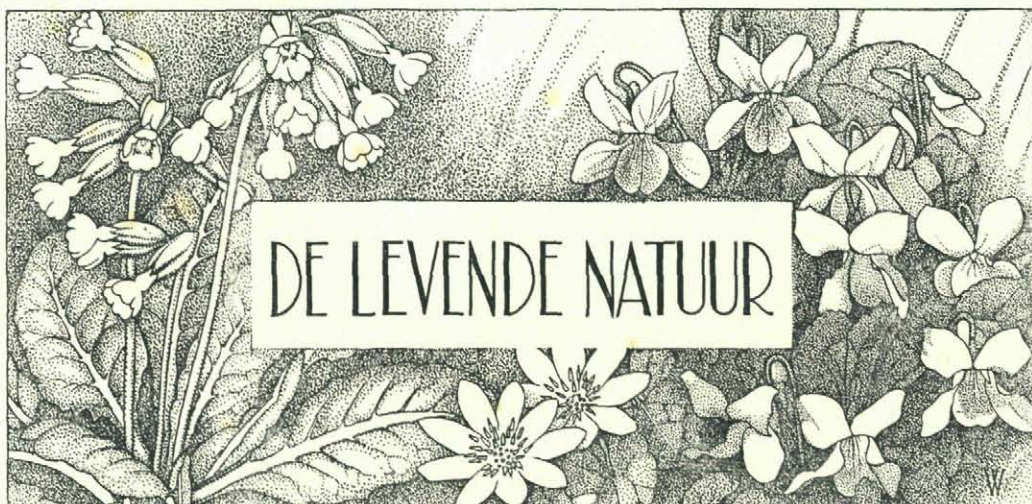




NEDERLANDS TIJDSCHRIFT VOOR VELDBIOLOGIE
OPGERICHT DOOR E. HEIMANS, J. JASPERS Jr EN JAC. P. THIJSSE

Een oriëntatieprobleem van de Ruggezwemmer, *Notonecta glauca* L.

A. M. VOÛTE¹⁾.

Velen van U, waarde lezers, hebben wel eens bij het vissen met een schepnet in sloot of beek, tezamen met vele andere soorten waterbewoners, Ruggezwemmers (fig. 1) op het droge gehaald. Enkelen onder U hebben wellicht een paar van deze insecten mee naar huis genomen om hun gedragingen nader te bestuderen. Deze weetgierig aangelegden zullen hebben gemerkt, dat de Ruggezwemmer, behorende tot de grote groep der wantsen (Heteroptera), vrij gemakkelijk in gevangenschap in leven is te houden en dat men aan dit dier een groot aantal buitengewoon aardige waarnemingen kan doen. Ik kan U allen van ganser harte aanraden

eens een paar Ruggezwemmers te vangen. U kunt ze huisvesten in een klein aquarium of desnoods in een oude weckfles, waarin enkele waterplanten op de bodem worden vastgeklemd tussen een paar kiezelstenen of beter een paar oude sintels. Deze sintels bieden de Ruggezwemmers onder water een goed houvast. De zo ondergebrachte nieuwe huisgenoten zullen U dankbaar met hun gezellig

¹⁾ De in dit verhaal beschreven proeven werden in 1958 en 1959 verricht tijdens het bewerken van een doctoraal-onderwerp Biologie in het Laboratorium voor Vergelijkende Physiologie van de Rijksuniversiteit te Utrecht.

