



Universiteit
Leiden

The Netherlands

**Luisteren naar en ondervragen van de natuur, om te begrijpen, te bezinnen,
en te beschermen**

Slabbekoorn, H.W.

Citation

Slabbekoorn, H. W. (2023). *Luisteren naar en ondervragen van de natuur, om te begrijpen, te bezinnen, en te beschermen*. Leiden: Universiteit Leiden. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3564789>

Version: Publisher's Version

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3564789>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Prof. dr. Hans Slabbekoorn

**Luisteren naar en ondervragen van de natuur,
om te begrijpen, te bezinnen, en te beschermen**



**Universiteit
Leiden**

Bij ons leer je de wereld kennen

Luisteren naar en ondervragen van de natuur,
om te begrijpen, te bezinnen, en te beschermen

Oratie uitgesproken door

Prof. dr. Hans Slabbekoorn

bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar

Akoestische Ecologie & Gedrag

aan de Universiteit Leiden

op vrijdag 3 maart 2023



Universiteit
Leiden

ACOUSTIC
ECOLOGY &
BEHAVIOUR



Geachte toehoorders,

Een foto zegt meer dan duizend woorden en een geluidsopname zegt meer dan duizend foto's. Deze uitspraak van Bernie Krause kan ik onderschrijven, maar lijkt misschien niet helemaal het bestaan van 2D of 3D-video te erkennen. Hij is echter wel te begrijpen door de rol die geluid kan spelen in wetenschappelijk onderzoek aan de natuur. Als inleiding op de leerstoel Akoestische Ecologie & Gedrag, die ik vandaag publiekelijk met deze oratie aanvaardt, zal ik u vertellen over wat dit vakgebied inhoudt, hoe urgent en belangrijk het is te luisteren en ondervragen, en wat ik de komende jaren wil gaan doen om mensen in mijn vakgebied en in de maatschappij te laten begrijpen, bezinnen, en beschermen. Ik wil het ook graag een persoonlijk verhaal maken, om u mee te nemen in wat mij heeft geïnspireerd om de wetenschap in te gaan, en waarom ik daar in ben blijven hangen, en nu nog steeds met enthousiasme plannen heb voor de komende tijd als professor Slabbekoorn.

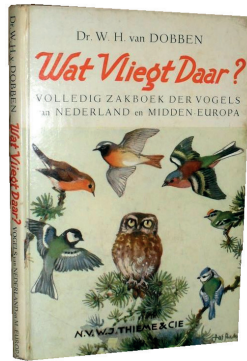
Het wetenschappelijk proces

Van generatie op generatie (1999). Ik kwam dit kunstwerk van Bruce Krebs een paar jaar terug tegen op de vestingmuur van La Rochelle in Frankrijk. Ik herkende het wetenschappelijke proces in het kunstwerk. Het lezen en denken over wat anderen hebben bedacht of wat zij weer hadden gelezen van anderen en verder hebben bewerkt. En dat je daar weer over discussieert met studenten, collega's en mensen uit de maatschappij, en dat je je inzichten deelt, en artikels en boeken schrijft, die daarna weer door de volgende generatie worden gelezen. In de uitleg over het kunstwerk wordt benadrukt dat het proces tot stilstand komt, dat het verhaal eindigt, als je stopt met lezen. Ik was daar op vakantie, gestopt met lezen, en zeker even gestopt met denken over wetenschap. Het waaide ontzettend hard. Voor iedereen. Maar bij mij was de wind juist net gaan liggen. Van binnen, persoonlijk en met betrekking tot mijn werk. Net zoals het mannetje linksboven op deze foto, ontrok ik me van een proces waar ik al het grootste gedeelte van mijn leven in zit. Ik denk echter dat dat niet erg is voor de wetenschap. We

zijn met velen. Het is niet erg als een boek even niet wordt gelezen. En je tijdelijk onttrekken kan juist wat opleveren en je nieuwe ruimte geven. Na de vakantie ben ik dan ook weer met nieuwe energie en nieuwe plannen de boeken en het onderzoek in gedoken. Maar hoe is dat ooit begonnen voor mij? De interesse in de natuur en in boeken?

De interesse in natuur en dieren is er zoals ze zeggen met de paplepel ingegoten. Mijn ouders zijn geen biologen of kenners, maar zeker liefhebbers van wandelen in de natuur en het houden van dieren. In mijn lagere schooltijd was Floris de fox terriër een altijd aanwezig lid van het gezin en hij heeft zeker bijgedragen ook mijn affiniteit met dieren. Ik zal verder niet uitweiden over alle andere honden, poezen, hamsters, ratten, vissen, zebra's, parkiet, en de haan, die in en rond ons huis mijn jeugd kleur hebben gegeven, maar taxonomisch heb ik voldoende variatie tot me gekregen.

De eerste boeken die mijn interesse wekten en die tot de eerste verdieping in de biologie leidden waren een vogelboekje van mijn vader (Wat vliegt daar? Van Dr. W.H. van Dobben) en een set van drie HOE EN WAAROM boeken over Mieren en Bijen, Vogels, en Wilde dieren. De indringende manier waarmee ik de set kreeg overhandigd van mijn ouders en de eerbied waarmee werd gesproken over de natuur, en dat dit het begin zou zijn van een zich uitdijende bibliotheek, heeft waarschijnlijk het verdere verloop van mijn leven op school en werk sterk bepaald. Ik kijk daarom zelf ook erg uit wat ik zeg en hoe tegen onze kinderen, want met twee professoren in de biologie als ouders, ligt het voor de hand dat ze ook al veelvuldig zijn blootgesteld aan dieren. Ze hebben hun studiekeuze nog niet gemaakt, maar biologie gaat het waarschijnlijk niet worden. Ik probeer ze eigenlijk zo veel mogelijk zelf hun keuzes te laten maken en hun eigen weg te laten vinden. Maar wat is interessevrijheid en waar komt motivatie vandaan als ouders met grote of kleine momenten zo veel invloed kunnen hebben op hun kinderen?



