

# HET ZIJLIJNORGAAN

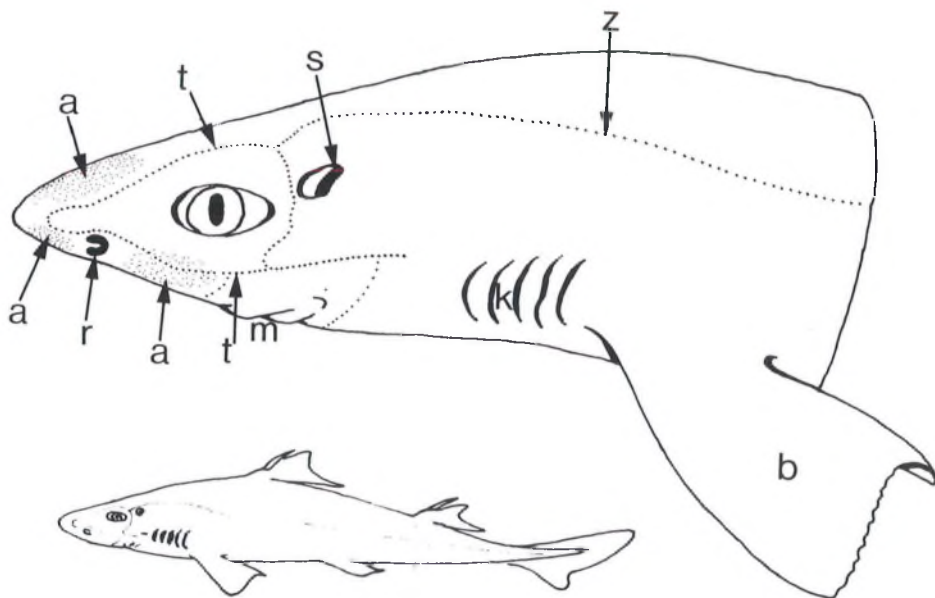
## het zesde zintuig van de vissen

Dr. J.J. Willemse

Tekeningen van de schrijver

### INLEIDING

Op school hebben wij altijd te horen gekregen, dat wij vijf „zinnen” hebben, gezichts- gehoor, tast-, reuk- en smaakzin. Die zinnen zijn erg belangrijk voor ons want zij stellen ons in staat om aan de weet te komen wat er rondom ons gebeurt. De bijbehorende organen die de signalen uit de buitenwereld opvangen en dan informatie doorgeven naar de hersenen, de „zintuigen” zijn respectievelijk oog, oor, microscopisch kleine tastzintuigjes, reukslijmvlies in de neus en de smaakpapillen op de tong. Vissen hebben nog een andere „zin”, een mogelijkheid om te „tasten op afstand”. Het bijbehorende zintuig is het zijlijnorgaan.



Afb. 1 Doornhaai met kop vergroot getekend. Bij (a) de gaatjes in de huid, waardoor ampullen van Lorenzini naar buiten uitmonden; (z) zijn de gaatjes van het zijlijnkanaal, dat zich langs de hele romp uitstrekt, met (t) zijn twee koptakken van het zijlijnkanaal aangegeven; (s) spuitgat; (r) opening van reukkapsel; (m) mondopening; bij (k) liggen de 5 kieuwspalten en (b) is een borstvin.

Eigenlijk is het verhaal van onze vijf zinnen in een aantal opzichten een vereenvoudiging. Iedereen weet uit eigen ervaring dat wij in de huid ook zintuigjes hebben, die temperatuurgevoelig zijn. Nog beter kennen we de pijnzinn, ook al is het moeilijk daarvoor specifieke zintuigen aan te wijzen. Verder hebben wij een goed ontwikkeld evenwichtsorgaan, dat één zintuigcomplex vormt met het slakkehuis, het diepst in de schedel gelegen deel van het gehoororgaan. Bovendien hebben we niet alleen zintuigen die ons informatie geven over de buitenwereld, maar ook zintuigen die informatie oppikken over de toestand IN ons lichaam. Zo zijn er spierspoeltjes, waarmee de spanningstoestand van spieren bepaald wordt en ook rekgevoelige zintuigjes in pezen en gewrichtsbanden. Ook zit er in de wand van een van onze grote slagaders een zintuigje dat gegevens over het door het vat stromende bloed registreert.