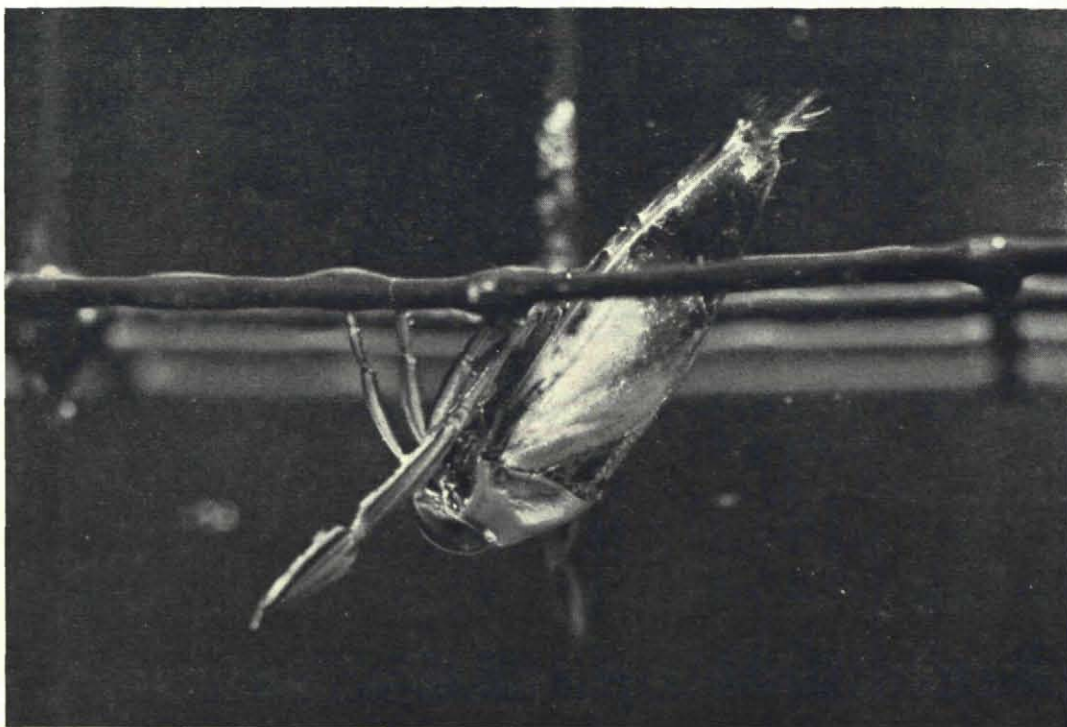


Fig. 1. *De Ruggezwemmer* (*Notonecta glauca* L.).

gedoe belonen, als U ze eens in de twee à drie dagen voert door enkele levende vliegjes, muggen of andere kleine insecten op het wateroppervlak te brengen. Al gauw zult U zien, hoe handig de Ruggezwemmers zich onder water of hangend aan het wateroppervlak voortbewegen, hoe ze hun voedsel vinden, hoe ze lucht aan het wateroppervlak halen etc., gedragingen, die indertijd zo boeiend werden beschreven door G. P. Baerends in *De Levende Natuur* van 1940, jaargang 44, op blz. 11-17 en 45-51.

Als men de Ruggezwemmers in hun aquariumpje enige tijd nauwlettend in de gaten houdt, zal men zien, dat ze zich, als ze niet verontrust zijn, omgekeerd aan het wateroppervlak hangend, bezig houden met het jagen op bewegende kleine

insekten, die op het water zijn gevallen. Deze insecten worden, nadat ze zijn buit gemaakt, aangestoken met de vervaarlijke zuigsnuit; een zuigsnuit, waarmee wij ook op zeer onaangename wijze kennis kunnen maken, als wij de gevangen Ruggezwemmers te lang in onze gesloten hand houden of onhandig aanpakken. In normale gevallen wordt de zuigsnuit alleen gebruikt om er de prooi mee uit te zuigen.

Bij dit jagen aan het wateroppervlak vergissen de Ruggezwemmers zich dikwijls tussen een prooidier en een soortgenoot. Andere Ruggezwemmers worden vaak voorzichtig „beslopen” en vanaf een korte afstand besprongen. Bemerkt de rover, dat het een soortgenoot is, die hij te pakken heeft, dan laat hij nagenoeg altijd

direct los. Is de overmeesterde echter verzwakt, dan kan men getuige zijn van onvervalst kannibalisme. Het slachtoffer wordt aangestoken tussen kop en borststuk en na enig wrikken en wurmen gelukt het de kannibaal vaak om de kop van het slachtoffer van de romp af te drukken.

Maar laat ons liever aandacht schenken aan minder wrede tonelen. Als men de Ruggezwemmers gedurende langere tijd aandachtig gadeslaat, zullen nog tal van merkwaardige feiten in hun gedrag opvallen. Allereerst het lozen van de uitwerpselen. Hangend aan het wateroppervlak worden zo nu en dan grote hoeveelheden faecaliën in de vorm van dun vloeibare vloeistof als een fantastisch fonteinje over grote afstand weggespoten. Het is niets bijzonders, als deze fontein 5 tot 10 cm hoog komt en de weggespoten vloeistof 20 cm verder weer in het water valt. Ook als het dier zich onder water bevindt kunnen de uitwerpselen worden geloosd. Men ziet dan plotseling een zwak gekleurd vloeistofwolkje op korte afstand achter het dier ontstaan. In dit geval kunnen de uitwerpselen over veel minder grote afstand worden weggespoten.

Baerends heeft in zijn verhalen over de Ruggezwemmer lang stil gestaan bij de ademhaling van dit dier. Aan het wateroppervlak hangend pompt het met behulp van de achterlijfspunt lucht in een ingenieus systeem van door ingevette haren gevormde luchtschachten, luchtkamers onder de vleugels etc. Als het dier zich onder water bevindt teert het niet alleen op de zuurstof in de meegenomen luchtvoorraad, maar maakt het ook gebruik van het systeem van de zg. „fysische kieuw”: door diffusie geeft de luchtvoorraad het bij de ademhaling gevormde

koolzuur aan het water af en neemt zij nieuwe zuurstof uit het water op. Dit systeem werkt onder water lange tijd goed; na enige tijd is door het wegdifunderen van de stikstof in het omringende water de luchtvoorraad echter zo klein geworden, dat de „fysische kieuw” niet meer naar behoren kan functioneren en het dier nieuwe lucht aan het wateroppervlak moet gaan halen.

