



Industriële wetenschappen

Communicatie tussen dieren

Mentoren

D. Vansteenlandt
K. Werbrouck
K. Geeraert
D. Goethals
T. Vandenbulcke

Naam leerlingen

Ward Luysen
Tine Gadeyne

DOSSIER GEINTEGREERDE PROEF 2023-2024

VRIJ TECHNISCH INSTITUUT St. Aloysius | Papebrugstraat 8A | 8820 TORHOUT
e-mail: vti@sint-rembert.be | website: <http://www.sint-rembert.be/vti>

Voorwoord

Naast onze GIP-opdracht hebben we ook nog een aantal nevenopdrachten waaronder de biologie van geluid. Er is al een verslag geschreven over de werking van het oor van de mens, maar er is nog niet gesproken geweest over de communicatie tussen dieren.

Inhoudstafel

Voorwoord	2
1. Inleiding	4
2. Dierencommunicatie	4
2.1 Charles Darwin	4
2.2 Reden van communicatie tussen dieren.....	5
2.3 Het idee dat dieren net zoals mensen praten	5
2.4 De communicatie tussen mens en dier	6
3. Het gehoor van verschillende soorten dieren.....	6
3.1 Zoogdieren	7
3.1.1 Paarden.....	7
3.1.2 Koeien	8
3.1.3 Honden	8
3.1.4 Katten	9
3.1.5 Muizen	9
3.1.6 Vleermuizen.....	10
3.1.7 Walvissen.....	10
3.1.8 Overige zoogdieren	11
3.2 Vogels.....	12
3.2.1 Duiven.....	14
3.2.2 Uilen.....	14
3.3 Reptielen	16
3.3.1 Slangen	16
3.3.2 Krokodillen.....	17
3.4 Vissen	18
3.5 Andere.....	18
3.5.1 Kikkers.....	18
3.5.2 Spinnen	19
3.5.3 Wormen.....	19
4. Slotwoord	21

1. Inleiding

Hoe komt het nu dat wij niet verbaal met dieren kunnen communiceren? En waarom kunnen we de ene horen en de andere niet?

In dit verslag wordt de communicatie van dieren even kort en bondig uitgelegd.

2. Dierencommunicatie

Dierencommunicatie is de wisselwerking van informatie tussen twee of meerdere dieren.

Dieren gebruiken allerlei middelen om een boodschap over te brengen: lichaamshouding, geluiden, gebaren, geuren, gelaatsuitdrukking, smaakzin en aanraking.

Dat dieren met elkaar communiceren is al heel lang bekend. Charles Darwin stelde al vast dat dieren beschikken over eigenschappen die van belang zijn voor communicatie met soortgenoten.

Maar toch blijft dierencommunicatie beperkt of is die toch zeker niet zo uitgebreid als de communicatie van de mens.

2.1 Charles Darwin

Charles Darwin was een Britse wetenschapper die onderzoek deed naar de rol van natuurlijke selectie en ontwikkeling van plant en dier. Hij leefde in de negentiende eeuw, en was van jongs af aan al geïnteresseerd in dieren. Echter was hij niet de beste student.

Toen hij tweeëntwintig jaar oud was, ging hij op reis met een groot schip, de Beagle. Tijdens deze reis deed hij onderzoek naar planten en dieren over de hele wereld. Veel van deze planten en dieren bracht hij aan boord om ze mee te nemen naar Engeland.

Na zijn reis schreef hij alles op in zijn boeken.

Hij was evolutionist, geoloog en botanicus. Evolutionist is iemand die de veranderingen of ontwikkelingen van iets of iemand bestudeert. Geoloog is iemand die de aarde, haar geschiedenis en alle processen die daarbij een rol spelen, bestudeert. En botanicus of plantkundige, is iemand die planten bestudeert.

Hij onderzocht de uitdrukkingen van emoties bij mens en dier, hij fokte duiven en kweekte planten om meer over de veranderlijkheid van soorten te weten te komen.

2.2 Reden van communicatie tussen dieren

Er zijn tal van redenen waarom dieren communiceren, wij beperken ons hier tot de meest voorkomende.

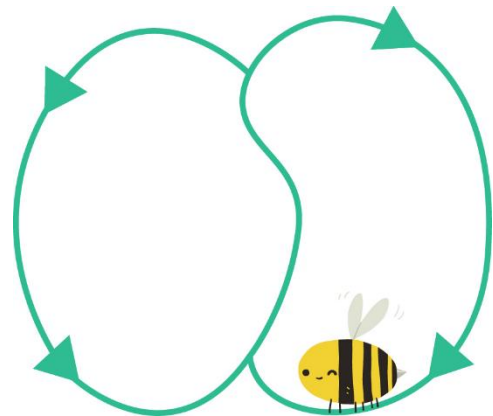
De meest voorkomende reden is competitie. Dit heeft alles te maken met agressie en rivaliteit tussen twee individuen. Vaak vechten dieren voor eten, een partner of een territorium. Er zijn wel nog verschillen bij deze communicatiefunctie. Zo kunnen de meeste dieren wel uitdrukken dat ze willen vechten, dat ze gewonnen hebben of dat ze toegeven dat ze verloren hebben en weggaan.

Nog een vorm van communicatie heeft te maken met het belang van voedsel. Veel dieren produceren voedselgeluiden die andere dieren van dezelfde soort aantrekken. Het wordt ook wel gebruikt door ouders om aan hun jongen te laten weten dat ze eten hebben of omgekeerd door jongen om aan hun ouders te laten weten dat ze honger hebben. Een van de bekendste voorbeelden van voedselgeluiden is de bijendans.

Even een korte uitleg over de bijendans.

Een bijendans is een communicatiedans die honingbijen uitvoeren. Deze dans gebruiken de bijen om hun nestgenoten te informeren in welke richting de voedselbron zich bevindt en wat de afstand is tot deze voedselbron.