Verder is het wel even nuttig op te merken dat reuk en smaak samen te vatten zijn als chemische zinnen, omdat ze gemeen hebben dat ze gevoelig zijn voor en onderscheid kunnen maken op grond van het chemische karakter van stoffen. Op dezelfde manier kunnen we een groep zintuigen samenvatten als mechanische zintuigen. Deze reageren op zaken als druk, trek, beweging, trilling. Tastzintuigjes, spierspoeltjes, evenwichtsorgaan en het oor zijn hier voorbeelden van.

## VISSEN

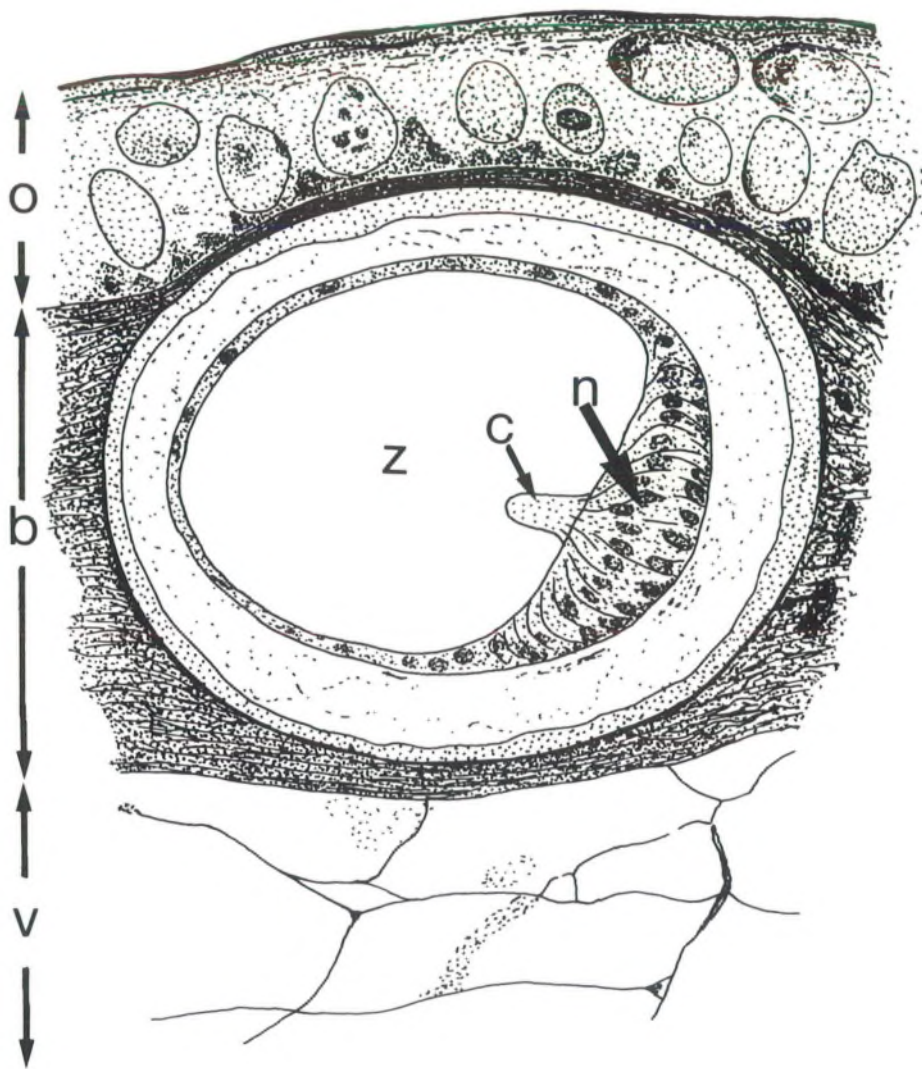
Hoewel er een aantal blinde, meestal in grotten levende, vissoorten bestaan, hebben de meeste vissen redelijk tot goed ontwikkelde ogen, die in bouw veel overeenkomst vertonen met onze eigen ogen. Veel vissen kunnen kleuren onderscheiden, maar hun kleurenbeeld is in het algemeen verschillend van het onze. Een opvallend verschil tussen onze en visse-ogen zit in de manier waarop scherp gesteld wordt. Onze ogen zijn in rust op veraf ingesteld en door de ooglenzen boller te maken, kunnen wij scherpstellen op voorwerpen die dichtbij zijn. Vissen stellen scherp door hun ooglenzen heen en weer te