Maar hoe weet de Ruggezwemmer nu waar zich het wateroppervlak met de zo begeerde lucht bevindt? Och, zult U zeggen, dat is heel eenvoudig; het dier hoeft zijn steunpunt onder water maar los te laten en het komt met de buikzijde omhoog in de goede stand op de plaats aan waar het zijn moet. Ja, zo eenvoudig lijkt het wel, maar is het niet.

Bij proeven, die de laatste tientallen jaren zijn gedaan met andere waterbewonende insecten, die zo nu en dan lucht moeten halen aan het wateroppervlak, zoals de larven van de Geelgerande wa-

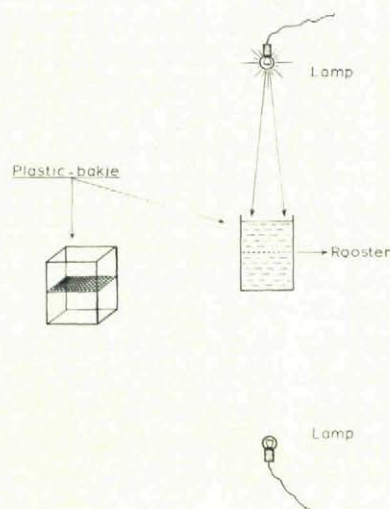


Fig. 2. De proefopstelling, waarin de Ruggezwemmer wordt onderworpen aan licht van boven of van onderen.

tertor en *Acilius sulcatus* en volwassen exemplaren van de waterwants *Naucoris cymicoides*, is gebleken dat oriëntatie op het licht een buitengewoon belangrijke rol speelt bij het vinden van het wateroppervlak.

De Duitser Schöne gaf in 1951 een interessante beschrijving van de door hem verrichte proeven met de larven van de Geelgerande watertor en *Acilius sulcatus*, waarin hij zegt: „het gedrag van deze dieren is bij belichting van onderen bijzonder indrukwekkend. Ze zwemmen bij deze belichting met hun rug naar de bodem gekeerd horizontaal door de proefbak. Na enige tijd zo heen en weer gezwommen te hebben proberen de larven in de ademhouding te komen. Ze krommen het achterlijf naar het licht toe. De abdominale punt botst tegen de bodem van de bak en wordt door krachtige roei-bewegingen van de poten tegen het glas gedrukt. Laat men lange tijd het licht van onderen komen, dan blijven de dieren in deze houding volharden tot ze uitgeput en tenslotte gestikt zijn”.

Nu, duidelijker kan het niet. Deze dieren laten zich kennelijk bij het opzoeken van het wateroppervlak onweerstaanbaar door het licht leiden. Met dit voorbeeld voor ogen ging ik met mijn Ruggezwemmers

aan het werk. Zouden deze dieren zich misschien ook door het licht laten leiden of in de luren laten leggen?

Bij de eerste proef werd gebruik gemaakt van een klein, aan alle kanten doorzichtig plastic bakje (fig. 2) waarin op halve hoogte een roostertje van voliëregaas (maaswijdte $1,5 \times 1,5$ cm) was aangebracht. Onder en boven dit bakje bevonden zich op gelijke afstand ervan verwijderd twee gloeilampen van gelijke sterkte die afzonderlijk aan en uit gedaan konden worden. Deze hele apparatuur was opgesteld in een donkere kamer.

Nadat het plastic bakje was gevuld met water en de bovenlamp was ontstoken, werd er één Ruggezwemmer in dit nieuwe verblijf gebracht. Dit proefdier zocht, verontrust door de onbekende omgeving, direct een steunpunt onder water op en vond daarbij altijd spoedig het enige hier aanwezige houvast in de vorm van het rooster van voliëregaas. Nu volgde een periode van rust, waarin het proefdier mijn geduld soms wel erg lang op de proef stelde. Niet zelden kwam het voor, dat de Ruggezwemmer 10 minuten of langer onder water bleef zitten, alvorens hij naar het wateroppervlak toe moest om „adem te halen”. Maar ook hier geldt het spreekwoord „de aanhouder wint”; na verloop van langere of kortere tijd werd onze kleine waterbewoner door ademnood gedwongen zijn rustplaats te verlaten en op zoek te gaan naar het wateroppervlak om daar zijn ademhalingslucht aan te vullen.

Als alleen het lampje, dat boven de proefbak hing, was ontstoken, kostte dit opzoeken van het wateroppervlak geen enkele moeite. Het dier bewoog zich bijna altijd actief met enkele slagen van zijn grote roeipoten naar het wateroppervlak om daar ondersteboven met de achterlijfs-

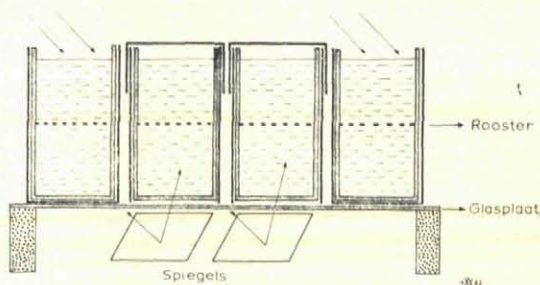


Fig. 3. Opstelling der vier proefbakken voor mijn raam.

