

Mooier en leuker aquarium-vischje is niet denkbaar.

De postprouw vertrekt heden, het verder verloop zal ik zoo spoedig mogelijk mededeelen. Den 27 Juni a.s. hoop ik met een verzameling van die vischjes te Batavia aan te komen.

Piroe, 29 Mei 1928.

D. VAN MULLEM.

Inderdaad gelukte het den Heer VAN MULLEM een collectie van een veertiental levende schuttervisschen naar Batavia over te brengen, waar zij niet nalieten hun kunsten te vertoonen. De bezoekers van het Aquarium konden er zich de volgende dagen van overtuigen, dat deze vischjes wel degelijk in den Oost zijn „om vliegen te vangen.” Op mijn verzoek, hield Dr VERWEY zich nog eens nader bezig met de schuttervisschen. Het hier volgende artikel is het resultaat daarvan, waarin tevens enkele opmerkingen uit een brief van den Heer VAN MULLEM ter sprake komen.

H. C. D.

IETS OVER DE VOEDINGSWIJZE VAN *TOXOTES JACULATOR*

Het spreekt vanzelf, dat een vis als *Toxotes* (fig. 1)¹⁾, die een zo bizondere aanpassing als het vliegenvangen vertoont, aan zijn levensvoorwaarden hoge eisen stelt en in zijn terreinkeus dus beperkt zal zijn. Hoe gemakkelijk hebben het, bij *Toxotes* vergeleken, tal van andere vissen, die voor hun voeding op in het water levende

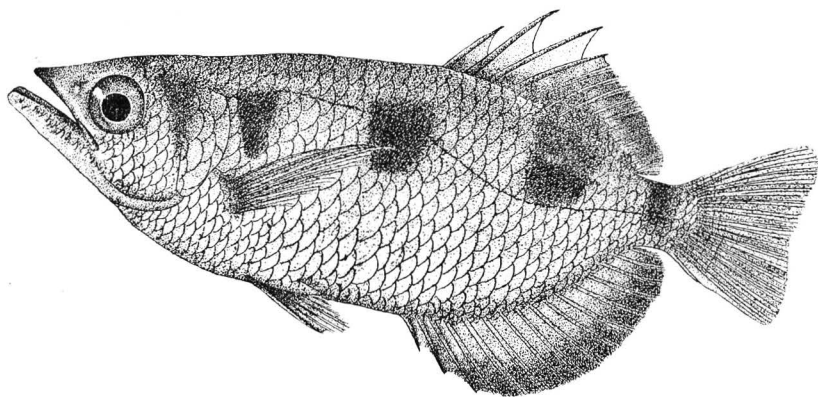


Fig. 1. De Schuttervisch, *Toxotes jaculator* C. & V.

organismen zijn aangewezen! — Wat mij dus het meest interesseerde, toen ik de vissen van de heer VAN MULLEM op ons laboratorium enige dagen had bezig gezien, was wel: wat voor terrein bewonen de dieren nu eigenlijk precies? Een eenvoudige proefneming leert ons, dat ze, in zeewater gebracht, in zeer korte

tijd sterven. In het binnenland, in zuiver zoet water, komen ze intussen blijkbaar nergens voor. In werkelijkheid zijn ze dan ook — ze zijn bekend als brakwater-dieren — vooral te zoeken in het aan de kust grenzend gebied van kaliemonden, krekens, enz., waar brak water en over het wateroppervlak hangend takwerk hand in hand gaan. Waarschijnlijk ligt hierin de reden dat de dieren zo weinig bekend zijn en dat ze voor West-Java ook thans nog als zo'n grote bijzonderheid beschouwd worden. Navraag bij vissers bracht aan het licht, dat ze zelfs in de onmiddellijke omgeving van Batavia allesbehalve zeldzaam zijn. Reeds in de zeventiger jaren trouwens

¹⁾ Alle tekeningen ongeveer natuurlijke grootte.

was het bekend, dat ze bij Batavia voorkwamen. Zij zijn er zowel beoosten als bewesten de stad te vinden en 8 Augustus (1928) namen we zelfs een (jong) exemplaar waar in het sterk vervuilde water vóór ons laboratorium, in de oude haven van Batavia¹⁾.