4

Er moeten wel mensen zijn geweest met interesse in de natuur, en met motivatie om die in te trekken, te observeren, en te bestuderen, zonder dat ze daarin echte voorgangers hadden. Aristoteles moet een van die eerste mensen geweest zijn met grote interesse in de natuur, en die observeren en begrijpen serieus ging nemen. Hij benadrukte al voor het begin van onze jaartelling dat je daarvoor veel en vaak moet observeren. Je moet een plan hebben en verschillende dieren en verschillende contexten waarnemen. Hij heeft ook zelf diepgaande studies gemaakt van morfologie, ecologie, zintuigelijke eigenschappen, en gedrag van dieren. Structuur en herhaling is nodig voor inzicht en begrijpen. In deze persoonlijke versie van een mini-college over wetenschapsfilosofie spring ik naar Francis Bacon in de 16^e en 17^e eeuw. Mijns inziens is het volgende belangrijke inzicht voor de biologie als wetenschap namelijk dat er experimenten nodig zijn om mogelijke verklaringen van patronen in de vele observaties echt te begrijpen, door bewijs te vinden voor oorzakelijke relaties. Met een experiment manipuleer je iets in de omgeving of in het dier en kijk je wat het effect daarvan is. Herhaling bij verschillende dieren en in verschillende contexten sluit toevalligheden als alternatieve verklaring uit.

Van de 19^e eeuw, wil ik John Stuart Mill vermelden, als belangrijke wetenschapsfilosoof die zijn tijd ver vooruit was met

de herkenning van het feit dat diversiteit belangrijk is voor de wetenschap, en dat vrouwen daarin een belangrijke rol zouden kunnen en moeten spelen. Hij was ook een van de eerste mensen die zich realiseerde dat we een verantwoordelijkheid hebben om de natuur te beschermen. Van de 20^e eeuw, moet ik natuurlijk de Nederlander Niko Tinbergen noemen, gezien als grondlegger van de gedragsbiologie met zijn onderzoek aan meeuwen, stekelbaarzen, en grondwespen. Hij heeft laten zien dat je experimenten heel goed in het vrije veld kunt doen, omdat je dan oorzakelijk verband kunt aantonen tussen stimulus en respons in de natuurlijke context, en tegelijkertijd een indicatie hebt dat het gedrag ook waarschijnlijk betekenisvol is, in functionele zin, en daarmee begrijpelijk in evolutionaire zin. Naast die veroorzaking, functie, en evolutie van gedrag, benadrukte Tinbergen ook nog dat je de ontwikkeling van gedrag kunt onderzoeken en daarmee belangrijke inzichten kunt krijgen. Daarmee zijn de zogenaamde vier vragen van Tinbergen genoemd, die iedere student gedragsbiologie te horen krijgt en hopelijk ook onthoudt.

Tijdens mijn promotie heb ik volgens dit principe veel afspiegel-experimenten uitgevoerd, in het vrije veld van Oegstgeest. Ik sleepte mijn geluidsapparatuur mee, en vaak wanneer de mensen uit de buurt nog lagen te slapen, speelde ik duivenkoeren af tussen de geparkeerde auto's in de straat. Met het afspelen van een soort eigen geluid simuleer je een indringer, waar een territoriale vogel op kan reageren. Een verandering in gedrag van voor naar tijdens of na het afspelen is dan een indicatie dat het geluid betekenisvol is voor het dier onder de natuurlijke omstandigheden. Wordt er geen verandering waargenomen, dan kan het geluid nog steeds betekenis hebben, maar bijvoorbeeld intern stress veroorzaken, of een vertraagd effect hebben op een gedrag later die dag. Meet je variatie in reactie op het afspelen van variatie in geluid, dan weet je op de zelfde manier dat de variatie is gedetecteerd, en ook betekenisvol is, en een kwalitatief andere of kwantitatief sterkere reactie vraagt. Op deze manier kun je de natuur ondervragen en tot in kleine details leren begrijpen.



Mart Ottenheim

Van generatie op generatie I

Deze aspecten van wetenschap doen, en met name het gedragsonderzoek in het veld, draag ik graag en met enthousiasme uit aan studenten die op het Instituut voor Biologie in Leiden een cursus bij mij volgen, of die stage komen doen en meedraaien in het onderzoek als onderdeel van hun opleiding. Daarbij wordt bijvoorbeeld jaarlijks een zogenaamde 'Full dawn chorus experience' georganiseerd, waarbij de les een keer om drie uur 's nachts begint en waarbij de studenten, ongeacht het weer, het ochtendkoor van zangvogels registreren totdat het acht uur is. Een ander terugkerend lesonderdeel is de stille tocht door Leidse parken en straten in een andere cursus. Daarbij wordt er ingezoomd op het luisteren naar de natuur, door achter elkaar lopend een wandeling te maken, met een telefoon- en spraakverbod tot de nabespreking. Na die ervaring wordt duidelijk dat je veel meer hoort dan dat je je doorgaans bewust bent. Het kan dan gaan om geluiden van dieren, natuurlijke geluiden van wind of regen, of geluiden van menselijke activiteiten. En dan gaat het niet alleen om detectie van geluidsbronnen, maar ook wat je kunt zeggen over die bronnen.

Het is bijvoorbeeld hoorbaar van welke soort vogel het geluid komt, en of hij een territorium heeft, opgewonden is of agressief.

Of het een grote of kleine hond is. Of de wind ruist in bladeren van populieren of van een andere boomsoort. Of er regen naderd, en of dat het hard of zacht regent. Al kun je dat natuurlijk ook op meer manieren waarnemen. Ook hoor je of een auto hard of zacht rijdt, en van je weg gaat of naar je toe komt. Of het een nieuwe of oude fiets is die langs komt. Of iemand wandelt of te voet naar zijn of haar werk gaat. En dan kun je zelfs met je ogen dicht ook nog dingen afleiden over je omgeving door de geluiden die je hoort. Of er veel of weinig vogels zingen zegt iets over de hoeveel groen in de buurt en wat voor seizoen en hoe laat het is. Hoe die vogels klinken wordt bepaald door of er een struiklaag onder het bomenbladerdak is en hoe dicht dat struikgewas is. Je hoort ook of er wel of geen gebouw tussen jou en de snelweg inzit. En zo zijn er nog veel meer dingen af te leiden die wel of niet van belang kunnen zijn voor ons of voor die vogels.