Zo gaat de bij in een bepaalde vorm rondlopen in het nest. De vorm van de dans is afhankelijk van de afstand van de voedselbron tot het nest. Het aantal keer dat de bij deze dans doorloopt, is afhankelijk van de kwaliteit van het gevonden voedsel.



Dieren kunnen ook alarmeren. Dit zijn signalen die door een individu gemaakt worden om soortgenoten te waarschuwen dat er een vijand in de buurt is. Hierdoor weten de soortgenoten dat ze moeten weglopen, samenkomen of doen alsof ze dood zijn.

2.3 Het idee dat dieren net zoals mensen praten

Als kind dacht je hier waarschijnlijk al eens over na. De meeste mensen denken dat dieren op een gelijkaardige manier praten zoals mensen, maar dat wij hen op een of andere manier niet kunnen begrijpen en omgekeerd. En hier hebben ze ook wel deels gelijk in. Dieren communiceren op veel verschillende manieren, maar uiteindelijk wisselen zij niet zoveel informatie uit.

Bij diertaal gaat het om alle middelen die een dier gebruikt om iets mee te delen aan de wereld om hen heen. Hoe ontwikkeld die taal is, hangt van diverse factoren af. Zo is de taal veel minder ontwikkeld bij dieren die niet in groep leven. Sociaal ontwikkelde dieren hebben meestal een hoger communicatievermogen. Deze dieren kennen niet alleen signalen, maar ook symbolen en tekens.

Er zijn dieren met heel goed ontwikkelde communicatiesystemen, zoals bijen, wespen en andere sociaal levende insecten. Maar die communicatiesystemen wijken sterk af van de menselijke.

Kenmerkend voor de menselijke communicatie is dat mensen niet gebonden zijn aan een vastgelegde hoeveelheid tekens en betekenissen. Wij kunnen altijd nieuwe taalvormen maken en er nieuwe betekenissen aan geven.

Maar kunnen dieren nu praten zoals mensen? Neen. Ze kunnen ons wel nadoen (denk aan papegaaien) en doen alsof ze praten.

Toch kunnen sommige dieren wel goed klinkers leren. Mensen zijn daarin het beste, maar ook walvissen en dolfijnen zijn hier meester in. Maar de meeste dieren kunnen dit niet en produceren alleen de klanken die ze vanaf hun geboorte kennen: het blaffen van honden, het miauwen van katten en het loeien van koeien.

We kunnen besluiten dat dieren wel communicatiesystemen hebben, maar inhoudelijk hebben ze niet zoveel soorten communicatie.

2.4 De communicatie tussen mens en dier

Sommige dieren kunnen mensen begrijpen. Zoals het wijzen naar de grond en intussen de hond bevelen om te zitten. Of het roepen van zijn naam zodat hij zou komen. Deze vorm van communicatie moet aangeleerd en veel inge oefend worden en is niet altijd mogelijk.



3. Het gehoor van verschillende soorten dieren

Verschillende diersoorten communiceren op verschillende manieren, ook het gehoorsspectrum is heel gedifferentieerd.

In dit deel van het verslag zullen we het hebben over communicatie van de zoogdieren, vogels, reptielen, vissen en andere dieren die we niet direct kunnen groeperen.

3.1 Zoogdieren

Bij de zoogdieren beperken we ons tot enkele soorten. We zullen het hebben over het oor en gehoor van: paarden, koeien, honden, katten, muizen, vleermuizen en walvissen.

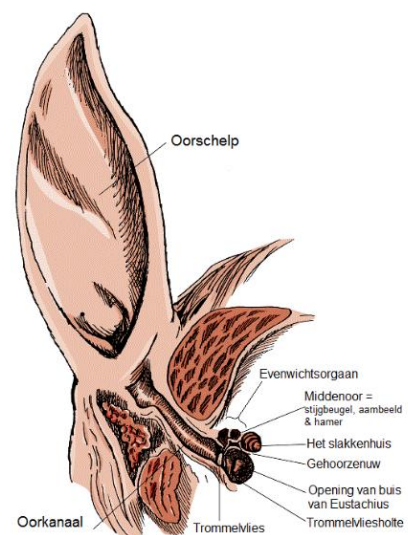
3.1.1 Paarden

In tegenstelling tot een mens heeft een paard zeer beweeglijke oren in trechtersvorm. De trechtersvorm zorgt ervoor dat het geluid heel goed “gevangen” wordt en dat de geluidsgolven versterkt worden. Paarden kunnen hierdoor veel beter horen dan de mens, 10 tot 20 keer beter zelfs. Daardoor gebeurt het vaak dat paarden schrikken van een geluid dat de mens niet eens hoort. Ook hoge tonen in het stemgeluid van de mens kunnen als onprettig ervaren worden omdat het gehoor zo gevoelig is.

Paarden kunnen hun oren in de richting van het geluid draaien. Daardoor vangen ze tonen op die voor ons te hoog zijn om te horen. Paarden vertrouwen erg op hun gehoor dat tot op 33.000 hertz geluid opvangt. Een paard heeft 16 spieren in elk oor, en daardoor kan elk oor 180° draaien. Hun twee oren kunnen ook elk in een andere richting gedraaid worden, los van elkaar, zo kunnen ze zich tegelijkertijd op verschillende geluidsbronnen concentreren.

Het paardenoor is dus heel beweeglijk en dat heeft zijn redenen. Als eerste kenmerk kunnen we zien dat het paard heel ver kan horen. Omdat het paard een prooidier is, moet het dier goed gevaar kunnen lokaliseren. Ten tweede gebruiken paarden hun oren om met elkaar te communiceren door ze op een bepaalde manier te bewegen.