Wie het voorrecht heeft gehad hun eigenlijk gebied, de brakwater-mangrove-terreinen, wat meer van nabij te leren kennen, weet dat zij eigenlijk een uitgestrekt delta-gebied van kreken vormen, omzoomd door lager of hoger liggende slibbanken, verborgen onder het donkere groen en de steltwortels der welige mangrove. Het terrein, waarin ik, naar aanwijzing van vissers, *Toxotes* bewesten Batavia waarnam, staat bekend als Moeara Tangerang. Het is een heerlijk terrein!

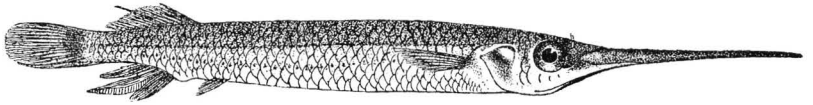


Fig. 2. Djoelong-djoelong (*Zenarchopterus* spec., ♂).

De slibbanken en kreken vertonen de typiese brakwaterfauna. In de kreken komen, meer naar buiten, waar het water zout is, tal van zeevissen voor, die laag zoutgehalte en modderig water verdragen; meer naar binnen, waar het brak wordt, zijn vooral de blanak (*Mugil* spec.) en de djoelong-djoelong (*Hemiramphus* of *Zenarchopterus*, fig. 2) opvallend talrijk; hier en daar ontmoet men *Periophthalmus* (*Boleophthalmus*), de slikspringer. Op de laag liggende slikbanken is de trage slak *Cerithidea*

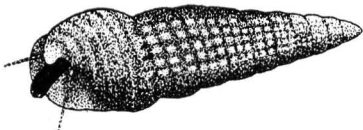


Fig. 3. *Cerithidea alata* PHIL.

alata PHIL (zie fig. 3) karakterdier; hier en daar zijn brede banken met honderden dezer dieren en hun kruipsporen bedekt; op de

hoger liggende banken krijgen we van onder naar boven een reeks van krabbensoorten, die alle hun eigen zone liefhebben als een moeder haar kind; als meest opvallende vertegenwoordigers horen tot hen twee soorten wenkkrabbetjes, *Gelasimus signatus* HESS (zie fig. 4) en *G. annulipes* LATR., en een aantal soorten der geslachten *Sesarma*, *Metapla*x, enz. Waar we nu wat meer naar binnen gaan, in het terrein dat vooral door *Hemiramphus* (*Zenarchopterus*) getypeerd wordt, vinden we de schuttervis daar, waar in de kreekrand staande mangroves (*Rhizophoraceae*) een dicht steltenbos vormen. Het is geen wonder, dat de dieren zich voornamelijk onder die gekromde stalaktieten op hun gemak voelen. Het leeft in dit terrein van ijsvogels, en een betrekkelijk langzame vissoort als *Toxotes*, die bovendien veel stilstaat, zou het gauw afleggen. Daar komt

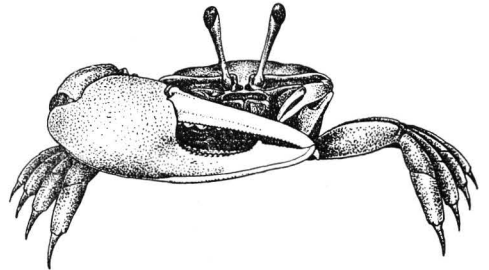


Fig. 4. De gewoonste wenkkrab bij Batavia: *Gelasimus signatus* HESS (Mal.: binatoe).

¹⁾ Uit deze waarneming blijkt tevens, dat de dieren, hoewel ze in zeewater sterven, een hoog zoutgehalte verdragen, want dit bedroeg op die plaats op dat ogenblik bijna 26 (25.8) ‰. De dieren leven op ons laboratorium in water met een zoutgehalte van ± 18 ‰, verkregen door water uit de visvijver met een gelijke hoeveelheid zoet (regen-) water te verdunnen. Het is een kenmerk van alie brakwaterdieren, dat zij de voortdurende en grote schommelingen in het zoutgehalte van hun omgeving zo gemakkelijk verdragen. Wat niet wegneemt dat zij (vooral bij sterke verdamping, dus indamping van het water) soms bij duizenden sterven.

bij — en dat is misschien van nog vitaler belang — dat het dier boomgroei nodig heeft, om vliegen te vangen en dat juist deze behoefte aan over het water hangend takwerk een tweede eis vormt, die deze vis aan zijn omgeving stelt.

