

HOOREN OF VOELEN?

DOOR

Dr. D. HUIZINGA.

In 1892 verscheen van de hand van EWALD te Straatsburg het belangrijke werk: *Physiologische Untersuchungen über den Nervus octavus*. De schrijver deed daarin mededeeling van zijn veelomvattende minutieuse onderzoekingen, meestal gedaan met behulp van geheel nieuwe methoden, over de physiologische beteekenis van de zenuw, die men gewoon was gehoorzenuw, »*Nervus acusticus*» te noemen, maar die door EWALD, juist omdat zij niet uitsluitend gehoorzenuw is, met den meer neutralen naam van *Nervus octavus* werd aangeduid. Dat boek maakte door het vele nieuwe dat het bracht, sensatie in de wetenschappelijke wereld. Maar de meest opzienbarende mededeeling die er in werd gedaan was wel deze, dat een duif, waarbij aan beide zijden het inwendig oor, het zoogenaamde labyrinth, volkomen was weggenomen, en die dus de eindorganen van de gehoorzenuw (die zich in het labyrinth bevinden) ten eenenmale miste, nog hooren kon, althans nog reageerde op geluid. Dat scheen in volslagen tegenspraak met de tot nog toe geldige grondstelling der zintuigsphysiologie, die in hoofdzaak hierop neerkwam.

Een zintuigsgaان bestaat uit drie deelen. Vooreerst het peripheerisch eindorgaan, dat toegankelijk is voor het uitwendig agens (licht, geluid) en er door geprikkeld wordt. Bij het oog ligt dat eindorgaan in het netvlies, bij het oor in het labyrinth. Ten tweede de zenuw (gezichtszenuw, gehoorzenuw) die met het netvlies of het labyrinth verbonden is en naar de hersenen loopt. Die zenuw geleidt den prikkel

naar de hersenen, en brengt hem over naar het derde gedeelte, het centrale orgaan, waarin de gewaarwording van licht of geluid ontstaat. Wanneer uitwendige invloeden aanleiding zullen geven tot een gewaarwording, dan is samenwerking van al die drie deelen volstrekt noodzakelijk. Als het peripherisch eindorgaan is weggefallen, als b. v. het oog is weggenomen, of het netvlies door ziekte of verwonding buiten werking is gesteld, dan is het individu voor licht dat van buiten komt volkomen ongevoelig geworden. Want het orgaan waardoor uitwendig licht in zenuw prikkel wordt omgezet ontbreekt. En om de gezichtszenuw direct te prikkelen, daartoe is zelfs het felste licht, ook al kon het de zenuw bereiken, buiten staat.

Met dat laatste scheen EWALD's waarneming in lijnrechte tegenspraak. Hier was een dier, waarbij het peripherisch eindorgaan van de gehoorzenuw, het labyrinth (gelijkstaande met wat het netvlies is voor de gezichtszenuw) was weggenomen. Hier konden dus de geluidstrillingen niet meer omgezet worden in zenuw prikkel, de brug tusschen geluid en zenuw was afgebroken. En toch, als er een niet al te zwak geluid in de nabijheid van het dier weerklonk, dan deed het alsof het opschrikte, het reageerde op geluid. Dat dier bezat van de drie straks genoemde organen nog maar twee, nl. de gehoorzenuw en het centrale gehoororgaan in de hersenen. Moest men nu uit dat opschrikken besluiten, dat het derde orgaan, het peripherisch eindorgaan, niet principieel noodig was, — dat de vezels van de gehoorzenuw direct door geluid prikkelbaar waren?

Die conclusie trok WUNDT,¹ de psycho-fysioloog te Leipzig, aan wien EWALD een door hem geopereerde duif gezonden had. WUNDT verklaarde op grond van zijn proeven met dat dier: de duif zonder labyrinth hoort, wordt het geluid gewaar door bemiddeling van de stompjes van zijn (doorgesneden) gehoorzenuwen.

Zulk een besluit had echter in zijn consequenties een te verre strekking, dan dat het zoo maar zonder nadere controle kon worden aangenomen. Met die controle belastten zich een paar onderzoekers, MATTE,² die in het laboratorium van BERNSTEIN te Halle werkte, en STREHL,³ in HERMANN's laboratorium te Königsberg. De eerste onderzocht duiven die hij zelf had geopereerd, STREHL deed zijn proeven eerst met een

¹ *Philosophische Studien*, VIII, 641, IX, 496.

² *PFLÜGER's Archiv*, LVII, 437.