Het oor van een paard is van werking sterk gelijkaardig aan dat van een mens. Maar met het verschil dat het paardenoor zoveel keer beter kan horen en dus veel gevoeliger is dan dat van de mens en ook beweeglijker.



3.1.2 Koeien

Runderen horen beter dan mensen, zij horen het best op 8.000 hertz. Net als een paard spitsen zij hun oren in de richting van het geluid. De werking van het koeienoor is dan ook niet zo verschillend als van het paardenoor.

De reden waarom koeien goed moeten kunnen horen, is omdat ze niet zo goed kunnen zien. Ze hebben wel een veel breder zicht, maar hun zicht is waziger dan dat van de mens.

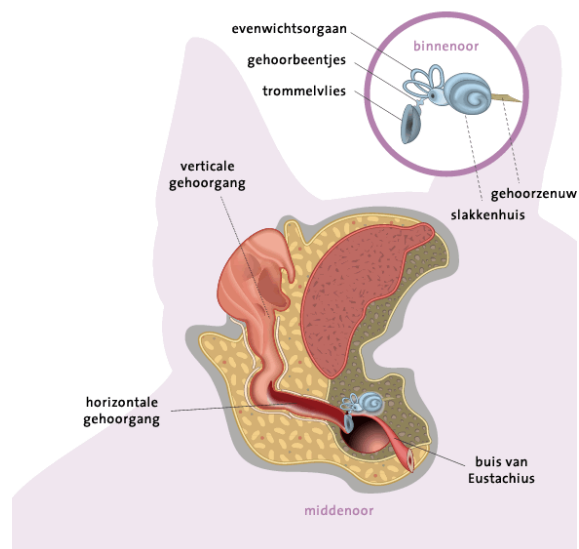
3.1.3 Honden

De opbouw van het oor van honden verschilt niet veel van die van het oor van mensen. Enkel is het gehoor van een hond veel beter en veel verfijnder dan dat van ons. Tot 10 keer zelfs bij lagere frequenties. Het gehoorspectrum van het dier is dan ook wel heel verschillend. Afhankelijk van de soort hond kan het dier horen tot 45000 hertz en soms wel tot 65000 hertz. Het dier kan ook nog eens 4 keer verder horen dan wij. Honden met een grotere oorschelp kunnen beter horen dan honden met een kleinere oorschelp.

Nog een verschil is dat een hondenoor tal van spieren heeft, zo kan hij zijn oren kantelen, draaien, liften en laten zakken. Hiermee kunnen ze beter bepalen uit welke richting de geluidsbron afkomstig is en deze beter 'opvangen'. Prooien kunnen via deze weg bijzonder goed worden opgespoord. Ook gebruiken honden hun oren om emoties te uiten. De houding of positie van de oren hangt af van de gevoelens of emoties van het dier.

Een hondenoor kan ook nog eens selectief horen. Dat wil zeggen dat een hond zelf kan wensen wat hij wil horen.

Een hond heeft dus ook een heel gevoelig gehoor, maar dit is ook niet altijd een voordeel. Als het dondert bijvoorbeeld of als er vuurwerk wordt afgeschoten, heeft het dier hier last van.



3.1.4 Katten

Het gehoor en het richtinghoren van katten is veel beter dan bij mensen. Waar de bovenste gehoorgrens voor volwassen dieren op ongeveer 50.000 hertz ligt, kunnen jonge katten zelfs nog horen tot tonen van 100.000 hertz. Bij oudere katten neemt dit snel af. Dit kun je al merken als ze de hoge tonen van hondenfluitjes of vleermuizen niet meer kunnen horen.

Ook qua intensiteit van geluid lopen katten flink op ons voor. Een zacht geluid dat wij nog net kunnen horen, zou een kat al opvangen zelfs al is het duizend keer zo zacht. Om ervoor te zorgen dat ze niet worden overweldigd door een geluidsbombardement van alle kanten, filteren katten de geluiden eruit die voor hen belangrijk zijn: muizen piepen continu zachtjes om met hun soortgenoten in contact te blijven. De kat kan dit vanaf zo'n 20 meter afstand waarnemen.

Naarmate de leeftijd vordert, gaat het gehoor wel wat achteruit, maar het is nog altijd zo goed dat het samen met de tastzin het gezichtsvermogen helemaal zou kunnen vervangen. Een blinde kat weet dus precies waar hij is en waar hij naartoe moet.

De oren van de kat zijn uitgerust met zoveel spieren dat ze onafhankelijk van elkaar kunnen worden verplaatst en dus rechtstreeks op de geluidsbron kunnen worden gericht. Deze uitlijning van de kattenoren gebeurt automatisch door reflexen.

Het kattenoor is net zoals bij de vorige zoogdieren veel beter dan het oor van de mens. Maar ook hier is het gehoor veel gevoeliger. Een kat heeft gelukkig net als een hond een selectief gehoor. Ze zijn in staat om irriterende geluiden 'weg' te kunnen filteren.

3.1.5 Muizen

De muis beschikt over een zeer goed ontwikkeld gehoor. Vooral geluiden met een zeer hoge frequentie, tot ongeveer 91.000 hertz, kan hij goed opvangen. De meeste geluiden die de muis maakt, liggen boven de gehoorgrens van de mens. Muizen maken dus veel vaker geluid dan dat we denken.

Het oor van een muis is verder ontwikkeld dan dat van de mens, echter is er geen groot verschil.

De geluidstrillingen worden ook bij een muis opgevangen op een trommelvlies net zoals bij alle andere zoogdieren. Daarna wordt de trilling doorgegeven aan de drie gehoorbeentjes die op hun beurt de trilling doorgeven aan het slakkenhuis. Dit slakkenhuis verschilt van ons slakkenhuis. Zo heeft het slakkenhuis van een muis drie windingen en dat van de mens maar één. De signalen worden net zoals bij de mens doorgegeven aan de hersenen.

