaanse blad bijzonder erkentelijk.

Nederlandse bewerking door W. Faber; foto's van A. van den Nieuwenhuizen.

De achtarmige inktvis — *Octopus vulgaris* Lam. — is niet alleen een fraai dier, hij is bovendien intelligent. Met voldoende toevoer van helder en zuurstofrijk water, een stapel stenen om als huis te dienen en genoeg voedsel voelt deze inktvis zich thuis in een aquarium. Het grootste deel van de tijd brengt hij in zijn huis van stenen door en kijkt naar alles wat om hem heen gebeurt. Het lijkt wel alsof de octopus nooit slaapt. Door iedere beweging in het aquarium wordt zijn aandacht getrokken. Wordt die beweging veroorzaakt door iets dat kleiner is dan hijzelf, dan zal hij bijna zeker aanvallen. Hij bedekt de prooi met zijn armen en als het eetbaar is neemt hij het mee naar „huis”.

Inktvissen als de octopus hebben een enorme eetlust. Als zij nog klein zijn en

voldoende voedsel kunnen bemachtigen, verdubbelen zij in een maand in gewicht. In een aquarium worden zij spoedig tam. Wanneer ze dat hebben geleerd, begroeten zij zelfs degene die hun voedsel brengt. Hun lievelingseten bestaat uit krabben, maar zij versmaden zeker geen andere schaaldieren, tweekleppigen of stukjes vis. Kleine exemplaren worden ook wel door hun grotere soortgenoten opgegeten, hetgeen nu niet bepaald een bewijs is van gemeenschapszin. Zij kunnen dan ook het beste in afzonderlijke bakken worden ondergebracht.

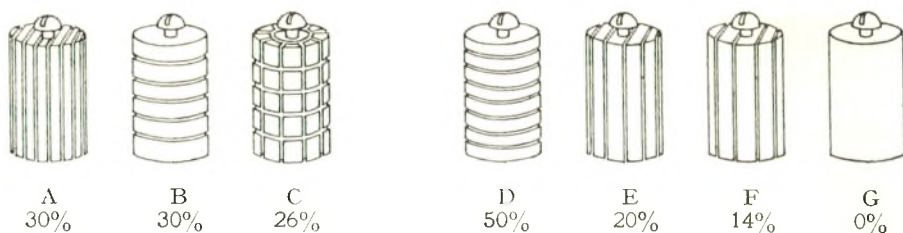
Hetgeen voor dit artikel van bijzonder belang is, is het gemak waarmee een octopus iets kan leren. Wanneer men twee voorwerpen plaatst aan de andere zijde van de bak dan waar het dier zich bevindt en men geeft een beloning in geval hij het ene voorwerp grijpt en een elektrische schok bij het pakken van het andere, dan zijn er maar enkele proeven nodig om hem te leren alleen het eerste aan te vallen en aan het andere zelfs geen aandacht meer te besteden. Op deze manier kan hij voorwerpen van verschillende vorm, zoals vierkanten, cirkels, kruizen en driehoeken, leren onderscheiden. Dergelijke proeven behoeven maar 20 tot 30 keer te worden herhaald om een octopus het juiste onderscheid bij te brengen. Eenmaal aangeleerd herinnert hij het zich ten minste enige weken.

Dat deze dieren zo gemakkelijk leren opent verschillende mogelijkheden. In de eerste plaats schept het een gelegenheid om na te gaan welke delen van het zenuwstelsel bij het leren zijn betrokken. Evenals bij de gewervelde dieren gebeurt dit door delen van de hersenen weg te nemen. Ook kan men onderzoeken op welke wijze de dieren de verschillende voorwerpen, die zij zien of voelen, indelen. Dikwijls echter ontdekt men bij het nemen van proeven heel andere dingen dan waarop de proeven gericht zijn. Zo is tijdens diverse proeven gebleken, hoe moeilijk de octopus op de tast bepaalde onderscheidingen leert maken en hoe gemakkelijk hij andere aanleert. Om dit verder te kunnen onderzoeken worden proeven genomen met dieren waarvan de gezichtszenen zijn doorgesneden, zodat zij de voorwerpen niet kunnen zien.