punt omhoog aan te komen, direct gereed om snel lucht op te nemen en in geval van gevaar weer vlug onder te duiken. Indien alleen het lampje, dat onder de proefbak was gemonteerd, werd aangestoken, volgde tot mijn verbazing een geheel ander gedrag. Reeds tijdens de rusttijd op het roostertje was, zoals Baerends indertijd reeds beschreef, onze Ruggezwemmer al onrustig aan het rond-scharrelen. Hij probeerde kennelijk vaak zijn buikzijde naar het licht, dus naar beneden toe, te richten. Een ongebruikelijke stand voor het dier. Dit ongebruikelijke werd blijkbaar duidelijk bemerkt door ons proefdier, dat onrustig rond kroop op het rooster en vaak als een acrobaatje ronddraaide om een draadje van het rooster, op zoek naar een normale stand ten opzichte van het licht, opwaartse druk van zijn luchtvoorraad en wellicht ook zwaartekracht.

Nog merkwaardiger werd het als ons proefdier een dusdanig gebrek aan lucht kreeg, dat het gedwongen werd het wateroppervlak ter leniging van deze nood op te zoeken. In het merendeel der gevallen begaf het zich aarzelend naar de bodem van het bakje om spoedig terug te keren naar het rooster. Hierop volgde een korte pauze. Maar de ademnood werd dringender. Weer volgde een tocht naar de bodem, nu resoluter en heftiger. Duidelijk kon ik het arme dier tegen de bodem van het bakje horen botsen. Deze tochten herhaalden zich steeds sneller totdat... Ja, dat hing ervan af. Soms bereikte de drenkeling half versuft toevalig het wateroppervlak, vaak met de rugzijde naar boven en buik naar beneden, zonder te merken, dat het uitkomst bringende wateroppervlak zo nabij was. Soms ook zakte het arme dier versuft naar de bodem van het proefbakje en moest om

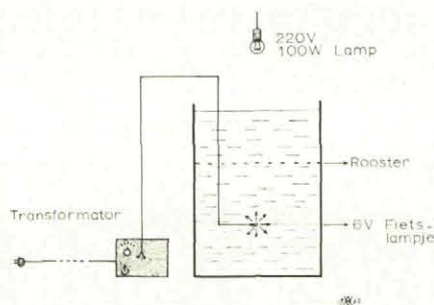


Fig. 4. In de donkere kamer opgestelde observatiebak, waarin het fietslampje onder water brandt.

erger te voorkomen snel op het droge worden gehaald.

Als bij het vergeefs zoeken naar het wateroppervlak de lichtrichting werd omgedraaid en het licht nu dus niet meer van beneden maar van boven kwam, was het ongelooflijk om te zien hoe snel het dier zich onder water omkeerde en in een fractie van een seconde in de goede stand bij het wateroppervlak was aangekomen. Uit het voorgaande relaas zult U hebben opgemaakt, dat het niet aangaat te zeggen, dat de Ruggezwemmer zich bij ademnood eenvoudigweg los zal laten van zijn onderwater-steunpunt om in de goede stand het wateroppervlak te bereiken. Was het maar zo eenvoudig, dan had het mijn proefdieren veel narigheid bespaard. Blijkbaar was de richting van het aanwezige licht van fundamenteel belang bij het vinden van het wateroppervlak. Om deze bewering nog eens nader te toetsen werd een volgend experiment bedacht. In vier glazen proefbakken werd op halve hoogte een rooster van volière-gaas aangebracht, waaraan een paar waterplanten waren bevestigd om voldoende onderwater-steunpunten voor de proefdieren te verkrijgen. Van twee van deze proefbakken werden bodem en zijwanden

aan de buitenzijde beplakt met zwart verduisteringspapier, zodat daglicht alleen aan de bovenzijde in deze bakken kon binnendringen. Van de overige twee glazen proefbakken werden alleen de zijwanden beplakt met verduisteringspapier terwijl de bovenkant werd afgesloten door een afneembaar deksel van zwart papier, zodat het daglicht alleen aan de onderzijde in deze bakken kon binnendringen. Deze vier bakken werden zodanig op een glazen plaat naast elkaar in de vensterbank geplaatst (fig. 3), dat het daglicht ongehinderd boven in de twee niet van een deksel voorziene bakken kon vallen. De twee proefbakken, die wel van boven door een papieren deksel waren afgesloten, ontvingen ditzelfde daglicht van onderen via twee schuin er onder geplaatste spiegels.

Bij het begin van deze proef werden in alle proefbakken zes Ruggezwemmerlarven gedaan. Deze larven verkeerden allen in hetzelfde, vijfde larvale stadium. De dieren werden in de daarop volgende dagen elke dag gevoerd met kleine vliegjes.