De wijze van vliegenvangen zelf vormt natuurlijk een tweede punt van aantrekkelijk onderzoek voor wie het eigenlijk zo half en half voor een fabel hield. De vissen, die de heer VAN MULLEM waarnam, spoten hun waterdruppels tot enkele meters hoog. In een begeleidend schrijven vertelt hij nog dat een exemplaar (♀) van 24.5 cm, dat hij op alcohol meebracht, minstens vijf meter hoog spoot. Hoe is dat mogelijk? — Bezie men het spuiten van dichtbij, dan is de kwestie wel wat begrijpelijker dan ze zo op het eerste gezicht lijkt. De mondopening van *Toxotes* is, doordat de onderkaak buiten de bovenkaak uitsteekt, iets naar boven gericht. De randen van de kaken zijn bedekt met een brede rij van fijne tandjes, die op elkaar sluiten. Maar doordat deze tandjes in de onderkaak niet een doorlopende rij vormen (ze staan niet op de symphyse der dentalia), blijft daar in het midden een minimale opening over. Deze is zo klein dat men, er doorheen naar binnen in de mondholte kijkend, het licht dat door de kieuwmembraan naar binnen gelaten wordt, net kan waarnemen; eigenlijk geeft alleen en juist dit laatste ons zekerheid, dat er aan de punt van de bek, bij gesloten bek, een opening overblijft. — Wanneer *Toxotes* nu een vlieg ziet, die zich boven het water neerzet, dan zwemt het dier, dat zich steeds vlak onder de wateroppervlakte ophoudt, in de meeste gevallen tot schuin onder de vlieg en staat daar stil. Op dit moment wordt bliksemsnel de druppel weggespoten; schijnbaar dus terwijl de mondopening onder het wateroppervlak blijft. BREHM, die de waarnemingen van MEISSEN weergeeft, vermeldt dan ook dat dit het geval is. Intussen is het onmogelijk: het dier zou niet veel meer bereiken dan dat het het water op die plaats aan de oppervlakte deed uiteenspatten. Als men langer kijkt, ziet men dan ook dat de mondopening, doch ook niets meer dan deze, op het moment dat de druppel weggespoten wordt, boven water uitsteekt. — Op welke wijze wordt die grote druk bereikt? Ik deed daarover geen proeven, doch ongetwijfeld door krachtig sluiten van de kieuwplaten nadat de bek gesloten is¹⁾. Het water moet daarbij een uitweg zoeken en vindt deze door de nauwe mondopening. De hoeveelheid water, die daarbij wordt weggespoten, moet bij grotere vissen groter zijn dan bij kleinere. De heer VAN MULLEM zegt dan ook dat de dieren vaak veeleer een scheut dan een druppel water wegschieten. — Zodra de vlieg geraakt is, valt deze — want hij is doornat — in het water. De vis schiet toe en hapt hem op.

Wat de hoogte betreft, die door de druppel bereikt wordt, weten we al, dat deze zelfs vijf meter kan bedragen voor een groot exemplaar. Deze opgave is zeker niet overdreven als men weet dat exemplaren van 9.7 — 13.7 cm hun druppels grif tot twee meter hoogte spoten, toen ik enkele proeven met ze deed op ons

¹⁾ Gepaard gaande met naar boven trekken van de bodem der mondholte zoals dat bij de ademhaling gebeurt. Zie V. WILLEM & L. DE BERSAQUES-WILLEM: Les types des mouvements respiratoires chez les Téléostéens, mémoire no. 1372 (Vol. 9) Acad. Royale de Belgique, Bruxelles, 1927. MEISSEN (BREHM) zegt reeds dat het spuiten waarschijnlijk plaats zal vinden door plotseling samentrekken van „bepaalde keelspijeren”. Door deze samentrekking zou intussen niets bereikt worden, indien niet ook de kieuwplaten gesloten werden.