Van verschillende cylinders (afb. 2) kan de octopus de meeste van elkaar leren onderscheiden. Niet echter de cylinders A, B en C, die weliswaar een even ruw oppervlak hebben, maar die toch duidelijk van patroon verschillen.

Ook bij het leren onderscheiden naar dikte gedraagt de octopus zich naar onze maatstaven vreemd. Wordt een aantal stokken samengebundeld dan kan hij geen verschil maken tussen een enkele stok en de bundel. Hij meet de dikte dan ook niet door de mate waarmee zijn arm om het voorwerp slaat, maar door de vervorming van de afzonderlijke zuignappen. En daarbij maakt het nu eenmaal geen verschil of er een of meer stokken zijn. Ook andere proeven leiden tot een dergelijk resultaat.

Behalve dat de inktvis van zijn zuignappen gebruik maakt om voorwerpen van elkaar te onderscheiden, kan hij daarmee ook smaken onderkennen. Men kan de octopus leren onderscheid te maken tussen voorwerpen gedrenkt in kinine, suiker, zuren e.a. Waarschijnlijk is deze chemische tastzin in het leven van de inktvis uitermate belangrijk, omdat hij bij het zoeken naar voedsel nogal eens in spleten en scheuren moet reiken, waarin hij alleen maar een arm kan steken. Dit is nog maar een veronderstelling, omdat het onderzoek zich slechts heeft beperkt tot enkele smaken.



Afb. 2. Cylinders welke werden gebruikt voor tastproeven met de octopus. De percentages geven aan welk deel van de cylinder is weggenomen teneinde door middel van groeven het oppervlak meer of minder ruw te maken. De inktvissen konden leren onderscheid te maken tussen de cylinders, die voor wat betreft de hoeveelheid weggenomen materiaal onderling sterk verschillen. Zo derhalve niet tussen de cylinders A, B en C ondanks het verschil in oppervlaktestructuur.

Vreemd is het te moeten constateren, dat de octopus geen onderscheid kan maken tussen licht en zwaar. Dit is te merkwaardiger, omdat het dier zich zichtbaar meer inspant bij een zwaarder voorwerp. Zelfs wanneer het ene voorwerp enkele malen zwaarder is dan het andere, helpen honderden proeven niet om hem dit verschil te leren.

Een andere beperking van het onderscheidingsvermogen van de octopus door middel van zijn tastzin blijkt bij voorwerpen van verschillende vorm. De achtarm kan niet goed het verschil leren tussen een kubus en een bol. Vervangt men een van beide door een dun stokje, dan heeft de octopus geen enkel probleem meer. Ook hiervoor moet de verklaring worden gezocht in het feit dat deze inktvis „voelt” door de vervorming van zijn afzonderlijke zuignappen. Een stokje kan worden beschouwd als een hele serie ronde hoeken. De kubus die grote vlakke delen heeft, vervormt alleen de zuignappen die de hoeken grijpen. De stok vervormt alle zuignappen in tegenstelling tot de bol, die vrijwel geen invloed heeft op de randen van de zuignappen.

Octopussen kunnen zoals uit de verschillende proeven blijkt geen gewicht, geen patroon en eigenlijk ook geen vorm door aanraking onderscheiden. Omdat andere proeven hebben bewezen, dat deze dieren juist gemakkelijk verschillende voorwerpen kunnen leren onderscheiden, kan hun onkunde niet worden toegerekend aan een gebrek aan herinneringsvermogen. Probeert u echter zelf eens zonder te kijken met uw vingertoppen de vorm en de oppervlakte van een voorwerp te bepalen. Indien u uw vingers niet beweegt of liever indien u geen inzicht hebt in de stand van de vingers ten opzichte van elkaar, dan is het voor u even moeilijk om vorm, grootte of oppervlak van een voorwerp vast te stellen als het dat voor de inktvis is. Eigenlijk is de laatste met zijn gevoelige zuignappen zelfs in het voordeel. En dan komt daarbij nog de smaakzin. Wat de octopus ontbreekt is inzicht in de plaatsing van de verschillende zuignappen ten opzichte van elkaar en in de wijze waarop of de mate waarin de arm rond een voorwerp is gebogen. Het moge allemaal wat vreemd lijken, maar het heeft toch voordelen. Wij mensen hebben alleen maar te maken met de relatieve plaatsing van onze vingers, maar als de octopus dat zelfde moest doen met zijn acht armen en de honderden zuignappen