³ *PFLÜGER's Archiv*, LXI, 205.

dier dat hij van EWALD had ontvangen, daarna ook met duiven, waarbij hij zelf het labyrinth had weggenomen. Op de nauwkeurigheid en deugdelijkheid der operatie toch komt in dezen alles aan. Men moet zeker zijn, vooreerst dat er niet anders dan het labyrinth is weggenomen, en ten anderen dat het labyrinth geheel is weggenomen, dat er niet restes van zijn blijven zitten.

Wat bleek nu?

Vooreerst werd EWALD's oorspronkelijke waarneming ten volle bevestigd, de duif zonder labyrinth reageert wel degelijk op geluid. Telkens als het geluid weerklinkt, rekt het rustig neerzittende dier hals en kop omhoog en schudt den kop zachtjes heen en weer. Deze beweging maakt echter volstrekt niet den indruk van opschrikken, het is alsof het dier iets onaangenaams van zich wil afschudden.

Wat nu echter zeer belangrijk is, is dit: niet alle geluid is even geschikt. Een kortdurend, plotseling geluid, een hamerslag, klappen in de handen, de knal van een percussiedop, heeft meestal geen effect. Veel zekerder werking verkrijgt men door langer durende tonen, van een fluit, een trompet of iets dergelijks. (Reeds EWALD had er op gewezen, dat een knal lang niet altijd een geschikt middel is om geluidreactie te verkrijgen.)

Dat het fluiten dus indruk maakt op het zenuwstelsel van de duif is ontegenzeggelijk. Maar hoe?

Er zijn twee mogelijkheden: de geluidstrillingen prikkelen de stompjes der gehoorzenuwen en dan komt daardoor het centrale gehoororgaan in werksaamheid, dan hoort het dier het fluiten. Dat is de conclusie van WUNDT.

Of, wat ook mogelijk is: de geluidstrillingen prikkelen de gevoelszenuwen der huid, dan ontstaat er een gevoelsgevoel, de duif voelt het fluiten.

Om nu tusschen deze twee mogelijkheden te beslissen, redeneerde STREHL aldus: Wanneer er acusticusprikkeling in het spel is, wanneer het dus hooren is, dan is het aangrijpingspunt van den prikkel de kop. Is het daarentegen prikkeling van huidzenuwen, is het voelen, dan kan de prikkel op het geheele lichaam werken. Uit die redeneering vloeiden de volgende proeven voort.

De duif werd geheel ingepakt in watten, met uitzondering van den kop, en op een geschikte manier vrij in de lucht opgehangen. Nu was door de watten de geleiding van trillingen naar het lichaam bemoeielijkt, naar den kop niet. Was het dus hooren, dan was er

geen reden, waarom niet onder deze omstandigheden even goed de reactie zou optreden. Maar dat gebeurde niet, het dier reageerde of in het geheel niet op geluid, of alleen als het geluid van zeer nabij kwam. De wijze van ophangen had geen invloed, want het niet ingepakte dier, op gelijke wijze opgehangen, reageerde volkomen goed.

Andere proeven, waarbij op andere wijze de voortplanting van trillingen naar het lichaam bemoeielijkt werd, hadden een dergelijk resultaat. STREHL acht zich op grond hiervan gerechtigd tot de conclusie, dat hier niet de gehoorzenuw, maar gevoelszenuwen in het spel zijn. Dat geluidstrillingen voelbaar zijn, kunnen wij trouwens bij ons zelf gemakkelijk waarnemen. Wie den vinger legt op een resonantiekast, waarop een aangeslagen stemvork staat, voelt duidelijk de trillingen.

De zintuigsphysiologie behoeft dus hare tot nog toe geldige stelling, — dat het peripherisch eindorgaan een essentieel deel van het zintuig is, en dat het wegvallen van dat orgaan de zintuigsgewaardiging onmogelijk maakt, — nog niet op te geven.

De duif zonder labyrinth hoort dus niet, in de eigenlijke betekenis van het woord, al reageert zij op geluid. Maar is daarom de omgekeerde stelling ook waar? Hooren alle dieren, die wel een labyrinth bezitten? Dat volgt er nog niet uit.

Visschen b. v. hebben een zeer duidelijk labyrinth. De zeer ontwikkelde halfcirkelvormige kanalen met de daaraan verbonden blaasjes zijn als gemakkelijk aantoonbare bestanddeelen van elken visschenkop sedert lang bekend. Alleen het slakkenhuis, dat bij vogels en zoogdieren het voorste deel van het labyrinth vormt, ontbreekt bij de visschen. Hoe staat het nu met het gehoor der visschen? Kunnen zij hooren?