schuiven. Bij beenvissen staan de ogen in het algemeen in rust op dichtbij ingesteld en om verderaf scherp te kunnen zien, brengen zij de lens dicht bij het netvlies. Voor zover wij weten is het bij kraakbeenvissen (haaien en roggen) net andersom. Daarbij staan de ogen in rust op veraf en zij schuiven de lens verder van het netvlies om dichtbij scherp te kunnen zien.

Hoewel er bij vissen geen oorschelp en middenoor aanwezig zijn zoals dat bij ons het geval is, bezitten zij wel een inwendig oor. Dat is een heel eenvoudig gevormd zakje met een groep trillingsgevoelige zintuigcellen erin. Ons inwendige oor is het fraaigevormde slakkehuis. Voor zover experimentele gegevens beschikbaar zijn, blijkt het gehoor van vissen redelijk tot goed ontwikkeld, maar worden alleen vrij lage tonen geregistreerd. Bij sommige vissen (karperachtigen, haringen) is er op de een of andere manier een verbinding tussen het inwendige gehoororgaan en de zwemblaas. De laatste kan dan een rol spelen bij het „opvangen“ van het geluid, vergelijkbaar met de manier waarop ons trommelvlies dat doet.

Tot voor kort werd algemeen vermeld dat de tastzin bij vissen slecht ontwikkeld zou zijn. De laatste tijd heeft men echter aangetoond dat zich bij vissen in de huid talrijke drukgevoelige zenuwuiteinden bevinden. Ook heeft men de aanwezigheid van temperatuurgevoelige zintuigjes aangetoond.

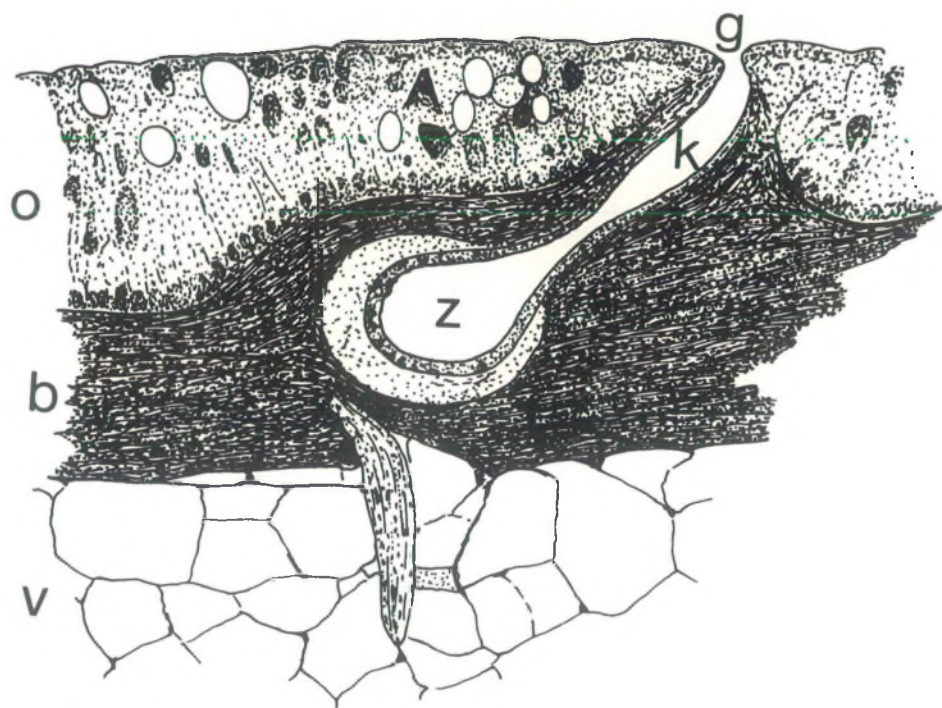
Als chemische zintuigen vinden we bij de vissen ten eerste een paar reukgroeven. Die liggen voor aan de kop maar zij hebben geen verbinding met mond- of keelholte zoals onze neus. Bij sommige vissen (aal, zalm) is dit reukorgaan bijzonder gevoelig. Uiterst kleine sporen van bepaalde stoffen kunnen worden waargenomen en op de meest subtiele manier kunnen stoffen van elkaar worden onderscheiden. Ten tweede kunnen bij vissen smaakpapillen overal in de mond- en keelholte worden aangetroffen. Net als bij ons kan daarmee alleen maar onderscheid gemaakt worden tussen zoet, zuur, zout en bitter. Ten derde zijn er vissen (dwergmeerval) waarbij chemische zintuigjes verspreid over de hele huid