Het gaat er bij onderwijs aan studenten wat mij betreft vooral om hun verbazing te wekken, en studenten te laten nadenken over nieuwe vragen waar ze zelf mee moeten komen. Dingen die nog niet in boeken staan beschreven door een vorige generatie, maar die zij in boeken zouden kunnen gaan schrijven voor een volgende generatie. Naast observaties en experimenten gaat het dan ook om te snappen welke gegevens echt antwoord geven op een vraag. En daarvoor moet de replicatie, de herhaling van de observationele waarneming of van de reactie op een experiment, voldoende zijn en op het zelfde niveau zijn als de vraag. Als voorbeeld geef ik de vraag of vogels reageren op een soorteigen geluid door er op af te komen. Door de reactie van een enkele tjiftjaf te zien die landt op de speaker na het afspelen van tjiftjafzang, kun je nog niet zeggen dat alle vogelsoorten dat doen, en zelfs niet alle tjiftjaffen. Je zult het experiment moeten herhalen met meerdere tjiftjaffen of meerdere soorten, afhankelijk van je vraag. Het kan dan ook nog zijn dat vogels sowieso afkomen op een nieuw geluid in hun territorium of op een speaker die daar eerst niet was. Daarvoor moet je iedere vogel ook testen voor een mogelijke reactie op een controlegeluid, zoals een geluid van een niet-eigen soort, of een ander geluid uit de omgeving waar de vogel gewend aan is.

Een ander aspect dat ik altijd bespreek en belangrijk vind om uit te leggen is dat bij het observeren en begrijpen van diergedrag het ontzettend belangrijk is om te snappen wat die dieren waarnemen. De meeste dieren nemen niet hetzelfde waar als mensen. Soms minder, soms meer, soms iets heel anders. Niet alle apen zien bijvoorbeeld de zelfde kleuren als wij. Een makaak uit Afrika heeft de zelfde set van drie types kegeltjes in zijn ogen als wij mensen, maar veel apen uit Zuid-Amerika bijvoorbeeld zien minder kleur met maar twee types kegeltjes. Soms is de vergelijking met mensen het doel van een experiment. Zo is bij sommige soorten vissen aangetoond dat ze zich zelf herkennen in een spiegel. Na een wenperiode reageerden ze niet meer op hun spiegelbeeld of een foto van hun eigen gezicht, maar wel op een foto van een andere soortgenoot. Ze reageerden zelfs met poetsbewegingen om een parasiet weg te halen als hun eigen foto was voorzien van een plek op de keel die op een parasiet leek.

6

Paarden zijn bijzondere dieren, maar ook heel fijn om de variatie in waarneming van de wereld tussen diersoorten bij uit te leggen. Jaarlijks sta ik dan ook tussen de pony's en paarden bij onze burens aan de Wassenaarseweg, bij Manege Moedig Voorwaarts. Een paard met de oren recht omhoog en draaiend in de richting waarin hij interesse heeft is attent en meestal positief gestemd. Gaan de oren plat naar achteren is hij aan het dreigen en kun je een agressieve reactie verwachten als er niet op het signaal wordt gereageerd. Paarden horen verder beter dan wij in de hoge frequenties, tot wel 30 kHz. Ze kunnen ook heel goed om zich heen zien omdat de grote ogen aan de zijkant van het hoofd staan, maar ze horen minder goed richting dan wij. Wij mensen gebruiken het verschil in aankomsttijd bij het linker en rechter oor om de richting van de geluidsbron te bepalen, en dat doen paarden ook. Wij maken ook nog gebruik van het verschil in volume tussen het geluid dat links en recht aankomt, maar paarden kunnen dit minder goed en kunnen dit alleen voor de lagere frequenties (tot 1 a 2 kHz). Zo kun je dus begrijpen waarom paarden soms zonder aanwijsbare reden schrikken. Ze kunnen dingen horen die wij niet kunnen horen,

en horen dan slecht waar het vandaan komt. Als prooidier kun je dan beter voor de zekerheid maar op de vlucht slaan.

Een bekend voorbeeld van het belang van het kennen van de perceptuele gevoeligheid van de dieren die je onderzoekt is dat van het paard Kluger Hans. Rond het begin van de vorige eeuw maakte dit paard furore op kermissen en shows, omdat het schijnbaar kon rekenen. Op rekensommen wist het paard telkens correct te antwoorden. Toen men de eigenaar van bedrog beschuldigde, liet men iemand anders het paard begeleiden. Slimme Hans wist het goede antwoord toen nog steeds aan te geven. Tot dat men een belangrijke methodologische fout door had. De eigenaar of de externe begeleider wisten zelf ook altijd het antwoord. De concentratie op de interactie met het paard en de gedachte aan het mogelijk goede antwoord maakten dat er altijd iets van een lichaamshouding veranderde op het moment dat het goede aantal hoefslagen was gegeven. En het paard was niet echt in staat om te rekenen, maar was gewoon heel gevoelig in het opmerken van lichaamsveranderingen. Deze wijze les maakt dat we in de gedragsbiologie nog steeds de aanbeveling van 'double blind' observeren en testen doen: Als zowel het dier dat onderwerp van studie is en de onderzoeker voor een bepaalde test niet het antwoord zelf vooraf weten, dan krijg je de meeste kans van slagen, op een wetenschappelijke studie die deugt.

Van generatie op generatie II

Tijdens mijn eigen studie en opleiding ben ik door diverse mensen verder geïnteresseerd geraakt in de biologie. Edward O. Wilson was de expert op het gebied van mieren en 'the Insect Societies' is een boek vol feiten over de ecologie en gedrag van vele soorten mieren dat ik tijdens mijn studie in Utrecht voor de lol er bij las. Naast oog voor de boeiende details had E.O. Wilson ook aandacht en kijk op de grote patronen en processen. In het jaar dat ik geboren werd, in 1967, was het boek dat hij schreef over eilandbiogeografie verschenen (Mac Arthur & Wilson 1967). Daarin wordt de theorie uiteen gezet waarom grote eilanden meer soorten herbergen dan kleine (omdat de

kans op uitsterven kleiner is), en waarom geïsoleerde eilanden minder soorten herbergen dan eilanden dicht bij het vaste land (omdat er minder immigratie van nieuwe soorten is). Zijn extrapolaties naar menselijk gedrag werden vaak bekritiseerd, zorgden voor veel discussie, en heb ik ook minder mee. Na zijn dood werd daar bij ook nog bekend dat hij mensen met bedenkelijke, racistische gedachten heimelijk had gesteund.