laboratorium; de heer VAN MULLEM zag dergelijke of iets grotere dieren trouwens $2\frac{1}{2}$ meter hoog spuiten. Ik beweer intussen niet, dat de dieren naar vliegen spuiten, die twee meter boven het wateroppervlak zitten. Ik deed mijn proeven door vliegen aan een draad boven hun bak te hangen en deze vliegen schommelden uit de aard der zaak soms sterk. Daarbij werden ze dus soms niet geraakt en in die gevallen vlogen de waterdruppels tot meer dan twee meter hoogte. — Hoe hoog de vliegen boven het wateroppervlak moeten zitten om de vissen tot spuiten te brengen, weet ik niet, maar vliegen 25 cm boven het wateroppervlak werden gemakkelijk gezien en geraakt.

Behalve dat de dieren vliegen vangen door ze neer te spuiten, zijn ze ook virtuozen in het recht omhoog uit het water springen. De grootste hoogte waarop de vliegen zich in mijn proeven moesten bevinden, om de vissen tot opspringen te brengen, bedroeg 14 cm; naar een vlieg, welke zich 18 cm boven het wateroppervlak bevond, werd uitsluitend gespoten, niet gesprongen. MEISSEN (in BREHM) vertelt, hoe zijn vissen vliegen tussen zijn vingers wegpakten, door 4 — 5 duim uit het water op te springen. Het opspringen zelf vindt natuurlijk plaats door een krachtige staartslag.

Tot zover het feitenmateriaal, dat niet moeilijk te verzamelen was. Het grootste probleem vormt intussen het raáksputten. Want hoe is het mogelijk dat een zo klein object als een vlieg door een uit een opening geschoten druppel geraakt wordt alsof het de gewoonste zaak ter wereld geldt? Voor de vis geldt het ongetwijfeld de gewoonste zaak ter wereld. Hij ziet de vlieg, zwemt er heen en posteert zich schuin er onder. Is hij reeds te ver naar voren gezwommen, dan bewerkt hij door omkeer der vinbewegingen een kort achteruit zwemmen. Voor men het weet, wordt de mondopening een moment boven de wateroppervlakte gebracht en gespoten. Daarbij staat de vis dus voor een kort ogenblik schuin in het water. Ongetwijfeld wordt nu voor het raken automatiek gezorgd, doordat de vis het instinct heeft slechts te spuiten, indien de vlieg op een bepaalde wijze op het netvlies gefixeerd is. Wat voor mechanisme dit zou kunnen bewerkstelligen, durf ik niet gissen; de hoek welke de lijn, die snuitpunt en insect met elkaar verbindt, met het wateroppervlak maakt, schijnt constant omstreeks 75° te bedragen. Het zou een uiterst aantrekkelijk onderzoek zijn dit verder na te gaan.

Wanneer men met deze proeven bezig is, is een verder punt van interesse, hoe ver het onderscheidingsvermogen der dieren gaat. Naar de punt van de draad werd in mijn proeven ook gespoten als de vlieg ontbrak. De vissen van de heer VAN MULLEM spoten naar zijn mond, MEISSEN vertelt hoe ze naar zijn ogen, oren, mond en neusgaten spoten en hoe ze ook spoten naar stukjes vlees en vis en deze dan ophapten. De vis wordt dus door een groot aantal zeer verschillende objecten, bewegende en niet bewegende, tot spuiten gebracht en dat zou ons een enig middel in de hand geven om te onderzoeken welke factoren nu eigenlijk voor het dier een insect of beter een prooi samenstellen. Vliegen waarnaar in mijn proeven enige keren tevergeefs gespoten was, werden daarna voor korter of langer tijd met rust gelaten; ook hieruit blijkt, dunkt me, dat een vlieg als zodanig niet voor de vis bestaat: anders zou het dier volhardender zijn.