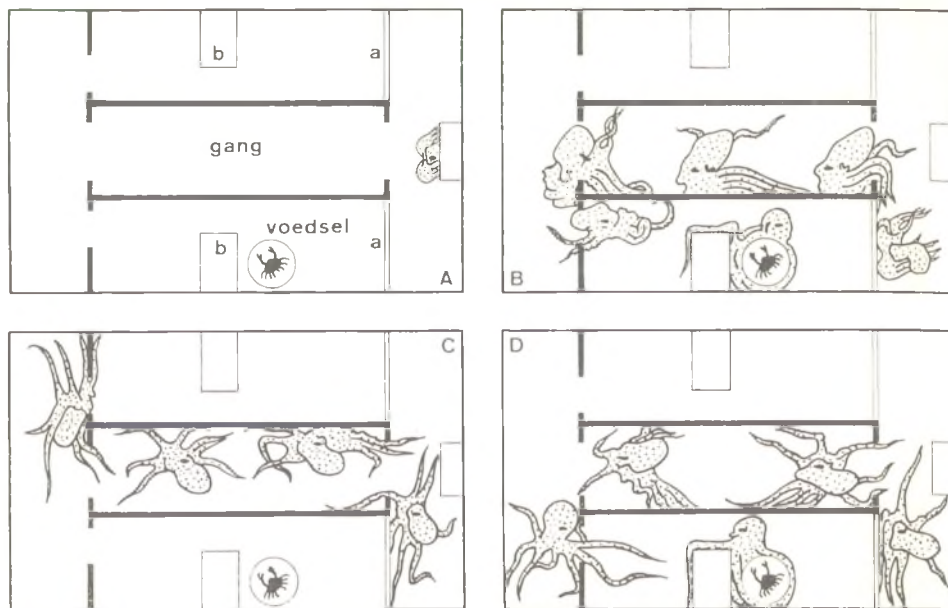
Afb. 3. Hier laat *Octopus vulgaris* Lam. zijn honderden zuignappen duidelijk zien. Deze zuignappen vervullen een belangrijke functie bij het waarnemen door middel van de tast. Voorts toont ook deze afbeelding de horizontale oogspleet.

(afb. 3), dan zou hij daarvoor een ingewikkelde computer nodig hebben. In werkelijkheid bezit hij vergeleken met gewervelde dieren kleine hersenen ook al zijn zij betrekkelijk groot voor ongewervelden. Bij dieren als de octopus moet nu eenmaal het controlesysteem op de bewegingen gedecentraliseerd zijn. De hersenen hebben alleen invloed op het algemene bewegingspatroon, maar zij zijn niet op de hoogte van de plaats van de uiteinden van het eigen lichaam. Evenmin weten de hersenen welke inspanning de spieren zich moeten getroosten om een bevel uit te voeren. Daarom kan hij ook het verschil in gewicht niet registreren. Het komt erop neer, dat de hersenen van de octopus de grote lijnen van de bewegingen bepalen, maar noch deel hebben aan noch kennis dragen van de organisatie van de noodzakelijke onderdelen daarvan.