3.1.6 Vleermuizen

Doordat vleermuizen vooral 's nachts actief zijn, is het voor de vleermuis niet handig om met het blote oog een prooi of vijand op te zoeken. Hiervoor heeft het dier een oplossing, echolocatie, wat betekent: kijken met je oren. Om zich te oriënteren zendt een vleermuis een signaal uit dat weerkaatst op voorwerpen in de omgeving. De weerkaatsing (echo) vangt de vleermuis op met zijn oren en daardoor kan hij de locatie en de vorm van die voorwerpen bepalen.

De echolocatiegeluiden van vleermuizen zijn niet altijd hetzelfde. Sommige vleermuizen zenden de geluiden uit via hun mond, anderen via hun neus. Daarnaast kan een vleermuis zijn echolocatie aanpassen aan de omgeving waar hij vliegt en aan zijn manier van jagen.

De oren van de vleermuis zijn speciaal aangepast om al die geluiden goed op te vangen. Doordat het geluid na elkaar in zijn twee oren aankomt, weet hij of het geluid van links of rechts komt. Het flapje bij de ingang van zijn oor, de tragus, helpt om boven en onder van elkaar te onderscheiden. De vleermuis heeft twee van deze grote oren en kan ze ook nog eens bewegen. Zo weet hij in welke richting hij zijn prooi vindt.

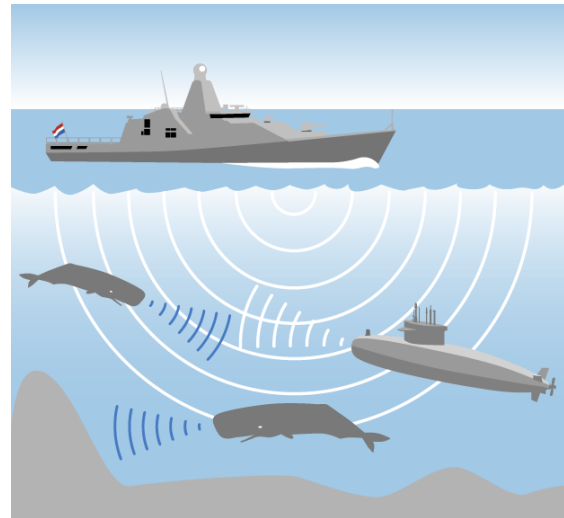
Hij hoeft alleen nog te weten hoe ver zijn voedsel van hem vandaan is. Het geluid dat hij maakt, golft altijd even snel. Die golf doet dus elke keer even lang over dezelfde afstand. De vleermuis weet wanneer hij het geluid heeft gemaakt en wanneer het terug komt. Daarmee bepaalt de vleermuis hoe ver die golf is gegaan en hoe ver zijn prooi verwijderd is. Met de afstand en richting samen, weet de vleermuis precies waar zijn prooi of vijand zich bevindt.

De stembanden en grote oren van vleermuizen kunnen niet alleen gebruikt worden voor lokaliseringen, maar ook voor communicatie met soortgenoten.

3.1.7 Walvissen

Walvissen maken net zoals de vleermuizen gebruik van echolocatie. Walvissen kunnen goed horen. En geluid reikt onder water veel verder en tot wel vier keer sneller dan op land. Met behulp van echolocatie, sporen tandwalvissen (zoals potvissen, dolfijnen en bruinvissen) hun prooi op en vinden ze de weg in een donkere zee. Met een speciaal orgaan vooraan in het hoofd van de tandwalvis, wordt een geluid uitgezonden. Wanneer het geluid, voorwerpen en/of andere dieren tegenkomt, kaatst het geluid terug. Via de onderkaak van het dier gaat deze echo door naar het oor. Als het geluid het oor heeft bereikt, weet een tandwalvis precies wat er in de omgeving aanwezig is.

De oren van een tandwalvis zijn niet aan de buitenkant te zien zoals bij mensen, maar zijn inwendig te vinden. Wij mensen en andere landzoogdieren hebben in het binnenoor een trommelvlies. Onder water heeft een trommelvlies weinig nut. Als je een duik neemt, komen de geluiden onder water niet binnen via je trommelvliezen, maar vooral via de botten in onze schedel die trillingen rechtstreeks doorgeven aan het binnenoor. Een walvis heeft een uitstekend gehoor. Het gehoorbeen zit los in het hoofd van de walvis en is het allerhardste bot uit het hele skelet. Zo kan het trillen onder water extra goed opgevangen worden.



Walvissen communiceren op dezelfde manier onder elkaar zoals de mens. Wij herkennen elkaar aan de stem van de persoon. Zo kunnen walvissen ook elkaar herkennen.

3.1.8 Overige zoogdieren

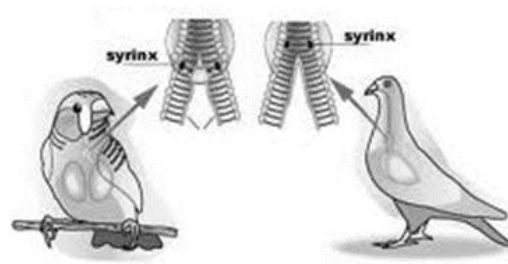
Er zijn zo tal van zoogdieren en ze zijn met een beetje te veel om ze allemaal te bespreken in dit verslag. Maar we kunnen wel afleiden uit de info hierboven dat het gehoor ongeveer gelijk is. Ook mogen we zeggen dat bijvoorbeeld alle katachtigen een sterk gelijkaardig gehoor hebben als onze (huis)katten of dat wolven en honden hetzelfde gehoor hebben. Ook dat van muizen en ratten is sterk gelijkaardig.