Michael J. Ryan ontmoette ik in mijn eerste jaar van mijn promotie in 1994 in Leiden. Hij deed onderzoek naar de roep van de Tungara-kikker. Hij ontleedde de kikkergeluiden met gedetailleerde metingen en vergeleek verschillende soorten en onderzocht of de éne soort wel of niet op de andere reageerde. Wat me het meest boeide in zijn verhaal destijds was dat hij kikkergeluiden reconstrueerde van vooroudersoorten die nu niet meer bestaan op basis van hoe de huidige verwante kikkersoorten klinken. En verder liet hij vrouwtjes van nu luisteren naar de mannetjes van toen. Hij liet daarmee zien dat voorkeuren van nu soms ook nog gevoeligheden laten zien die terugvoeren op de evolutionaire geschiedenis van de soort. En omgekeerd kon hij zo beargumenteren dat de voorkeuren van vrouwtjes ook weer invloed kunnen hebben op de richting van de huidige selectiedruk en daarmee op de vorm van de kikkergeluiden voor de toekomst.

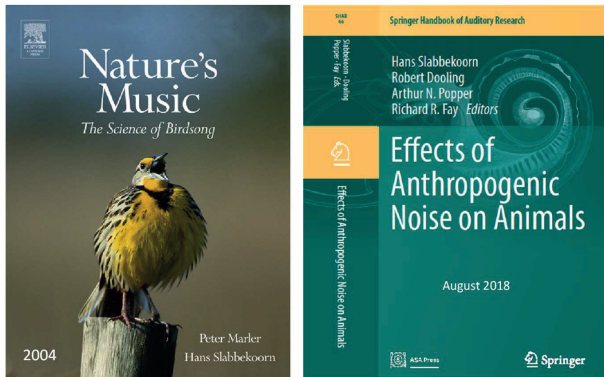
Veel van de fascinatie voor dit soort type onderzoek heb ik kunnen delen met mijn promotor gedurende lange tijd bij het IBL. Carel ten Cate is gedragsbioloog en vergelijkend taalonderzoeker, en inmiddels met emeritaat en nam afgelopen juni ook hier publiekelijk afscheid. We hebben jarenlang aan vele soorten vragen kunnen werken bij het modelsysteem van de tortelduiven. En een van de vragen die Carel ten Cate zich stelde was of we net als bij de kikkers het geluid van misschien wel de beroemdste uitgestorven duivensoort zouden kunnen reconstrueren: de zang van de dodo. Deze reconstructie zou moeten plaats vinden op basis van skeletten aanwezig in musea, zoals bij Naturalis hier in Leiden, om de morfologie te vergelijken met de geluiden van nu nog levende duiven, waaronder grote grondlevende duiven zoals

de kroonduiven uit Papoea Nieuw-Guinea en de Molukken. Verder zouden ook nog de transmissiekenmerken in de vegetatie van het gebied waarin de dodo voorkwam op Mauritius meegenomen kunnen worden. Uiteindelijk is die reconstructie wel een heel eind te doen wat betreft toonhoogte en volume, maar zijn de temporele variaties jammer genoeg met de dood van het laatste dodobrein verloren gegaan.

En waarom reconstructie van geluiden leuk en interessant zijn wil ik nog met een ander voorbeeld toe lichten. De koekoek heeft natuurlijk een interessant gedrag met het leggen van eieren in het nest van een andere soort, maar heeft ook een interessant migratiepatroon. De Nederlandse koekoeken trekken bijvoorbeeld in de winter naar het zuiden, steken de Middellandse Zee over, en de Sahel-woestijn, en vertoeven in de relatief open bosgebieden aan de randen van het tropisch regenwoud van Nigeria of Kameroen. Koekoeken van noordelijkere regio's als Zweden en Finland vliegen zelfs nog iets verder tot in Angola. In de overwinteringsgebieden kunnen ze te horen zijn door onderzoekers, zoals ik tijdens mijn post-doc werk in Kameroen, maar ook door de nauw-verwante Afrikaanse koekoek, die er nog nagenoeg het zelfde uit ziet, maar lokaal zijn parasitaire broedgedrag uitvoert, zonder lange migratiebewegingen. Ze raken echter niet in de war, omdat de geluiden opvallend verschillen..... Klinkt onze koekoek herhaaldelijk hoog-laag, de Afrikaanse zustersoort klinkt laag-hoog, met nagenoeg nog dezelfde toonsoort. Hoe zijn die twee soorten ooit opgesplitst uit een soort? En hoe zijn die verschillen in soort-specifieke geluiden ontstaan? Dit lijkt niet een gradueel verschuivende micro-evolutionaire verandering die macro-evolutionair discreet is geworden. Waren we er maar bij geweest.

Met Tom Smith onderzocht ik dit soort vraagstukken in de tropische regenwouden van Kameroen. Bijvoorbeeld door onderzoek aan deze groot-snavelige vinken, die grote, middelgrote, of kleine snavels evolueerden voor het kraken van harde zaden van verschillende zeggesoorten. Afhankelijk van of je in een gebied zit met de hardste zaden, kun je het beste een

partner kiezen met een zo groot mogelijke snavel. We hebben uitgezocht of de zangvariatie de snavelvariatie reflecteerde en of dat dus een goede leidraad zou kunnen zijn voor de partnerkeuze. Ondanks dat de snavel bij zou moeten dragen aan resonantiekenmerken vonden we niet zo'n duidelijke relatie en verwachten we dat de vogels hun keuze nog visueel bijsturen na de eerste akoestische aantrekking.



