

1. Zintuigen bij dieren

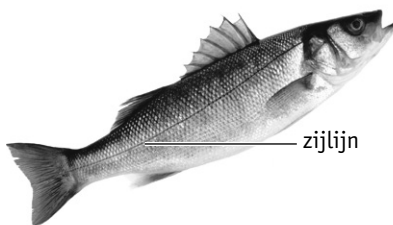
Sommige dieren hebben zintuigen die bij mensen niet voorkomen. Zulke zintuigen stellen hen in staat om te reageren op prikkels uit hun omgeving die mensen niet kunnen waarnemen.

De zijlijn bij vissen is een zintuig waarmee een vis trillingen in het omringende water kan waarnemen. Een ander woord voor zijlijn is laterale lijn. Dit zintuig wordt ook zijlijnorgaan genoemd. De zijlijn loopt meestal als een dunne lijn vanaf de kieuwdeksels tot aan de staartbasis. De meeste larven van amfibieën hebben ook een zijlijnorgaan, net als sommige volwassen amfibieën.

Soms bestaat het zijlijnorgaan deels uit elektroreceptoren, zoals bijvoorbeeld bij de meerval die vooral leeft in dichtbegroeide wateren met een zachte bodem. Jonge meervallen jagen voornamelijk op dieren die ze in en op de bodem vinden. Ze gebruiken hiervoor onder andere hun elektroreceptoren. Met deze receptoren kan een meerval de elektrische impulsen waarnemen die ontstaan als andere dieren hun spieren gebruiken om te lopen of te zwemmen.

Haaien hebben op hun kop speciale poriën: de ampullen van Lorenzini. De ampullen vormen een netwerk van kanalen die gevuld zijn met een geleachtige stof en elektrische receptorcellen. De ampullen van Lorenzini zijn heel gevoelig voor elektrische impulsen zodat een haai zelfs prooidieren kan vinden die niet bewegen of die verstopt zitten onder het zand van de zeebodem. Ook kan een haai magnetische velden rondom de aarde voelen. Zo kan hij bepalen waar hij is en waar hij naartoe wil zwemmen.

Afb. 1 De zijlijn.



1 bij een vis



2 bij een kikker

OPDRACHT 1

- Vissen zwemmen in scholen. Dit is een voorbeeld van zelforganisatie. Een individu probeert steeds op dezelfde afstand te blijven van de anderen die rondom hem zwemmen. Welke rol speelt het zijlijnorgaan hierbij?

Door het zijlijnorgaan weten de vissen waar hun buren zwemmen.

- Het zijlijnorgaan reageert op trillingen in het water. Welk zintuig van de mens reageert op trillingen?

De oren.

- 3 Niet alle volwassen amfibieën hebben een zijlijnorgaan. Padden die op het land leven, hebben meestal geen zijlijnorgaan. Ze gaan alleen het water in om zich voort te planten. Watersalamanders hebben wel een zijlijnorgaan. Leg uit dat het voor volwassen watersalamanders nuttig is een zijlijnorgaan te hebben, en voor volwassen padden niet.

Watersalamanders nemen met het zijlijnorgaan trillingen in het water waar en kunnen zo prooien in het water vinden. Padden die op het land leven hebben geen profijt van een zijlijnorgaan, want dit orgaan neemt alleen trillingen in het water waar.

- 4 Welke vissen hebben volgens jou een zijlijn met elektroreceptoren: prooivissen of roofvissen?

Roofvissen hebben een zijlijn met elektroreceptoren. Ze gebruiken het orgaan om hun prooien te vinden.

- 5 Door de ampullen van Lorenzini kunnen haaien ook dieren vinden die stilliggen op de bodem.

Welke elektrische impulsen worden in dat geval door de ampullen van Lorenzini opgevangen?

De impulsen die de prooidieren opwekken als ze hun spieren gebruiken om bijvoorbeeld te ademen, of hun hartslag (het hart is immers ook een spier).

- 6 Om hun weg te vinden, maken haaien gebruik van de magnetische velden rondom de aarde, maar zij zijn niet de enige dieren die dat zo doen.

Noem nog een dier dat dankzij zijn magnetische zintuig altijd de weg naar huis terugvindt.

Een (post)duif.

Afb. 2

De tong van een slang.



SLANGEN

Het belangrijkste zintuig van de slang zit in zijn bek. Slangen gebruiken dit zintuig om te ruiken. Want een slang ruikt niet met zijn neus, maar met zijn tong. Als een slang zijn gevorkte tong naar buiten steekt, blijven geurdeeltjes aan de vochtige tong plakken. Daarna trekt de slang zijn tong terug in zijn bek en strijkt hij met zijn tong langs het orgaan van Jacobson. Het orgaan van Jacobson geeft impulsen door aan de hersenen. Zo bepaalt de slang of er bijvoorbeeld een prooi of soortgenoot in de buurt is.