Schape, geiten, varkens... zijn niet besproken. Maar dat is ook niet nodig want de werking van het oor van alle zoogdieren is gelijkaardig. Er zijn gewoon enkele verschillen: zoals bijvoorbeeld de gehoorgrens. Ook kan het ene dier zijn oren bewegen in de richting van de geluidsbron en het andere dier niet. De grootte en de vorm van de oren spelen ook een rol in het opvangen van het geluid. Daarnaast gebruikt het ene dier de houding en de positie van zijn oren voor communicatie en het andere dier gebruikt zijn oren voor verbale communicatie (zoals de mens).

3.2 Vogels

Vogels produceren geluiden niet met stembanden, maar met behulp van de zogenoemde syrinx. De syrinx is het orgaan dat vogels in staat stelt om geluiden voort te brengen. Het orgaan zelf is niet groter dan een doperwt en wordt enkel bij vogels gebruikt. De syrinx bevindt zich in de luchtpijp en zit een stuk lager in het lichaam dan dat de stembanden bij de mens in het lichaam zitten. Bij niet-zangvogels bevindt de syrinx zich onderaan de luchtpijp, net boven het punt waar deze zich splitst naar de longen. Zangvogels hebben een dubbele syrinx, net onder de splitsing van de luchtpijp. Enkele families, zoals sommige pinguïns, ooievaars en gieren hebben geen syrinx.

Op de afbeelding hiernaast zie je twee vogels. De linkervogel is een zangvogel en heeft dus twee syrinxen. De rechtervogel is een niet-zangvogel en heeft dus maar één syrinx.

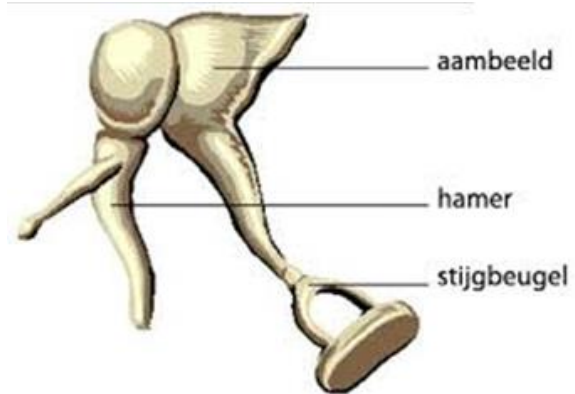
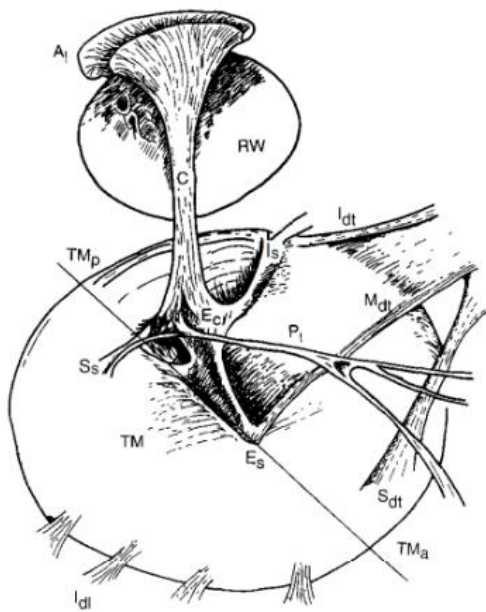


Hoe gespierder deze syrinx, hoe meer variatie dat ze in hun zang steken. Sommige soorten kunnen wel meer dan twintig verschillende roepjes produceren.

Vogels hebben een heel verschillend oor dan dat wij mensen hebben. Er zijn vier grote verschillen tussen de oren van een vogel en die van de mens. Het eerste verschil en het best zichtbare is dat de vogel geen oorschelp heeft. Vogels hebben ooropeningen die vaak niet te zien zijn omdat ze afgedekt worden door de oorveren. De ooropeningen bevinden zich achter en onder het oog. De oorveren glanzen nogal ten opzichte van de andere veren. Dat is zodat de lucht gemakkelijk langs de oorveren zou glijden, waardoor de windruis niet de ooropening bereikt waardoor de vogel hoort tijdens het vliegen. Bij zeevogels verhinderen de gladde oorveren dat het water tijdens het duiken niet in de oren loopt.

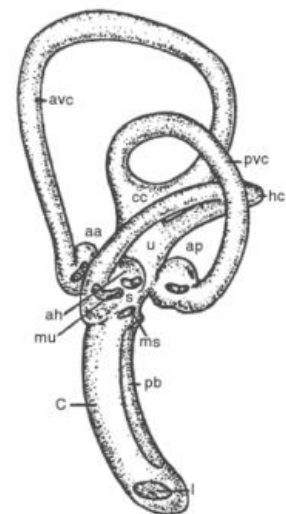
Het tweede verschil is dat wij drie kleine botjes in het middenoor hebben zitten en vogels maar één botje, de columella genaamd. De columella is het best te vergelijken met de stapes of stijgbeugel bij zoogdieren.

Op de linkerfoto zie je het binnenoor van een vogel. Het onderste gedeelte stelt het trommelvlies (TM) voor en wordt omringd door been en een vooraan gelegen ligament (bindweefsel dat botten met elkaar verbindt). Het bovenste gedeelte stelt de voetplaat voor. Deze voetplaat staat in verbinding met het binnenoor via het ovale venster. Tussenin zie je een verbinding, dit is de columella (C). Rechts zie je de drie beentjes van de mens die zich in het middenoor bevinden.



Het derde verschil is gelegen in het binnenoor, hier vindt het eigenlijke horen plaats. Het binnenoor wordt beschermd door bot en bestaat uit halfronde kanalen en het slakkenhuis. De halfronde kanalen zijn ook deel van het evenwichtsorgaan. Bij zoogdieren is dit slakkenhuis spiraalvormig en bij vogels is het recht of licht gebogen.