Dat *Toxotes*, althans in zijn jeugd, zeer eenzijdig op vliegenvangen is ingesteld, blijkt wel daaruit dat mijn dieren aanvankelijk, ook al waren ze hongerig, uiterst moeilijk tot het eten van in het water zich bevindend voedsel te brengen waren.

Ik voederde de garnalenverwant *Mysis*, uit het oude havenkanaal van Batavia; hoogstens werd een enkel exemplaar opgehaapt en dan misschien wel eens doorgeslikt, andere keren intussen weer uitgespuwd. Daarentegen zijn de dieren gemakkelijk met op het wateroppervlak gegooide vliegen (dood zowel als levend) en volgens MEISSEN ook met op het oppervlak gegooide of door spuiten verkregen stukjes vlees of vis te voederen. MEISSEN zegt dan ook dat ze in zijn aquarium nooit naar voedsel op de grond doken, ook niet al hadden ze lange tijd honger geleden. Hier blijkt mooi de beperkte vrijheid uit, die deze vissen, gebonden aan hun instinct, bezitten. Als dieren, die boven en op het water hun prooi moeten zoeken, heeft deze, onder hen gebracht, geen betekenis voor ze. Iets dergelijks beschreef PORTIELJE voor jonge wielewalen: zij herkenden kersen alleen als voedsel, indien ze boven hen gehangen, niet indien ze beneden hun oogniveau opgehangen werden.¹⁾ — Of dit alles intussen voor levend voedsel en voor oudere dieren geldt, betwijfel ik; vermoedelijk is het slechts waar voor dood voedsel en dan vooral voor jongere dieren. Want een der grotere door de heer VAN MULLEM op alcohol meegebrachte exemplaren had in de maag een schaar van een kleine mangrovekrab (*Sesarma* waarschijnlijk *cumolpe* DE MAN), terwijl het reeds eerder genoemde zeer grote wijfje van bijna 25 cm een vis als maaginhoud had. En MEISSEN zegt dat grotere exemplaren enige malen kleine levende visjes ophapten, die hij in het aquarium bracht, terwijl onze dieren op het laboratorium dergelijke visjes thans zelfs tot op de bodem van hun bak vervolgen! Dit niet alleen! Zij hebben hierdoor geleerd, ook dode *Mysis* van de bodem op te happen; waaruit blijkt dat het instinct hen toch nog grotere vrijheid laat dan we dachten!²⁾ Precies hetzelfde zien we trouwens bij stekelbaars (*Gasterosteus*) en andere vissen, die in gevangenschap zo gewillig leren ook levenloos voedsel te accepteren.

Resumerend zien we dus: dat *Toxotes* een brakwater-mangrovedier is, of althans een vis, die samengaan van brakwater en boomgroei zoekt; dat het dier bij het spuiten de mondopening boven water brengt en waarschijnlijk het water naar buiten drijft door dichtslaan der kieuwplaten en optrekken van de bodem der mondholte; dat het „richten” misschien meer neerkomt op het opzoeken van een bepaalde hoekgrootte (zie boven) dan op een eigenlijk mikken; dat de dieren aanvankelijk, in hun jeugd, waarschijnlijk meer een bewegings- dan een vormzien rijk zijn, waarbij de prooi zich bovendien boven hen moet bevinden, dat ze echter enerzijds leren ook onbeweeglijke objecten, welke zich boven hen bevinden, als voedsel te herkennen (vliegen zitten veel stil), anderzijds ook bewegende prooi beneden zich na te jagen, en dat dit laatste ze tenslotte zo ver brengt dat ze ook niet bewegend voedsel beneden zich als zodanig herkennen.

Dr. JAN VERWEY.

¹⁾ A. F. J. PORTIELJE. — Eenige merkwaardige instincten en gewoontevormingen bij vogels. — *Ardea*, Vol. 11, p. 23-39, 1922.

²⁾ Dit is ook de reden waarom ik nu niet meer door proeven kan uitmaken of de jongere dieren levenloos voedsel niet, levend voedsel wel als zodanig herkennen, wanneer het op de bodem ligt of onder ze in het water zweeft. Ze hebben geleerd ook levenloos voedsel te herkennen en zijn nu voor verdere proefnemingen in deze richting niet bruikbaar.