Het resultaat van dit experiment is in enkele woorden te vertellen. Binnen vijf dagen was meer dan de helft van het aantal proefdieren, dat bloot stond aan een belichting van onderen, door verstik-

king om het leven gekomen, terwijl er in de overige twee proefbakken, met belichting van boven, geen slachtoffers waren gevallen.

U staat nu vermoedelijk op het punt de voor U liggende aflevering van *De Levende Natuur* dicht te slaan met een hartgrondige verwensing aan het adres van ondergetekende. Inderdaad, waarde lezer, het was een weinig geestverheffend experiment. Ik kan echter tot mijn verontschuldiging aanvoeren, dat de boven beschreven proef slechts éénmaal werd genomen en nodig was om mij nader inzicht te verschaffen in het oriëntatieprobleem van de Ruggezwemmer. In dit experiment bleek namelijk niet alleen wederom, dat de lichtverdeling een zeer voorname rol speelt bij de oriëntatie van onze proefdieren, maar tevens, dat er van een aanpassing aan de vreemde situatie praktisch geen sprake was.

Tot slot van deze eerste serie experimenten bleek het wenselijk te zijn een wijziging aan te brengen in de tot nu toe gebruikte proefopstelling. Deze wijziging hield in, dat de tot op dat ogenblik gebezigde lichtbron (lamp of zon), die zich altijd buiten de proefruimte bevond, nu werd overgebracht in het aquarium waarin de proeven werden gedaan.

Als lichtbron werd gekozen een 6 V fietslampje. Dit lampje was met behulp van pek en plastic zodanig aan de voedingsdraden gemonteerd, dat het onder water kon branden zonder kortsluiting te veroorzaken. Het werd in het aquarium bevestigd op een derde van de hoogte, gerekend vanaf de bodem (fig. 4). Op een derde van de hoogte van ditzelfde aquarium, gerekend vanaf de bovenkant, monteerde ik een horizontaal rooster van volièregaas als onderwater-steunpunt voor mijn Ruggezwemmers.

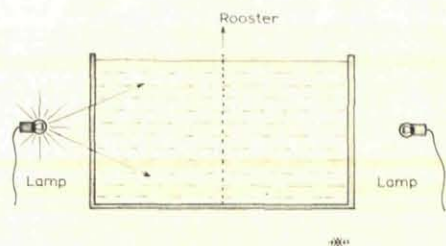


Fig. 5. *Aquarium met zijdelingse belichting.*

De dieren werden weer een voor een in deze afwijkende opstelling beproefd.

Het merendeel der proefdieren startte bij ademnood vanaf het rooster in de richting van het brandende lampje. Sommige dieren zwommen regelrecht naar het lampje toe en pakten het beet; andere zwommen naar beneden tot op het niveau van het lampje, waarna ze in een steeds kleiner wordende spiraal om het lampje heen draaiden en het tenslotte ook vastpakten. Nadat de Ruggezwemmers zich een paar seconden hadden vastgehouden lieten ze het lampje los, zwommen er een paar rondjes omheen om na enige ogenblikken weer op dit lichtgevende steunpunt te landen. Deze manier van doen herhaalde zich zeer vele malen. Tijdens de korte pauzes op het lampje waren de proefdieren vermoedelijk naarstig op zoek naar het wateroppervlak; zij wriemelden zenuwachtig op het glazen bolletje rond en probeerden soms met hun achterlijfspunt dit glasoppervlak aan te boren.

Ontstak ik tijdens deze vergeefse pogingen om lucht te vinden een sterke elektrische lamp, die boven de observatiebak was opgehangen, dan was het verbazingwekkend om te zien, hoe snel het naar lucht snakkende dier actief het wateroppervlak had gevonden.

Toen nu de resultaten van de hiervoor beschreven drie proeven bekend waren, rees de vraag, wat onze proefdieren zouden doen in een ruimte, waarin slechts zijdelings licht binnenviel. Zouden zij zich in deze situatie de wijste tonen, of zou het ook hier gelukken hen om de tuin te leiden?

Om een antwoord te vinden op deze vraag werd gebruik gemaakt van een aquarium, waarin op ongeveer de helft van de lengte een verticaal rooster van volièregaas was geplaatst (fig. 5). Aan

de buitenzijde van het aquarium en wel aan de korte zijden daarvan, werden twee even sterke lampen geplaatst, die afzonderlijk aan- en uitgedaan konden worden. Ook bij het uitvoeren van deze proef bleken de Ruggezwemmers min of meer te beantwoorden aan mijn verwachtingen. Zij startten na een rustperiode op het verticale rooster verreweg de meeste keren in de richting van de lamp die op dat ogenblik brandde. Werd het rooster dicht naar de lamp toegeschoven, dan botsten de dieren bij het zwemmen naar deze lamp toe tenslotte tegen de zijruit van het aquarium. Geruime tijd bleven zij nu tegen deze verlichte ruit aanbotsen. Tenslotte bereikten ze het wateroppervlak nagenoeg altijd door zich vermoeid als een kurkje naar boven te laten zweven.