De naastliggende afbeelding stelt het binnenoor van een vogel voor. Op de afbeelding zie je het slakkenhuis (C) met daarrond allerlei kanalen.



Binnenin het slakkenhuis bevindt zich het basilair membraam dat bedekt is met heel veel minuscule kleine haarcellen. Als er geluid ontstaat, is er in de lucht een schokgolf. De schokgolf of luchtverplaatsing, bereikt via de gehoorgang van het buitenoor het trommelvlies. Daardoor wordt het gehoorbeentje in trilling gebracht. De ontstane trilling verplaatst zich dan naar het begin van het binnenoor en het slakkenhuis. Door de schokgolf in de vloeistof buigen de haren van de haarcellen waardoor een signaal wordt afgegeven. Dit signaal wordt naar de hersenen verzonden. Geluiden met verschillende frequenties bereiken verschillende delen van het slakkenhuis en stimuleren dan verschillende haarcellen.

Bij hoogfrequente geluiden wordt de onderkant van het basilair membraam in trilling gebracht. Bij laagfrequente geluiden wordt juist de andere kant van het basilair membraam in trilling gebracht. Bij vogels is het slakkenhuis korter dan bij zoogdieren en ook licht gebogen. Hoe gevoelig een vogel hoort, is af te leiden uit de lengte van het membraam in het slakkenhuis. Grotere vogels hebben een groter slakkenhuis, hierdoor zijn grotere vogels zeer gevoelig voor laagfrequente geluiden. Kleinere vogels hebben een kleiner slakkenhuis en zijn hierdoor gevoeliger voor hoogfrequente geluiden.

Het vierde verschil is dat bij vogels de haarcellen in het slakkenhuis regelmatig worden vervangen. Bij ons en andere zoogdieren gebeurt dat niet. De haarcellen in het binnenoor die de impulsen omzetten in geluid zijn teer en kunnen makkelijk beschadigd worden door harde geluiden, wat zo is bij zoogdieren. Bij vogels is het anders. Bij hen worden de haarcellen regelmatig vervangen. Hierdoor hebben vogels minder last van gehoorschade door harde geluiden.

3.2.1 Duiven

De oren van een duif zitten, zoals bij elke vogel, onder de veren, schuin onder, achter elk oog. De veren dienen ter bescherming van de gehoorgang tijdens de vlucht. Het oor is eerder een gat in de schedel, dus zonder oorlellen en oorschelp.

Duiven kunnen heel goed horen, dit komt omdat ze al geluiden horen van 0,5 hertz. Dankzij dit gehoor kunnen duiven aardbevingen en vulkaanuitbarstingen horen aankomen.

Duiven communiceren niet zoals wij, ze communiceren zelfs heel weinig. Ze maken enkele geluiden of roepen en kunnen soms ook zingen. De zang heeft altijd te maken met de voortplanting, de roep heeft daar niet altijd mee te maken. Duiven hebben verschillende soorten roepen: lokroep, contactroep, alarmroep en bedelroep.

De zang wordt ook gebruikt om het territorium te verdedigen. De meeste zangen bestaan uit een erfelijk deel en een improvisatiedeel. Door het improviseren en het elkaar nazingen, ontstaan plaatselijke 'vogeldialecten'.

3.2.2 Uilen

Hoewel ze doorgaans goed verstopt zitten onder hun veren, hebben uilen grote oren en daarmee kunnen ze bijzonder goed horen. In het donker jagen uilen vaak uitsluitend op hun gehoor. Het ene oor van de uil zit altijd wat hoger dan het andere. Het ene is naar beneden gericht en het andere naar boven, waardoor de uil geluid kan opvangen vanuit alle richtingen tegelijkertijd.

De oren van de uil zitten net als bij ons aan de zijkant van de kop. Je kan ze niet zien, omdat uilen geen oorschelp hebben. De oren zijn gewoon 2 oorspleten of ooropeningen in hun hoofd en die gehooropening is bedekt met veertjes. Een ander verschil met mensenoren is dat de oren van de uil niet op één lijn liggen. Omdat ze schuin staan ten opzichte van elkaar, kan een uil heel goed de afstand van de geluidsbron inschatten. Het op en neer bewegen van de kop, dat je vaak bij uilen ziet, heeft te maken met het inschatten van afstand. Bij uilen die alleen 's nachts jagen, liggen de oren schuiner ten opzichte van elkaar dan bij uilen die overdag jagen. De oren van een uil zijn zeer goed ontwikkeld. Er zijn uilen die bijna alleen maar op hun gehoor jagen.

De gehoorgrens van uilen varieert heel sterk naar gelang de soort uil. Uilen die voornamelijk 's nachts jagen hebben dan ook een hogere gehoorgrens dan uilen die voornamelijk overdag veel actief zijn. Dit komt omdat deze daguilen minder op hun gehoor jagen.

Het oor bevindt zich net onder de rand van het gezichtsmasker.

Een belangrijke rol bij de prestaties van het gehoor speelt het gezichtsmasker of ook wel de sluier genoemd. Door zijn vorm wordt het geluid tot 10 maal versterkt en naar de gehooropening geleid. De gehooropening is een behoorlijk groot gat wat op onderstaande foto's duidelijk te zien is. Doordat deze oehoe (soort uil) nat is geworden, kunnen we het goed zien.