Sommige slangen kunnen hun prooi zien via een infraroodzintuig. Dit zintuig is een aangepast smaakzintuig. Bij mensen zorgt dit smaakzintuig voor een prikkelend gevoel op de tong bij het eten van mosterd, scherpe pepers of wasabi (een scherpe specerij uit de Japanse keuken).

Afb. 3

Slangen voelen warmte met mosterdreceptor

Door onze redacteur Michiel van Nieuwstadt

Adders en wurgslangen kunnen met hun warmteorgaan muisjes 'zien' in de nacht. Nu is de werking ontdekt. Het is geen oog, maar een aangepast 'smaakorgaan'.

Rotterdam, 16 maart 2010. Het beangstigende zesde zintuig van slangen is gedemystificeerd. In het wetenschappelijke tijdschrift *Nature* (online) beschrijven Amerikaanse biologen deze week tot in detail hoe het komt dat sommige slangen hun prooi in het donker kunnen waarnemen. De reptielen blijken daarbij receptoren te gebruiken die mensen en andere zoogdieren ook hebben. Het zijn de receptoren die ons bij het eten van mosterd of het scherpe Japanse wasabi een prikkend gevoel op de tong bezorgen.

Dat sommige adders, pythons, boa constrictors – en ook vampiervleermuizen – prooidieren of belagers kunnen waarnemen in het donker was bekend. Wurgslangen zoals de python en de boa constrictor detecteren warmtestraling vanuit kleine putjes rond de bek. Bij groefkopadders zijn de warmtesensoren nog vijf tot tien keer gevoeliger dan bij die wurgers. De Texaanse ratelslang, een groefkopadder, is de kampioen. Met zijn infraroodsensoren kan hij een levend muisje waarnemen op een meter afstand. Deze ratelslang, *Crotalus atrox*, staat centraal in de zondag verschenen studie onder leiding van moleculair bioloog David Julius (universiteit van Californië in San Francisco).

Groefkopadders detecteren warmte met een dun membraan in holtes tussen oog en neusgat, één aan elke kant van hun kop. Warmte (infraroodstraling) is licht dat voor ons onzichtbaar is. Het was daarom niet vreemd geweest als de warmtesensoren van deze slangen net zo zouden werken als onze ogen. Die detecteren licht door fotonen op te vangen en om te zetten in een zenuwsignaal naar onze hersenen. Maar de warmtegevoelige sensor van slangen werkt anders. Slangen kunnen het onzichtbare licht voelen.

Het membraan in de groef van de groefkopadder is vergelijkbaar met een stukje zeer gevoelige huid. Fysiologen hadden al eerder aangetoond dat het

warmtegevoelige vlies verbonden is met een dicht netwerk van zenuwbanen. Bij mensen en andere zoogdieren raken deze zenuwbanen geactiveerd als ze zich ergens aan branden, maar ook (in het geval van mensen) bij het eten van mosterd. Bij de onderzochte slangen zijn de zenuwbanen voor deze zintuigen zwaarder uitgerust dan bij ons mensen.

Om uit te zoeken hoe het warmtegevoelige membraan functioneert, ging Julius op zoek naar genen die actief zijn in de zenuwcellen die liggen onder de infraroodreceptoren, maar niet in andere vergelijkbare zenuwcellen. Eén gen sprong eruit, voor de Amerikaanse bioloog een oude bekende. Drie jaar geleden toonde hij al aan dat dit gen bij zoogdieren betrokken is bij het maken van een moleculaire schakelaar die een signaal – 'dit is scherp!' – naar de hersenen stuurt als we mosterd of wasabi eten. Fruitvlieggen gebruiken dezelfde schakelaar ook om warmte te voelen. De moleculaire schakelaar die zoogdieren gebruiken wijkt daar weer iets vanaf: die wordt geactiveerd bij temperaturen boven 43 graden en – op onze tong – bij het eten van Spaanse pepers.

Om de functie van de receptor in slangen te onthullen zette Julius die in eicellen van kikkertjes. Ook deze cellen bleken nu op warmte te reageren. Kikkercellen met genen van de Texaanse rattenslang begonnen plotseling stroom te geleiden vanaf een temperatuur van 33 graden Celsius. Deze Texaanse rattenslang (*Elaphe obsoleta lindheimeri*) kan net als de Texaanse ratelslang infraroodlicht detecteren, maar minder goed. De warmtegevoeligheid van de Texaanse ratelslang manifesteerde zich ook in het petrischaaltje. Kikkereicellen met zijn genen reageerden al op een temperatuursverhoging tot boven 28 graden. Volgens Julius is de warmtegevoelige sensor bij groefkopadders en bij andere slangen onafhankelijk van elkaar ontstaan. Hij schrijft in *Nature*: 'Een zintuig kan zich kennelijk razendsnel aanpassen aan veranderde omstandigheden in de omgeving, zoals de relaties tussen prooi en prooidier.'

Bron: NRC, 16-03-2010

OPDRACHT 2

- 1 Een slang heeft, net als mensen, twee neusgaten. Hij gebruikt zijn neus echter niet om mee te ruiken. Waar gebruikt een slang zijn neus wel voor?