Schakelde men tijdens het zwemmen van het proefdier naar de lichtbron toe deze lamp uit en de tegenover liggende lamp aan, dan draaide het dier zich na enige aarzeling in het water om en zwom in

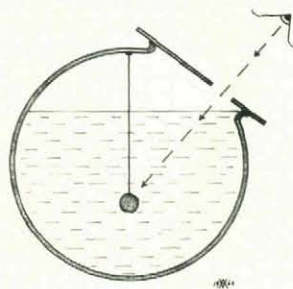
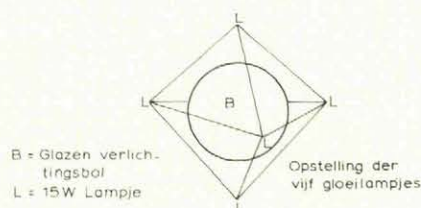


Fig. 6. Hoe de opaal-glazen verlichtingsbol als proefruimte werd gebruikt.

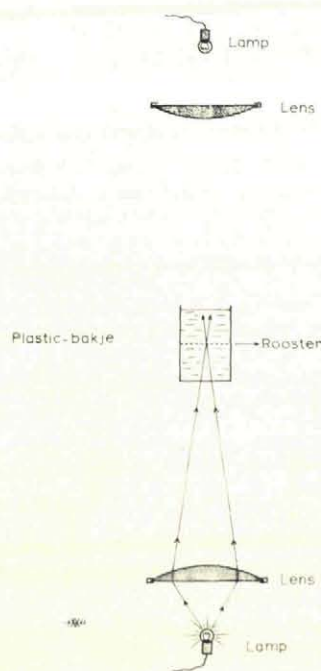


Fig. 7. De proefopstelling waarin de Ruggezwemmer wordt onderworpen aan convergerend licht van boven of van onderen.

tegenovergestelde richting naar de nieuwe lichtbron.

Zoals U ziet vertelden ons de Ruggezwemmers in deze proef weer, zonder dat zij het zelf wisten, dat voor hen de lichtverdeling in de hen omringende ruimte zeer belangrijk was voor het opzoeken van het wateroppervlak waar nieuwe lucht moest worden ingenomen.

Het vinden van het wateroppervlak is voor hen blijkbaar een kwestie van leven of dood. Kan op tijd lucht worden ingenomen, dan is er geen vuiltje aan de lucht. Wordt het wateroppervlak niet spoedig gevonden, dan treden er levensgevaarlijke toestanden op. Voelt U waar ik heen wil? Naar een vraag, die U waarschijnlijk reeds lang heeft gesteld: Wat

doen onze Ruggezwemmers dan als er geen licht is om zich op te oriënteren? Overdag zal het licht in sloot of plas altijd ongeveer van boven komen. Het vinden van het wateroppervlak is, dan geen probleem. Maar wat gebeurt er 's nachts? Zijn de arme Ruggezwemmers dan gedoemd om door verstikking te gronde te gaan? Kennelijk niet. Ze zouden anders binnen de kortst mogelijke tijd uitgestorven zijn en wij zouden een interessant beest in onze sloten moeten missen. Maar wat gebeurt er dan wel?

Allereerst is er 's nachts over het algemeen nog wel voldoende licht om onze Ruggezwemmers de weg naar boven te wijzen.

Ten tweede beschikken deze dieren over een mogelijkheid om in volstrekte duisternis toch het wateroppervlak te vinden.

Hoe we daar wel achter gekomen zijn, vraagt U; je kunt immers in het donker niet zien wat het beest doet. Daar hebt U volkomen gelijk in. Maar met een paar slimmigheidjes lukt het wel om er toch achter te komen. Een van die trucjes is het gebruik van donkerrood licht. Tamelijk veel insecten blijken het zwakke licht van een rode donkere-kamerlamp niet of nauwelijks waar te kunnen nemen.

Een serie proeven met de Ruggezwemmer bracht „aan het licht”, dat zwak rood licht naar alle waarschijnlijkheid volstrekte duisternis voor deze dieren betekent. Gewapend met deze kennis ging ik aan het werk. Met behulp van een rode lamp en een speciaal filter werd een zeer zwak rood schijnsel geworpen op een vel wit papier. Met het zo „verlichte” papier als achtergrond werden de Ruggezwemmers bespied. Na lang uren, gepaard met het optreden van een fikse hoofdpijn, werd mijn geduld beloond. Vriend Ruggezwemmer zweefde als een kurkje omhoog, nam

nieuwe lucht op en dook weer onder. Dit gedrag werd bij alle zo beproefde dieren waargenomen. In absolute duisternis vinden de Ruggezwemmers dus het wateroppervlak door zich eenvoudig passief naar boven te laten drijven.

Mijn hemel, hoor ik U uitroepen, waarom doen ze dat niet onder alle omstandigheden? Ja, op die vraag moet ik het antwoord schuldig blijven.