*Alb. 2 Microscopische doorsnede door de huid van een aal, waarbij het zijlijnkanaal dwars getroffen is, juist ter hoogte van een neuromast. Die neuromast is de "dikke" groep van zintuigcellen (n); (c) is de cupula; (z) is de eigenlijke holte in*

*het zijlijnkanaal; (o) is de opperhuid, de meest naar buiten gelegen huidlaag; (b) de uit stevig bindweefsel bestaande lederhuid en (v) het onderhuidse bindweefsel, dat grotendeels uit vet bestaat.*





Afb. 3 Eveneens een microscopische doorsnede door de huid van een aal, maar nu is een van de vele kanaaltjes (k) getroffen, die het grote

zijkanaal (z) met de buitenwereld verbinden bij het gaatje (g). De verschillende lagen zijn op dezelfde manier aangeduid als in afb. 2.

voorkomen.

Het evenwichtsorgaan van de vissen bevat net als het onze drie halfcirkelvormige kanalen en net als bij ons vormt het evenwichtsorgaan één complex met het inwendige gehoororgaan. Met behulp van de halfcirkelvormige kanalen kan vastgesteld worden of het lichaam zich beweegt en hoe het beweegt, of het naar rechts of links draait, een koprol maakt of om zijn lengte-as wentelt. In het evenwichtsorgaan van de vissen vinden we in speciale zakjes ook altijd zogenaamde gehoorsteentjes of otolithen. Dat zijn fraai gevormde kalklichaampjes die op een groepje zintuigcellen drukken, waardoor vastgesteld kan worden of het dier normaal rechtop staat of niet. De otolithen vertonen vaak duidelijk

ke jaarringen die voor leeftijdsbepaling gebruikt kunnen worden.

#### ZIJLIJNORGAAN

Tenslotte dan het zijlijnorgaan. Soms bestaat het slechts uit een paar putjes in de huid, maar in de meest complete vorm is het een stelsel van dunne buizen, die verlopen in de bindweefsel laag van de huid. Twee takken van dit buizensysteem strekken zich links en rechts langs de flanken van de vis uit, vanaf het kieuwgebied tot aan de staartvin. Verdere vertakkingen van het zijlijnsysteem vinden we in het kopgebied (afb. 1). Vorm en aantal van die takken wisselen van soort tot

soort; in het algemeen is er ten minste één tak boven en één tak onder het oog. Bij sommige vissen (haaien) liggen in de kop, vooral in de snuitpunt, groepen met slijm gevulde zakjes, die de veelbelovende naam „ampullen van Lorenzini” dragen. Deze maken ook deel uit van het zijlijnsysteem, maar ze hebben een andere functie dan de normale zijlijnkanalen.