Teneinde deze zaak verder te onderzoeken zijn proeven genomen, welke erop gericht waren om vast te stellen of het dier zich bewust is van de stand van zijn kop en lichaam. Daartoe wordt het dier eerst geleerd om met de ogen twee gelijke rechthoeken te onderscheiden waarvan er een vertikaal en de andere horizontaal aan hem wordt getoond. Het blijkt dat de octopus onverschillig de plaats in de bak de beide rechthoeken steeds goed uit elkaar weet te houden. Dat is evenwel een gevolg van de stand van de ogen, die in relatie tot de zwaartekracht steeds dezelfde stand houden, waardoor het beeld op het netvlies rechtop blijft. Verwijdert men de evenwichtsorganen of statocysten, die verantwoordelijk zijn voor de juiste stand van de ogen, dan raakt de inktvis het spoor bijster. Na de operatie blijft de spleetpupil niet langer horizontaal zoals normaal (afb. 1 en 3) maar wisselt in stand al naar gelang de houding van het dier. Zit hij tegen de zijkant van het aquarium, dan staat de pupil en dus ook het netvlies loodrecht op zijn normale stand. Leerde hij dus aanvankelijk om op de rechtop staande rechthoek te reageren, dan is deze voor hem op zijn netvlies nu een horizontale geworden, die hij zal negeren. Wel reageert hij op de andere die eerst een horizontale was en nu een vertikale is geworden. De vertikale rechthoek betekent voor het dier immers een beloning. Hoe lang men ook oefent, de octopus kan niet leren, dat hij door tegen de zijkant te zitten een andere stand inneemt ten opzichte van de rechthoeken. Blijkbaar dringt die stand niet door tot dat deel van de hersenen dat bij het leren betrokken is. Onlangs hebben andere proeven dit bevestigd. Daarbij moesten de dieren een omweg maken om krabben te bereiken die zij konden zien door een doorzichtig schot in hun aquarium, zoals aangegeven in afbeelding 4. Om de krab te pakken te krijgen moest de octopus een gang door, waar hij zijn prooi niet meer kon zien, om vervolgens aan het eind daarvan zijn richting — links- of rechtsom — te moeten kiezen. Hoewel er verschillende manieren bestaan om de juiste richting te bepalen, lost de achtarm het probleem visueel op. Hij houdt in de gang de goede wand in de gaten en draait in de richting van zijn prooi zodra de wand ophoudt.

Maakt men de octopus aan één oog blind, hetgeen geen invloed heeft op zijn normale bewegingen of zijn belangstelling voor krabben, dan blijft hij de juiste omgang maken. Zodra echter de krab aan de andere zijde wordt gezien, gaat het mis. Dit soort vergissingen is hem niet af te leren. De octopus gebruikt ook normaal één oog tegelijk. Bovendien maakt het dier dat aan één oog blind is af en toe een perfecte tocht. Men zou dus denken, dat het dier dan wel leert op de juiste wijze de gang in te draaien en langs de goede wand verder te gaan. In plaats daarvan draait hij 180°, zoals afbeelding 4 bij D laat zien. De tocht wordt met normale snelheid

Afb. 4. De bak, waarin zich rechts een octopus bevindt. Hij kan zijn prooi, een krab, door een glazen tussenschot (a) zien. Van de andere zijde wordt het zicht op het prooidier door een hindernis (b) belemmerd. B. Op weg naar de krab beweegt de octopus zich langs de juiste zijde van de gang, hoewel de gangwand de krab aan zijn oog onttrekt. Aan het eind van de gang draait hij zonder moeite in de ruimte, waarin zijn prooi zich bevindt. C. Een aan het rechter oog blinde octopus beweegt zich langs de verkeerde gangwand, en draait aan het eind daarvan dan ook de verkeerde ruimte in. D. Hier beweegt dezelfde octopus zich langs de goede wand, hoewel hij de andere wand in de gaten houdt. De prooi wordt bij toeval ontdekt.



afgelegd, zodat men wel moet aannemen, dat het dier zich niet bewust is van de afwijkende volgorde van bewegingen. Ook hier blijkt weer dat de octopus niet in staat is zijn bewegingen te betrekken bij het leren van allerlei handelingen.

Als dit allemaal juist is dan kan men de octopus geen bewegingsoefeningen leren, omdat hij geen verandering in zijn wijze van handelen kan brengen. Hij beschikt daarvoor wel over de motorische mogelijkheden, maar de zintuigelijke inbreng bereikt het centrale zenuwstelsel niet. We weten allemaal, dat het aantal dingen dat een dier kan leren afhankelijk is van de eigenschappen van zijn zintuigen. Minder bekend is dat de opvoering ook beperkt kan zijn door de wijze waarop het centrale zenuwstelsel is georganiseerd om de verschillende waarnemingen te verzamelen. Met zijn beperkte mogelijkheden in dit opzicht staat de octopus niet alleen. Er zijn nu eenmaal dieren die hun gedrag kunnen aanpassen door met bijzonderheden van hun bewegingen rekening te houden en andere dieren die dit niet kunnen. Tot deze laatste categorie behoren de weekdieren, waaronder de achtarmige inktvis of *Octopus vulgaris* Lam.