Tot slot van deze reeks experimenten werd aandacht besteed aan een situatie, welke op één lijn gesteld mag worden met de omstandigheden waarin wij onze Ruggezwemmers in de zo juist beschreven proef plaatsten. Uit deze proef bleek, dat de Ruggezwemmers in het donker een tamelijk voor de hand liggende oplossing vonden voor het opzoeken van het wateroppervlak, door zich als een kurkje omhoog te laten zweven. Ook hebben wij gezien, dat de dieren zich, indien er licht is, dat uit een bepaalde richting komt, zich door dit licht laten leiden (of misleiden) om het begeerde wateroppervlak te vinden.

Wat zouden nu onze proefdieren doen, als er wel licht was, maar geen licht uit een bepaalde richting? Met andere woorden: wat zouden de Ruggezwemmers doen bij een homogene lichtverdeling, in een ruimte waarin hen van alle kanten licht bereikt met dezelfde sterkte? In deze situatie immers is er geen licht om hen in een bepaalde richting te leiden.

Teneinde een min of meer homogene lichtverdeling te krijgen werd een opstelling gemaakt, die U thuis, in tegenstelling met de vorige proeven, niet zo één, twee, drie zult kunnen reproduceren. Toch lijkt het me wel de moeite waard U even te vertellen, hoe deze proef in zijn werk ging.

Als observatieruimte werd een opaal-gla-

zen verlichtingsbol gebruikt (fig. 6). U weet wel, zo'n witte glazen bol die ter verlichting van Uw kamer aan het plafond of boven Uw wastafel is opgehangen. Het zijn niet erg gezellige kamerornamenten, die een grote opening hebben, waardoor de gloeilamp naar binnen wordt gebracht. Deze grote opening was mij, zoals U later zult zien, erg welkom. Rondom deze bol werden op een afstand van 17 cm van het oppervlak van de bol vijf lampjes, elk met een sterkte van 15 W, zodanig gemonteerd, dat het oppervlak zo gelijkmatig mogelijk verlicht werd. De opening van de bol kon worden afgesloten door een opaal-glazen plaatje, waarin een kijkgat was geboord. In de glazen bol werd, nadat deze tot de rand van de opening met water was gevuld, aan een wit garendraadje een zwart geschilderd bolletje stopverf opgehangen. Dit bolletje werd zo bevestigd, dat het praktisch in het centrum van de glazen bol hing.

Nu werd een proefdier in deze merkwaardige observatieruimte losgelaten. De grote opening van de glazen bol werd door het opaal-glazen plaatje met het kijkgat afgesloten en het spieden kon beginnen.

Het was verbazingwekkend om te zien hoe de Ruggezwemmers zich vrijwel ogenblikkelijk oriënteerden op het zwarte bolletje. In deze ruimte betekende dit bolletje praktisch het enige optische oriëntatiepunt dat de dieren ter beschikking stond. Zodra de dieren waren ondergedoken en korte tijd hadden rondgezwommen, zagen ze het bolletje, roeiden er met een paar slagen naar toe en paktten het vast.

En wat gebeurde er toen? Ja, ik wilde graag snel resultaten zien, maar haast moet je bij zulke proeven niet hebben. Eerst werd mijn geduld lang op de proef

gesteld. De Ruggezwemmer bleef lang op het bolletje zitten en scharrelde daar zo nu en dan wat op rond. Maar na een minuut of tien werd mijn geduld beloond. De ademnood werd te groot en vriend Ruggezwemmer moest het wateroppervlak opzoeken. Hoe hij dit deed zult U wellicht al geraden hebben. Hij liet zich, zoals we ook in de vorige proef gezien hebben, als een kurkje naar boven drijven en vond zo het gezochte wateroppervlak. Op deze manier reageerden alle proefdieren.

Alvorens mijn verhaal te beëindigen met de beschrijving van een experiment, dat slechts zijdelings verband houdt met de voorgaande proeven, zullen wij nog even in het kort herhalen, welke conclusies wij kunnen trekken uit de tot nog toe beschreven proeven.

1. Onder normale omstandigheden oriënteren Ruggezwemmers zich bij het zoeken naar het wateroppervlak naar die zijde vanwaar hen de lichtstroom met de grootste intensiteit bereikt. De lichtverdeling rond de dieren is dus over het algemeen van fundamenteel belang.

2. Indien onze proefdieren zich tijdens het zoeken naar het wateroppervlak in het donker of in diffuus licht bevinden en zich dus niet optisch kunnen oriënteren, laten zij zich passief naar boven drijven. Of hier sprake is van een oriëntatie ten opzichte van de zwaartekracht en/of ten opzichte van de opwaartse kracht die de proefdieren ondervinden van de door hen onder water meegenomen luchtvoorraad, is niet duidelijk.