We kunnen als regel zien waar de zijlijnkanalen in de huid liggen, doordat zij op regelmatige afstanden korte zijtakjes hebben die aan het huidoppervlak naar buiten uitmonden (afb. 2). Een rij van gaatjes verraadt zo de ligging van het kanaal. Door deze gaatjes staat het hele kanaalsysteem met het omringende water in open verbinding. In de buizen liggen op regelmatige afstanden „neuromasten”. Dat zijn groepjes van zintuigcellen, waarvan de gevoelige haartjes in de holte van de zijlijnbuis uitsteken. Die haartjes zijn bedekt met een slijmkapje, de „cupula” (afb. 3). De zintuigcellen van een neuromast zenden constant, ook als zij niet geprikkeld worden, een reeks elektrische impulsjes via een aangesloten zenuw naar de hersenen. Als de rust van de vloeistof in de kanalen verstoord wordt, dat wil zeggen als de vloeistof in een kanaal gaat bewegen, dan worden de in een cupula gevatte zintuighaartjes gebogen. Het gevolg daarvan is, dat de zintuigcellen het tempo waarin zij hun impulsjes naar de hersenen sturen ofwel vertragen, ofwel versnellen. Veranderingen van die impulsfrequentie worden in de hersenen verwerkt tot bruikbare informatie. Op de aard van die informatie komen we hieronder terug.

#### VOELEN OP AFSTAND

Wanneer een vis zwemt, stroomt het water in een bepaald patroon langs zijn lichaam. Als we bij voorbeeld zouden meten bij de snuitpunt, bij een oog, bij een kieuwdeksel en bij de zijkant van de staart, dan zouden we allemaal verschillende stroomsnelheden meten. Het belangrijke punt is nu, dat bij een vis inderdaad overal langs zijn lichaamsoppervlak het stromingsbeeld gemeten wordt en wel met behulp van zijn zijlijnsysteem. Een waterstroom langs de opening van een zij-

buisje veroorzaakt namelijk „onrust” in de vloeistof in het zijbuisje en het nabijgevoerde deel van de hoofdbuis, waardoor de daar ter plaatse liggende neuromast of neuromasten geprikkeld wordt of worden. Uit de signalen van alle neuromasten te zamen wordt in de hersenen een „totaalbeeld” gecomponeerd. Dat totaalbeeld bevat de hierboven genoemde „bruikbare informatie”. Wanneer een vis, al zwemmend, vanuit een grote rustige waterruimte in de buurt van een obstakel komt (aquariumruit, rots, koraalformatie), dan treden op een behoorlijke afstand van dat obstakel al kleine verstoringen op in de manier waarop het water langs zijn lichaam stroomt. Zijn zijlijnsysteem registreert die verstoringen en zijn hersenen verwerken het tot de informatie „obstakel aanwezig”. Dit geheel werkt zo nauwkeurig, dat niet alleen de simpele aanwezigheid van een voorwerp vastgesteld kan worden maar zelfs de preciese plaats in de ruimte van dat voorwerp. Ook kan er onderscheid gemaakt worden tussen voorwerpen met een hard oppervlak (rots) en een zachter oppervlak (andere vis).

Verder kan met behulp van het zijlijnsysteem bepaald worden of dingen in de buurt bewegen en hoe ze bewegen, als prooi of als vijand. Ook een niet zwemmende vis registreert op deze manier verstoringen in het watergebied rondom hem; hij kan waarnemen wat er in zijn buurt aanwezig is en wat er gebeurt. Volkomen blinde vissen en vissen met afgedekte ogen kunnen feilloos vaststellen wat er rondom hen aanwezig en aan de hand is door gebruik te maken van de informatie verkregen via de zijlijnorganen.

In de praktijk betekent het, dat een vis die ons niet kan zien, toch merkt dat, en waar wij in zijn nabijheid zijn. Zelfs bewegingloos en zonder geruis betekenen we voor het zijlijnsysteem een verstoring van het omgevingsbeeld en die verstoring kan door de vis bemerkt worden.

Overigens zijn er vissen die nog een 7e zintuig hebben. Dat zintuig is gevoelig voor elektrische velden in het water. De ampullen van Lorenzini zijn daar een voorbeeld van. Door vaststellen en in de hersenen verwerken van verstoringen in het elektrische veld kan „op afstand getast” worden.