3.3 Reptielen

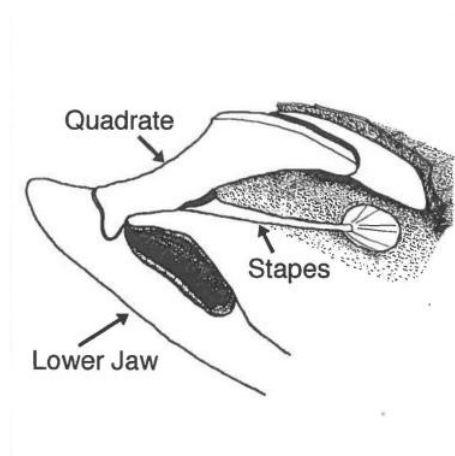
3.3.1 Slangen

We weten allemaal dat slangen geen uitwendige oren hebben. Maar toch kunnen slangen vijanden of voedsel waarnemen zonder ze te hoeven zien of ruiken.

Meestal nemen slangen de vijand of prooi waar door gebruik te maken van grondtrillingen. Een slang houdt zijn kop dicht tegen de grond waardoor deze trillingen hun gevoelige onderkaak laten trillen, die op zijn beurt dat doorgeeft aan een gehoorbotje in hun kop. Maar ook geluiden die geen grondtrillingen veroorzaken en alleen de lucht laten trillen, kunnen ze horen of waarnemen.

Een slang mag dan geen uitwendige oropeningen hebben, en zelfs geen middenoor of trommelvlies, toch kan ze je 'horen' naderen dankzij een gehoorbeentje in de slang haar kaak. Zo kan ze enkel geluidstrillingen met een lage frequentie waarnemen, van 100 tot 500 hertz. Gecombineerd met het feit dat een slang het merendeel van de tijd tegen de grond ligt met haar lange lijf, maakt dat haar heel gevoelig voor trillingen in de bodem. Het binnenoor is speciaal voorzien van een bolvormige holte om die trillingen op te vangen.

Hoe sterker de trillingen, hoe dichterbij de vijand of de prooi is en hoe sneller de slang zal reageren.



Op de afbeelding hiernaast is een afbeelding van het oppervlak van de zijkant van een slangenschedel te zien. De stijgbeugel geeft trillingen door aan het binnenoor (in de schedel); de verbindingen tussen stijgbeugel (stapes), vierkantsbeen (quadrate) en onderkaak (lower jaw) lijken de slang in staat te stellen te reageren op trillingen in de lucht en in de grond.

De trillingen in de grond kunnen via de onderkaak naar het vierkantsbeen overgedragen worden en dan via de stijgbeugel naar het binnenoor. Ook de trillingen in de lucht worden toegediend boven het vierkantsbeen en kunnen zo via de stijgbeugel naar het binnenoor worden overgebracht.

3.3.2 Krokodillen

Krokodilachtigen nemen geluid waar tussen de 16 en 18000 hertz. De krokodil is zeer gevoelig voor trillingen. Ze kunnen hierdoor de kleinste prooidieren die zich in het water begeven al opmerken, evenals partners en vijanden.

Krokodillen, die bijna net zo lang leven als mensen en meer dan 70 jaar oud kunnen worden, hebben hun hele leven een goed gehoor. Een van de redenen is dat krokodillen nieuwe haarcellen kunnen aanmaken, dit komt doordat de krokodil bepaalde celstructuren heeft die wij mensen niet hebben. De dieren kunnen de haarcellen in hun oren snel regenereren als ze beschadigd zijn. Krokodillen hebben een uitstekend gehoor dat is aangepast aan het verblijf op het land en onder water.

De uitwendige gehoororganen bestaan uit trommelvliezen en zijn achter de ogen gepositioneerd. Het middenoor heeft complexe met lucht gevulde kamertjes en een vertakte buis van Eustachius, die het bovenste deel van het ademhalings- en spijsverteringsstelsel met het middenoor verbindt. Vervolgens gaan de trillingen door naar het binnenoor die dan op zijn beurt signalen doorgeeft aan de hersenen.



Krokodillen beschikken over een oorflap die de ooropening afdicht zodat er geen water en puin in kan. Deze oorflappen zorgen ervoor dat krokodillen zowel in het water als op het land kunnen horen.

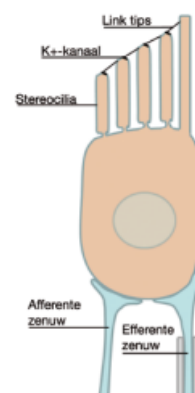
3.4 Vissen

De dichtheid van water zorgt ervoor dat de bewegingsenergie van geluid sneller wordt doorgegeven, waardoor een geluidsgolf of drukgolf zich bijna vier keer sneller door het water verplaatst dan door lucht.

Om geluid waar te nemen beschikken vissen over twee systemen: het zijlijnsysteem en het binnenoor. Met behulp van beide systemen kunnen vissen geluid waarnemen afkomstig van bronnen op zowel korte als op lange afstand.

Het binnenoor en het zijlijnsysteem registreren geluid met behulp van haarcellen. Bovenop deze cellen bevindt zich een bundel zeer dunne op haartjes lijkende uitstulpingen. Deze uitstulpingen zijn heel gevoelig, zo gevoelig zelfs dat ze verplaatsingen van het omringende medium van slechts enkele nanometers kunnen registreren. Deze signalen worden vervolgens via het zenuwstelsel doorgegeven aan de hersenen.

Hiernaast zie je een afbeelding van een haarcel met zijn uitstulpingen.



3.5 Andere

3.5.1 Kikkers

Kikkers hebben een unieke manier van horen. De oren zijn ongeveer hetzelfde als die van ons met dat verschil dat het diertje geen buitenoor heeft of dus geen oorschelp. Kikkers hebben wel trommelvliezen, ook tympaan-membranen genoemd. Deze membranen bevinden zich aan de buitenkant van hun hoofd, net achter de ogen.