Om te ademen.

- 2 Welk voordeel heeft het voor een slang dat zijn tong gevorkt is?

Een slang kan door de gevorkte tong tegelijkertijd twee geuren uit verschillende richtingen ruiken. Hij ruikt hierdoor 'in stereo' en kan zo beter bepalen waar een eventuele prooi of vijand zich bevindt.

- 3 Waarom 'kwispelt' een slang met zijn tong?

Om zoveel mogelijk geurdeeltjes op te vangen.

- 4 Een slang gebruikt zijn tong om te ruiken. Hij volgt daarna het geurspoor door te blijven ruiken. De slang gebruikt dus niet zijn ogen om een prooi te vinden. De ogen van de slang hebben namelijk geen kring- en lengtespieren rondom de iris. Een slang heeft ook geen oogspieren. Welke beperking levert het ontbreken van de kring- en lengtespieren op voor het zicht van de slang? En welke beperking levert het ontbreken van de oogspieren op?

Een slang kan door het ontbreken van de kring- en lengtespieren rondom de iris niet scherpstellen met zijn ooglenzen. Hierdoor kan hij maar op één bepaalde afstand scherp zien.

Door het ontbreken van de oogspieren kan een slang zijn ogen niet draaien in de oogkassen. Een slang moet zijn kop dus draaien als hij iets wil zien, want hij kan met zijn ogen niet naar links of rechts bewegen.

- 5 Het membraan in de kop van de groefkopadder is te vergelijken met een stukje zeer gevoelige huid (zie de tekst in afbeelding 3). Welke twee factoren zorgen ervoor dat dit membraan zo gevoelig is voor warmte?

- Het membraan is zeer dun.*
- Er liggen erg veel zenuwen (een dicht netwerk van zenuwbanen) die de impulsen van de warmtezintuigen snel aan de hersenen doorgeven.*

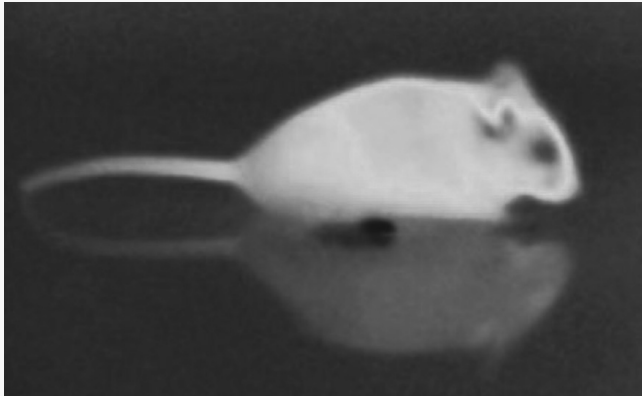
- 6 In onze tong zitten smaakzintuigen voor zoet, zout, zuur en bitter. Welke zintuigen gebruiken we volgens de tekst in afbeelding 3 om de smaak 'scherp' waar te nemen?

Hiervoor gebruiken we onze warmtezintuigen.

- 7 In afbeelding 4 zie je een afbeelding van een muis. De foto is gemaakt met een camera die de warmte van de muis registreert. Hoe warmer iets is, hoe roder het eruitziet op de foto. Welk deel van de muis straalt de meeste warmte uit, en wat is hiervan de oorzaak?

De ogen stralen de meeste warmte uit. Dit komt doordat de ogen niet behaard zijn.

Afb. 4 Een muis (foto gemaakt met een warmtecamera).



- 8 Welk voordeel heeft het voor adders en wurgslangen dat juist de ogen van een muis het warmst zijn?

Adders en wurgslangen kunnen hun prooi met warmtereceptoren waarnemen. Ze 'zien' dus wat de voorkant van de muis is. Slangen slikken altijd als eerste de kop van hun prooi door.

OPDRACHT 3

Stel dat je één van de genoemde zintuigen zou kunnen maken en implanteren bij jezelf: een zintuig voor beweging, een zintuig voor meting van elektrische velden, een zintuig voor meting van infrarood/warmte, of een zintuig voor het waarnemen van de magnetische velden van de aarde.

- Welk zintuig zou je kiezen, en waarom?
- Hoe zou dit zintuig eruitzien?
- Waar zou je het zintuig plaatsen op je lichaam?
- Zou je het zintuig altijd willen gebruiken, of zou er (bijvoorbeeld) een aan/uit-schakelaar op moeten zitten?

Beantwoord de vragen in een kort opstel van maximaal 500 woorden.

Overtuig de lezer van je opstel ervan dat jouw zintuig hét zintuig is dat iedereen zou moeten hebben. Doe dit al in de eerste paar zinnen, en schrijf je opstel zo dat je de aandacht van je lezers pakt en vasthoudt tot ze het hele opstel hebben gelezen.

Zorg dus voor een goede titel, een pakkende openingszin, een vlotte schrijfstijl en goede argumenten!

Lever je opstel in zodat je docent uit alle 'inzendingen' het superzintuig kan kiezen.