Men zou geneigd zijn die vraag overbodig te vinden, als men bij BREHM, MILNE-EDWARDS en andere autoriteiten herhaaldelijk vindt opgegeven dat visschen zeer goed hooren. En dat schijnt ook wel zoo, als men let op de verhalen, hoe goudvisschen, karpers en andere visschen, die in vijvers gehouden worden, op 't geluid van een schel of den roep van den oppasser komen aanzwemmen om hun voedsel te ontvangen, en hoe allerlei visschers er van overtuigd zijn dat geraas de visschen hetzij aanlokt, hetzij verdrijft, maar in ieder geval er invloed op heeft. Zijn al zulke verhalen echter bewijzend voor h o o r e n ? KREIDL ¹

¹ PFLÜGER'S *Archiv.*, LXI, 450.

te Weenen heeft zich die vraag voorgelegd en die op de volgende wijze beantwoord.

Goudvisschen werden gehouden in aquaria die zoo ingericht waren, dat de waarnemer de visschen kon observeeren zonder door hen gezien te worden. Om het geluid onder de gunstigste omstandigheden te laten werken, liet hij het in het water zelf ontstaan, door ijzeren staven die gedeeltelijk in het water gedompeld waren, langs electromagnetischen weg in trilling te brengen. Bovendien werden ook allerlei in de lucht ontstane geluiden gebruikt, fluiten, schellen, pistoolschoten, enz.

Bij de proeven bleek nu, dat de visschen voor alle geluiden, sterk of zwak, hoog of laag, in het water of in de lucht ontstaan, ongevoelig waren. Dezelfde dieren, die bij een tik tegen den wand van het aquarium naar alle richtingen uit elkaar stoven, bleven volkomen in rust bij allerlei geluiden. En ook als door een kleine dosis strychnine de prikkelbaarheid van het centraalzenuwstelsel abnorm sterk was geworden, en de zachtste aanraking van het aquarium voldoende was om de visschen te doen opschrikken, bleef die ongevoeligheid voor geluid dezelfde. Alleen op een sterken knal, b. v. een pistoolschot, reageerden die met strychnine vergiftigde, overgevoelige dieren.

Dus die hoorden toch wel? al waren zij ook wat hardhoorig? —

Dat volgt er nog niet uit. Want als KREIDL het labrynth aan weerskanten wegnam, en zodoende alle gehoorsgewaarwording buitensloot, reageerden die goudvisschen, met strychnine behandeld, even goed op een knal als toen zij hun labrynth nog hadden. Dus: de indruk van den knal had plaats, niet door bemiddeling der gehoorzenuwen, maar door die der gevoelszenuwen.

Zonder labrynth, of met labrynth, de visch hoort niet. Zoo stom als hij is, zoo doof is hij ook. Wat heeft hij dan aan zijn labrynth?

Het labrynth is bij de visschen geen gehoororgaan, maar alleen evenwichtsorgaan. Visschen zonder labrynth kunnen zich niet meer in evenwicht houden, zwemmen nu eens op den rug, dan op zijde, al naar het valt. Bij hoogere dieren behoudt het labrynth wel zijn functie als evenwichtsorgaan, maar in het zich ontwikkelende slakkenhuis treedt daar een tweede functie op, die van gehoororgaan. Over die beteekenis van het labrynth als evenwichtsorgaan zou veel te vertellen zijn, een behoorlijk bergje litteratuur daarover heeft zich in den laatsten tijd opgehoopt. Die berg is echter nog niet geschikt om in een populair referaat bekeken te worden.

Het wordt nu zeer begrijpelijk, waarom de oudere zoölogen, zooals MILNE-EDWARDS, de visschen lieten hooren. Zij gingen uit van de stelling: het labyrinth is gehoororgaan. De visch heeft een labyrinth, dus de visch hoort. En zooals het met de visschen gegaan is, zal het waarschijnlijk ook met de ongewervelde dieren gaan. Veel, zoo niet alles van wat men vroeger bij schaaldieren, kwallen en anderen, op den anatomischen bouw afgaande, als gehoororgaan heeft opgevat, blijkt meer en meer evenwichtsorgaan te zijn.

Wanneer dus de visschen geen aanspraak kunnen maken op gehoororganen, kent het nieuwere onderzoek hun daarvoor andere toe, waaraan zij waarschijnlijk meer hebben. De zoogenaamde zijkanalen, die bij de meeste visschen, en de SAVI'sche blaasjes, die bij sommigen voorkomen, zijn namelijk organen waardoor het dier gevoelig wordt voor veranderingen van drukking in het omringende water. Reeds vroeger had men, op grond van histologisch onderzoek, deze organen als zintuigsorganen opgevat. SIGMUND FUCHS¹ heeft nu onlangs, op grond van zijne physiologische proeven aan roggen (*Raja*) en sidderroggen (*Torpedo*) in het zoologisch station te Napels, die functie in dezen zin nader gepreciseerd.

¹ PFLÜGER's *Archiv.*, LIX. 454.