Wanneer geluidsgolven in het water of de lucht de trommelvliezen bereiken, trillen deze. Deze trillingen worden vervolgens via de gehoorbeentjes doorgegeven aan het slakkenhuis dat in het binnenoor aanwezig is. Het slakkenhuis zet de trillingen om in zenuwsignalen die naar de hersenen worden gestuurd, waar ze worden geïnterpreteerd als geluid.

Maar zoals altijd zijn er uitzonderingen. Zo is er een kikker die de geluidsgolven op een heel andere manier waarneemt. De mond van de kikker wordt hier gebruikt om te kunnen horen. De mondholte versterkt geluiden met de 'juiste' frequentie: precies die frequentie waarop deze kikkersoort kwaakt. En doordat het weefsel tussen de kikkermond en zijn binnenoor heel dun is, bereikt dit geluid succesvol het binnenoor, dat op zijn beurt de zenuwsignalen doorgeeft aan de hersenen.

3.5.2 Spinnen

Een spin heeft geen inwendig oor, maar toch kunnen spinnen geluid waarnemen. Horen doen ze via de zeer fijne haren op hun poten. De haren die de mens in het gehoor heeft en die drukgolven omzetten in elektrische signalen die als geluid worden geïnterpreteerd, zitten bij de spin op de poten. Door de voortplanting van de geluidsgolven door de lucht is de spin zeer goed in staat de oorsprong van het geluid te lokaliseren.

De spinnen reageren vooral sterk op zoemende geluiden, dit komt doordat deze soort vibraties overeenkomen met de geluiden die bepaalde natuurlijke vijanden of prooien maken.

Spinnen kunnen ook trillingen waarnemen door middel van een web. Een enkele streng spinnenzijde is zo dun en gevoelig dat het de beweging kan detecteren van trillende luchtdeeltjes waaruit een geluidsgolf bestaat. Sommige spinnen kunnen hun web soms zodanig groot maken waardoor er een soort 'gehoorapparaat' ontstaat, met een geluidsgevoelig oppervlak dat wel 10.000 keer groter is dan het gehoor van de spin zelf.

Sommige spinnen kunnen wel horen tot op meer dan 3 meter afstand.

3.5.3 Wormen

Darwin probeerde al in de negentiende eeuw een antwoord op de vraag te vinden: 'Kunnen wormen horen?' Dit deed hij door zijn zoon fagot te laten spelen voor aardwormen en te kijken of ze weggroepen van het kabaal. Het antwoord van Darwin was uiteindelijk nee. Maar in het heden hebben wetenschappers al het tegendeel bewezen.

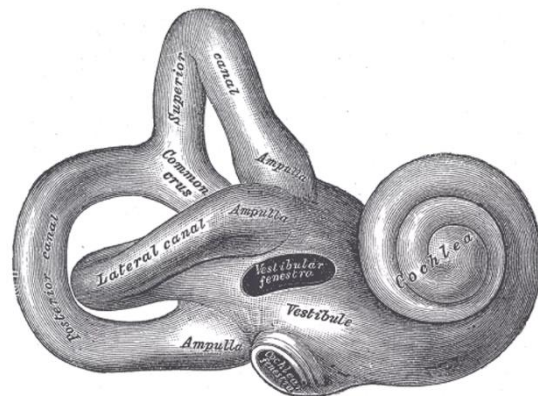
Alhoewel dat wormen geen oren hebben, kunnen ze toch horen. Ook hebben wormen geen speciaal gehoororgaan. Ze kunnen horen doordat de huid van het dier werkt als een geluidopvangend membraan, waardoor het hele lijf van de worm in feite een trommelvlies is.

In plaats van de trillingen te 'voelen' met hun tastzin, nemen wormen de klanken waar doordat hun hele lichaam functioneert als een soort van slakkenhuis, het spiraalvormige, met vloeistof gevulde orgaan in het binnenoor, zoals van de gewervelde dieren.

De wormen hebben twee soorten auditieve zenuwcellen die nauw verbonden zijn met de huid van de wormen. Als geluidsgolven op de huid van de worm botsen, doen ze de huid trillen, wat op zijn beurt kan maken dat de vloeistof in de worm op dezelfde manier gaat trillen als de vloeistof in het slakkenhuis. Deze trillingen activeren de auditieve zenuwcellen die vastzitten aan de huid van de worm, en die zenuwcellen zetten dan de trillingen om in zenuwimpulsen.

Omdat de twee soorten zenuwcellen in verschillende delen van het lichaam van de worm zitten, kan de worm de bron van het geluid vinden aan de hand van welke zenuwcellen geactiveerd worden.

Hierop reageren de meeste wormen, maar dat wormen daadwerkelijk kunnen horen zoals wij, is uitgesloten.



4. Slotwoord

De werking van het inwendig oor van de landzoogdieren is hetzelfde als de werking van het inwendig oor van de mens. De andere zoogdieren, waaronder vooral de walvissen werken niet met een trommelvlies en ooropening, maar kunnen geluidsgolven opvangen via een gehoorbeen in het hoofd. Ook sommige reptielen, zoals de slangen, hebben geen ooropeningen en vangen geluidsgolven op via een gehoorbeentje.

Vogels en de overige reptielen zoals de krokodillen, hebben geen uitwendige oren, maar wel ooropeningen. De inwendige oren van een vogel en een krokodil verschillen van het menselijk oor.

Het gehoor van vissen en spinnen werkt op nog een andere manier: geen uitwendig oor, geen ooropening, geen trommelvlies. Ze kunnen geluidsgolven waarnemen door gebruik te maken van respectievelijk bij de ene haarcellen en bij de andere haartjes op het lichaam.

Hieruit kunnen we besluiten dat veel dieren op een verbale manier met elkaar kunnen communiceren. Maar de meeste diersoorten communiceren op een non-verbale manier. Sommige dieren communiceren ook simpelweg niet met elkaar.