De Duitse bioloog Bethe merkte reeds in 1894 ten aanzien van dit probleem het volgende op:

„Ich bemerke hier, dasz, soweit meine Beobachtungen reichen, alle wirbellosen Schwimmer, welche Luft zum Atmen ge-

brauchen, d.h. ihre Luft von der Oberfläche des Wassers holen, spezifisch leichter sind als Wasser mit Ausnahme der Larven von *Culex pipiens*, was wohl auf eine spezielle Anpassung zurückzuführen ist. Dieses spezifische Verhältnis ist für die Luft atmenden Tiere von grosser Wichtigkeit, denn wenn sie einmal durch Verbrauch des Sauerstoffs die Besinnung verlieren, so kommen sie von selbst an die Oberfläche und zwar zuerst mit dem Teil des Körpers, welcher die Luft aufnimmt". Of Bethe het geheel bij het rechte eind heeft is de vraag. In ieder geval is het de moeite waard om er even bij stil te staan, dat reeds vroeger de biologen zich zo diepgaand met dit probleem hebben bezig gehouden.

Nu ik praktisch aan het einde van mijn betoog ben gekomen zal ik U de reeds aangekondigde proef beschrijven, welke zoals gezegd maar weinig met de reeds beschreven experimenten te maken heeft. Aanleiding tot dit experiment was een merkwaardige theorie van de Duitser Precht, welke beweerde, dat bij afname van het zuurstofgehalte van de luchtvoorraad van de Ruggezwemmer het dier op een gegeven moment positief fototactisch zou worden, doordat zijn foto-preferendum op een hoger intensiteitsniveau kwam te liggen. Dat wil zeggen, dat het dier bij ademnood automatisch door een inwendig mechanisme gedwongen zou worden zich te begeven naar een omgeving waar de lichtintensiteit groter is. Door zo te reageren op het gebrek aan zuurstof zou het dier bij normale omstandigheden altijd bij het wateroppervlak terecht komen, daar bij het opstijgen in het water in een sloot de lichtsterkte altijd toeneemt.

Daar deze theorie tamelijk onwaarschijnlijk leek, werd besloten een experiment

te verrichten, waarmede mogelijkerwijs het tegendeel was aan te tonen.

In dit experiment werd gebruik gemaakt van de opstelling welke bij de eerste proef ter sprake kwam (zie fig. 2). Deze opstelling werd aangevuld met twee grote (diameter 30 cm) positieve lenzen, welke zodanig tussen lamp en plastic observatiebakje waren aangebracht, dat hun brandpunten samenvielen met het roostertje in het plastic bakje (fig. 7). Werd nu bijvoorbeeld de onderste lamp ontstoken, dan ontwierp de tussen deze lamp en het observatiebakje geplaatste lens een diabolovormig lichtveld in dit bakje. Dit lichtveld heeft zijn grootste helderheid in het midden van de diabolus. Dit midden viel, zoals gezegd, precies samen met het roostertje.

De bedoeling van deze vreemde opstelling was, dat een proefdier, dat zich op het roostertje in het brandpunt van de lens bij een tamelijk grote lichtintensiteit bevond, om de tuin geleid zou kunnen worden. Volgens de theorie van Precht zou dit proefdier bij gebrek aan zuurstof het rooster niet kunnen verlaten om op zoek te gaan naar het wateroppervlak. Het dier komt immers bij het verlaten van het rooster altijd van een hoge in een lagere lichtintensiteit. En Precht beweerde, dat de Ruggezwemmer bij ademnood automatisch gedwongen zou worden

op zoek te gaan naar licht met een grotere intensiteit!

De Ruggezwemmers beschaamden mijn verwachtingen niet. Het overgrote deel der proefdieren begaf zich bij gebrek aan zuurstof in de richting vanwaar hen de lichtstroom bereikte: als het licht van onderen kwam gingen ze naar beneden en als het licht van boven kwam gingen ze zonder mankeren rechtstreeks naar het wateroppervlak. Met de uitkomst van deze proef voor ogen meen ik met recht te mogen zeggen, dat wel enige grond ontgenomen is aan de bewering van Precht. Aan het einde van dit verhaal gekomen, zullen velen onder U verbaasd staan, dat er zoveel te doen is geweest over het simpele feit van de ademhaling van de Ruggezwemmer en zich schouderophalend afvragen, wat het voor zin heeft zich in zulke details te verdiepen.

Ik kan U slechts zeggen, dat de proeven, welke ik beschreef, mij buitengewoon geboeid en mijn inzicht in het doen en laten van de Ruggezwemmers zeer verrijkt hebben. Mijn conclusies maken er allerm minst aanspraak op het laatste en enige antwoord te geven op de vragen rond het probleem van de ademhaling der Ruggezwemmers. Deze zaak is zo gecompliceerd, dat het mij slechts mocht gelukken een klein tipje van de rond dit vraagstuk gewikkelde sluier op te lichten.

Botanische aantekeningen over Brits Columbia

I. De bossen bij Vancouver

C. N. A. DE VOOGD.

We hadden de tijd van ons bezoek aan de kinderen in Vancouver zo gekozen, dat we er op mochten rekenen de meeste

voorjaarsplanten nog in bloei te vinden. Weliswaar was ons in vele toonaarden de lof van de „Indian summer” in okto-