Peter Marler is de Godfather van de bioakoestiek. Ik mocht hem ontmoeten in mijn tijd in San Francisco en kreeg de mogelijkheid om een symposium en een boek met hem te doen door het overlijden van Louis Baptista, waar ik destijds van de geluidsapparatuur gebruik mocht maken in de California Academy of Sciences. Peter Marler heeft veel onderzoek gedaan aan geluid en vooral veel aan de variatie in geluid bij apen en vogels. Hij was van de eerste generatie biologen die grafische weergaves van geluid gebruikten, zogenaamde sonogrammen of geluidspectra. Hij deed onderzoek aan verschillende aspecten van zangleren bij vogels, van neurobiologie tot ecologie, en ook was hij geïnteresseerd in de evolutie van signalen. Een bekend voorbeeld hiervan is de convergentie van alarmroepjes van veel zangvogelsoorten. Een hoge noot, zonder echt begin of eind, is lastig te lokaliseren. En, een sperwer kan heel goed horen, en voor de meeste toonhoogtes zelfs beter dan een koolmees, maar niet wanneer de noot ongeveer 8 kHz is. Dan hoort

een koolmees beter. Die twee factoren hebben er voor gezorgd dat gedurende de evolutie allerlei soorten zangvogels op elkaar zijn gaan lijken met het maken van een zelfde langgerekte toon op ongeveer de zelfde toonhoogte als er luchtalarm is van een sperwer.

Arthur Popper mocht ik ontmoeten in 2008 op het grootste congres over akoestiek waar ik ooit geweest ben. Er waren daar symposia over geluid in allerlei vakgebieden, zoals medische toepassing van ultrasonische geluiden, geluid in de bestrijding van pestdieren, onderzoek aan zang en de menselijk stem, de mechanische basis van geluid in muziekinstrumenten, planologie en urbane geluidslandschappen, lawaai onderwater en de geluiden in de oceanen en de diepzee, vocale variatie bij dolfijnen en walvissen, enzovoort, enzovoort. Ik was diep onder de indruk van de enorme breedte in dit vakgebied en ook van mijn ontmoeting met Art Popper. Hij was toen al bijna op pensioengerechtigde leeftijd, maar zeer scherp en aanwezig, kritisch maar ook benaderbaar en zeer open voor discussie en vragen. Ik heb vele lastige en ook bevredigende discussies met hem gevoerd en we hebben uiteindelijk in 2018 een prachtig handboek mogen publiceren, waarin een overzicht van alle huidige kennis over geluid van menselijke activiteiten in de natuur en wat het doet met diersoorten boven en onder water.

Diversiteit in de wetenschap

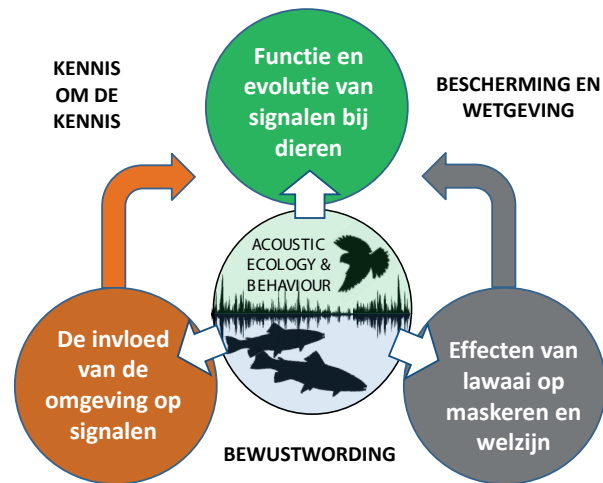
Het is duidelijk dat ik me heb laten inspireren en motiveren door mannen met baarden en snorren en grijze haren. Er zijn echter in de loop der tijd ook heel wat vrouwen geweest waar ik wetenschappelijk van onder de indruk was, wiens onderzoek ik in mijn onderzoek en onderwijs gebruik, en waar ik veel van heb geleerd. John Stuart Mill had gelijk en heeft gelijk. Met name natuurlijk van Jacintha Ellers heb ik veel geleerd, vanaf onze gezamenlijke studie biologie in Utrecht en in de 25 jaar samen daarna. Ik wil ook hier weer kort herhalen wat ik in iedere jaargang studenten de afgelopen 20 jaar of zo heb uitgelegd over het belang van diversiteit voor de wetenschap en hoe we daar in de biologie niet voldoende gebruik van maken.

Dat al mijn bazen en personen waar ik directe samenwerking mee had mannen waren is opvallend maar de kans was ook groot. Er zaten en zitten nog steeds veel minder vrouwen in onze wetenschap dan mannen en het is voor vrouwen ook nu nog steeds lastiger dan voor mannen om hoger op te komen. Regelmatig zijn we met onze neus op de onrechtvaardige feiten gedrukt. Voor grote individuele beurzen bleek dat vrouwen meer hoge publicaties moeten hebben om als gelijkwaardig beoordeeld te worden. Als de voornaam werd verwijderd van een submittie voor een tijdschrift ging het percentage artikelen van vrouwen dat geaccepteerd werd omhoog. Live sollicitatierondes, waarin zowel vrouwen als mannen beoordeelden, waren vaak in het nadeel van vrouwen. Wat echter belangrijk om te realiseren is dat dit ook logisch is. Iedereen wordt beïnvloed door zijn of haar omgeving en als die omgeving niet in balans is dan wordt ook de huidige generatie nog steeds door mannen gekleurd.

En gekleurd is natuurlijk geen toevallige woordkeuze maar een overgang, want er is meer diversiteit. Ik heb een aantal mensen nog niet genoemd die ik op mijn academische pad ben tegengekomen, zoals Luis Baptista, Joan Roughgarden, geboren als Jonathan David, en Erich Jarvis, stuk voor stuk gerenommeerde wetenschappers, die opvielen door dat ze gekleurd waren of transgender, in een wereld van voornamelijk witte mannen, maar die ook opvielen door hun afwijkende perspectief of eigenzinnige methodologie, want variatie in afkomst, in ontwikkelingstraject, gezins- of onderwijscultuur, brengt discussie, vernieuwing, en progressie. Dus dit verhaal heeft twee kanten: talent verdient gelijke kansen ongeacht geslacht, kleur, of achtergrond, en wetenschap is gebaat bij diversiteit, terwijl individuele leertrajecten een cultuur voortbrengen die het lastig maakt mee te doen voor iedere minderheid.

Dit is ook de achtergrond voor mijn plannen om een meerjarig onderzoeks- en onderwijsprogramma op te zetten in samenwerking met mensen van de Anton de Kom Universiteit in Paramaribo. Ik wil graag Surinaams talent een kans geven te promoveren en daarna door te groeien om als rolmodel te

functioneren aan Nederlandse instellingen. Tegelijkertijd wil ik wetenschap bedrijven in een samenwerking op basis van gelijkheid en synergie door diversiteit en complementariteit. Suriname is een land met een bijzondere bevolking, maar ook met een bijzondere flora en fauna die een toekomst met zeer veel uitdagingen kent op het gebied van klimaatverandering en menselijke activiteiten die de biodiversiteit bedreigen. Daar is lokaal kennis voor nodig, van de biologie, maar ook van de maatschappelijke rol die de natuur, producten uit de natuur, en de bedreigingen voor de natuur spelen. Ik ben er van overtuigd dat er veel talent is, praktische kennis, en liefde voor het land, en ik hoop daar iets aan te kunnen bijdragen, met mijn expertise en enthousiasme.



Akoestische Ecologie & Gedrag

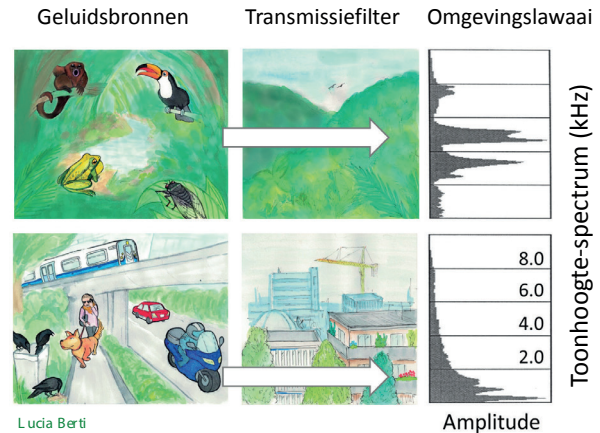
Mijn leerstoel Akoestische Ecologie & Gedrag is divers in fundamentele vragen, maar kent ook veel toepassingen, en de verzamelde inzichten hebben vaak onmiddellijk maatschappelijk belang. Het beslaat onderzoek aan de functie en evolutie van signalen bij dieren, en zoals toegelicht komen daar veel aspecten van experimenteel ontwerp en wetenschappelijke logica bij kijken. De ecologie zit hem vooral in het begrijpen van

de invloed van de omgeving op signalen. Lage geluiden gaan makkelijker door een bos dan hoge geluiden. In de ochtend is het koud aan de grond, en de koude lucht vormt een tunnel die maakt dat geluid verder reikt dan in de middag. Handig voor vogels tijdens het ochtendkoor, en onhandig dat juist ook dan iedereen met de auto naar het werk gaat. Vervelend voor mens en dier, want de meeste van mijn recente onderzoekprojecten gaan over de effecten van ons lawaai op het maskeren en welzijn van dieren, en daarmee direct en indirect op mensen. Deze drie velden van onderzoek binnen mijn vakgebied hangen nauw samen, en zowel de natuurlijke omgeving als de door menselijke activiteiten veranderende omstandigheden beïnvloeden de functie en evolutie van signalen. Dit levert veel mogelijkheden op om dicht bij huis gegevens te verzamelen om fundamentele kennis op te doen en tegelijkertijd geeft het een toepassing en urgentie voor het onderzoek. De inzichten komen ten goede aan bewustwording, bescherming, en het vormgeven en handhaven van wetgeving.

Ieder habitat heeft zijn eigen stereotype akoestische omgeving, bepaald door de aanwezigheid van typische geluidsbronnen en typische omstandigheden voor geluidstransmissie. De bronnen kunnen van natuurlijke oorsprong zijn, en biotisch (geluiden gemaakt door dieren) of abiotisch zijn (zoals wind, regen, rivieren of golfslag). De bronnen hebben een bepaald volume en een bepaalde spectrale samenstelling die wordt veranderd, gefilterd, tijdens de transmissie door het habitat naar de ontvanger van het geluid. En bij de ontvanger komen alle geluiden van alle kanten samen en dat vormt een dynamisch en drie-dimensioneel spectrum, wat je het geluidslandschap of 'soundscape' kunt noemen.

Met onderzoek aan vogelzang in Zuid-Amerika hebben we laten zien dat lawaai in hogere frequenties er voor kan zorgen dat bepaalde soorten winterkoningen zich beperken tot het zingen van lagere noten, waarmee ze dus maskering ontlopen. In onderzoek in Europese steden en nabijgelegen bosgebieden hebben we laten zien dat laag verkeerslawaai er voor kan zor-

gen dat koolmezen in de stad juist minder lage noten zingen. Ook hoe hard er gezongen wordt kan bepaald worden door het natuurlijke of antropogene lawaai, net zoals wij mensen harder praten wanneer een feestje rumoeriger wordt. Kolibries zingen harder naarmate ze dichterbij een lawaaiige beek zitten en nachtegalen op drukke kruispunten in de stad zingen harder dan soortgenoten op een rustigere plek, of op een rustiger moment in de week. Vogels in de stad zingen door de week harder dan in het weekend, omdat er in het weekend minder verkeer en dus minder lawaai is.



Alle kennis over de akoestische omgeving, en de invloed op communicatie of welzijn van mens en dier, zou natuurlijk ergens toe moeten leiden. Als we weten dat we de gezondheid schaden met lawaai en de stress veroorzaakt door lawaai, en als we weten dat geluiden van zingende vogels juist het tegenovergestelde effect hebben, dan kun je daar een stad op inrichten. Een stad delen we ook met elkaar, en wat goed is voor mensen is vaak ook goed voor dieren, en als de aanwezigheid van biodiversiteit in de stad dan ook nog een extra positief effect heeft op de menselijke stemming en gezondheid, dan heb je daar een dubbele winst te boeken. En wat geldt voor lawaai, is ook waar voor fijnstof, of voor lichtverontreiniging waarmee we de biologische klok ondermijnen, waarmee gedrag en fysiologische

processen worden afgestemd op de ritmes van de dag of het seizoen.

Onderzoek aan vogels en de negatieve effecten van de gedeelde omgevingsomstandigheden kun je beschouwen als de bekende kanarie in de kolenmijn. Het zou de bewustwording en de drang naar een regelgeving voor een gezonde leefomgeving moeten vergroten. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek aan vogels rondom de vliegvelden van Manchester en Schiphol. Daar worden vogels om de drie minuten aan extreme omstandigheden blootgesteld waar harder of hoger zingen geen soelaas meer aan biedt. We vonden dat de tjitjaffen in territoria in de buurt van de startbanen, juist lager zongen dan elders en meer agressief reageerden op het afspelen van zang. We denken dat dit afwijkende gedrag veroorzaakt kan zijn door het doof worden voor hoge tonen en het minder functioneel zijn van de communicatie. En verder kan stress en frustratie door lawaai en slecht slapen waarschijnlijk ook ten grondslag liggen aan een slechte stemming, net als bij mensen.

Lawaai onderwater

De effecten van lawaai boven water zijn al best veel onderzocht en de gevolgen voor mens en dier worden inmiddels erkend en soms wordt daar ook rekening mee gehouden. Onder water ligt dat nog heel anders. We weten nog heel weinig over de mate waarin menselijke activiteiten het akoestische klimaat onderwater veranderen en nog minder over de mogelijk negatieve gevolgen voor alle dieren die daar leven. Onderwater is het vaak een donkere of troebele wereld waar het zicht slecht is en ruiken maar beperkte informatie over de omgeving oplevert. Het is nooit stil geweest onderwater, ook niet voor dat wij lawaai gingen maken.

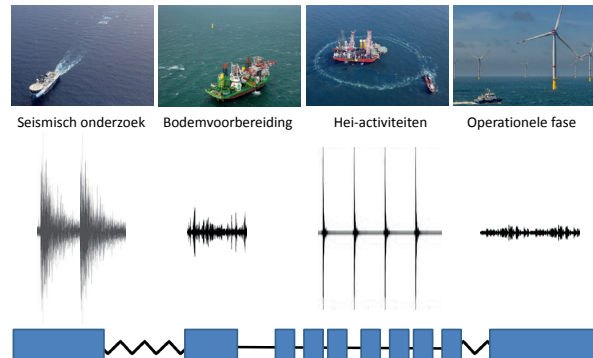
Er zijn altijd dieren onderwater geweest die geluiden hebben gemaakt, net als boven water. En ook wind, regen, golfslag, stormen, aardbevingen, en bliksem hebben in dit milieu hun directe impact en galmen nog vaak lang na. We voegen er echter in toenemende mate lawaai aan toe. Lage langdurende

geluiden van containerschepen, zandwinning, of veerdiensten zorgen voor een verhoging van het gemiddelde lawaainiveau, alsof het altijd stormt. Deze geluiden zorgen voor maskering en vermijding. Recreatievaart, seismisch onderzoek, boor- en heiactiviteiten, en ook het opruimen van explosieven, of militaire oefeningen zorgen voor onvoorspelbare, vaak herhaalde, harde geluiden, specifiek voor bepaalde locaties. Deze geluiden zorgen voor verstoring en verjaging. Omdat we zelden zelf ons hoofd onderwater steken, en omdat geluid heel goed door water wordt geleid, maar slecht van water naar lucht wordt overgedragen, maakt dit lawaai nog een ongehoord fenomeen en is er nog werk aan de winkel om mensen bewust te maken om de toekomst te garanderen voor biodiversiteit, visserij en een gezonde en plezierige waterbeleving voor mensen.

Een van de grootste veranderingen die momenteel op zee plaats vindt, is de uitbereiding van windmolenparken voor de nodige energietransitie. We moeten af van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen, en wind op zee is een logische alternatieve bron. De veranderingen zijn echter groot voor het onderwaterleven en gaan ook gepaard met veel lawaai. We moeten zorgen dat er inzicht is in wat positieve en negatieve effecten zijn en dat we beslissingen nemen met een ecologische visie die verder rijkt dan een enkel windpark en die verder rijkt dan onze Nederlandse economische zone op zee.

11

Akoestische stappen bij aanleg van windmolenpark



De stappen bij de aanleg van een windmolenpark op zee zijn te onderscheiden in een aantal akoestische fases: eerst is er seismisch onderzoek nodig, met harde klappen (om de tien seconden), vaak 24/7. Dit is nodig voor een paar dagen of zelfs weken, om de bodemgesteldheid in kaart te brengen, voor de geschiktheid om een heipaal te plaatsen en om te checken of er nog gevaarlijke munitie uit de tweede wereldoorlog ligt. Daarna wordt er heen en weer gevaren en worden er stenen gestort om de bodem rondom de te heien paal te beschermen tegen erosie. Vervolgens is er de fase van het heien zelf, waarbij palen van inmiddels acht meter in diameter of meer, met harde klappen (om de twee seconden) de grond in gaan, en dat duurt ongeveer twee tot vier uur per paal. In een eerder project hebben we met gezenderde vissen, 50 km uit de kust op 30 meter diepte, vast kunnen stellen dat kabeljauw tijdens het seismisch onderzoek minder actief wordt en dat ze geen piek in activiteit meer vertonen tijdens de gebruikelijke etenstijd. En verder zagen we dat de kabeljauw niet tijdens de blootstelling het gebied verliet, maar een paar dagen tot twee weken later vervroegd uit het gebied vertrok. Ook tijdens het heien hebben we zulke gegevens verzameld en daar bleek dat ze voor korte periodes kleine zwemveranderingen lieten zien, maar niet vertrokken.

Deze inzichten laten een gematigd effect zien van het geluid op vissen op redelijke afstand, waarvan nog niet bekend is of dat gevolgen heeft later voor groei en reproductie. Het is echter wel mogelijk dat met name lange periodes van verstoring de energiehuishouding dusdanig ondermijnt dat er negatieve gevolgen voor de lokale populatie en de visserij kunnen zijn. We weten niet hoe veel vissen er heel dicht bij het seismisch onderzoek of het heien verblijven, maar we weten wel dat dat slecht kan aflopen voor het individu, zoals ook bekend van strandingen van zeldzame diepduikende walvissen. Hiervan is een deel, met name in het verleden, toe te schrijven aan gebruik van sonar bij militaire oefeningen. Omdat geluiden van matig volume dieren kan doen afschrikken en extreme blootstellingen van dichtbij desastreus kunnen zijn, onderzoeken we ook of we geluid kunnen inzetten als visverjager om vis te helpen. We laten ons

daarbij inspireren door wat we weten over wat angstaanjagend klinkt voor mensen, zoals series korte geluiden die aanzwellen in volume en die steeds sneller klinken, alsof er iets nadert dat gevaarlijk kan zijn.

Het laatste voorbeeld van het onderzoek waar we ons nu en de komende jaren nog op zullen richten betreft geluid in onze rivieren die vaak traag door oneindig laagland gaan. Migrerende vissen zijn heftig getroffen door de menselijke aanwezigheid op aarde. Meer dan 70 % is al verdwenen als soort of weg uit gebieden waar ze eerder wel voor kwamen. Migrerende vissen hebben ook hoge eisen, want ze maken gebruik van verschillende biotopen tijdens verschillende fases van hun leven. Ze pendelen vaak langs veel passages door intensief bebouwde en gebuikte wateren met dammen, dijken, barrages, gemalen en sluizen. Daar boven op vangen of vingen we ze veel en makkelijk en maken we nu veel lawaai op plekken waar ze over de evolutionaire tijd in stilte luisterden om de juiste beslissingen te nemen. Klinkt het hier veilig, is er voedsel te horen, of is het beter te vertrekken om te voorkomen dat je zelf voedsel gaat worden? We onderzoeken de geluidslandschappen van migrerende vissen die er nog zijn, verdwenen zijn, of die we terug proberen te krijgen, zoals paling, zalm, prik, en steur. En we testen wat de invloed is van natuurlijke geluiden, en de mogelijk maskerende of versturende effecten van bootlawaai.

Het onderzoek van het gedrag van migrerende vissen gaan we doen in de zogenaamde MIGRADROME, die binnenkort in Leiden gehuisvest zal zijn. De MIGRADROME is een zwemtunnel van zeven meter, waarin we de licht- en geluidssituatie onderwater kunnen manipuleren, en waarbij we vissen kunnen laten zwemmen bij verschillende stroomsnelheden en stroomversnellingen. Het is een riviertje in het klein en we kunnen er mee dag, nacht, en natuur en stad nabootsten in het laboratorium. We denken dat we op deze manier met observaties buiten en gedragstesten binnen het beste inzicht gaan verkrijgen door te luisteren naar de natuur, en te ondervragen, om daarmee te begrijpen, te bezinnen, en hopelijk efficiënt te beschermen.



Woord van dank en trots

Wetenschap doe je in teamverband. Ik heb het ook niet alleen tot professor gebracht en wil daarom mijn dank en trots uitspreken aan een aantal mensen. Ik heb het hier over de wetenschappers die een deel van hun leven en carrière met mij mee hebben beleefd, en waarmee ik samen een bijdrage heb kunnen leveren aan de wetenschap en de maatschappelijke belangen met betrekking tot Akoestische Ecologie & Gedrag. Dank aan Carel ten Cate, Erwin Ripmeester, Wouter Halfwerk, Errol Neo, Özkan Sertlek, Saeed Shafiei Sabet, Annebelle Kok, Quanxiao Liu, Jeroen Hubert, en Inge van der Knaap. En verder wil ik Peter Snelderwaard als technische ondersteuning van het eerste tot meest recent proefschrift, en alle diervverzorgers in de loop der tijd, van harte bedanken. Met Fien Demuyndt, Kees te Velde, en Danielle Crowley hoop ik een stap te zetten richting de volgende tien, in prettige samenwerking met Christian Tudorache, Katharina Riebel, en Michelle Spierings, en alle andere collega's van het IBL en de nationale en internationale consortia van verschillende projecten. Ook natuurlijk dank aan mijn ouders, en familie, en vrienden die me hebben gesteund door er gewoon altijd te zijn. Martin Poot, Selvino de Kort, en Wouter Halfwerk hebben daarbij een speciale rol en plek. En als laatste, dank aan onze lieve kinderen Sven en Lana Ellers, en aan de vrouw die de laatste jaren mijn leven heeft verrijkt, Sacha de Vink.

Tot slot wil ik graag nog een opmerking maken over hoe we positief en vrolijk zouden kunnen blijven tegen de achtergrond van alle vervuiling, achteruitgang van de aarde, en het verdwijnen van biodiversiteit. Ik denk dat we de achteruitgang niet kunnen stoppen, en dat we een dramatische ontwikkeling meemaken van vernietiging van biotoop van dieren en uitsterven van soorten. Ik denk dat we toch ons uiterste best moeten blijven doen om het moois zo lang mogelijk te bewaren en biotopen en soorten zo veel mogelijk te beschermen, maar ik denk ook dat we met betrekking tot natuurbescherming realistisch moeten zijn en ondanks dat niet iedere dag somber hoeven te zijn. Ik trek daarbij de laatste tijd de analogie met ons eigen lichaam. Dat is aan verval onderhevig, wordt steeds minder vitaal, en zal uiteindelijk ten onder gaan en sterven. Je kunt echter je best doen om dat proces zo langzaam mogelijk te laten gaan. Je lichaam en geest zo goed mogelijk te verzorgen, voor je zelf, en voor de mensen om je heen, en om nog zo lang en zo goed mogelijk te kunnen zorgen voor de volgende generatie. Dat kun je doen met eten, drinken, en (niet) roken, maar ook door te sporten (bijvoorbeeld korfbal of karate). En daarbij mag je van het leven genieten, hoef je niet voortdurend moreel besef te tonen, maar gewoon je verstand gebruiken, je gevoel volgen, en je verantwoordelijkheid nemen voor de natuur en de mensen om je heen. Als dat lukt is het waarschijnlijk ook fijn om ook wat vaker stil te zijn en te luisteren.

Ik heb gezegd.

LINE OF RESEARCH IN KEY PUBLICATIONS

1998 PhD-thesis: Slabbekoorn. *Perception of coo variation in the collared dove.*

2002-Philosophical Transactions of the Royal Society: Slabbekoorn & Smith. *Birdsong, ecology and speciation.*

2003-Nature: Slabbekoorn & Peet. *Birds sing at a higher pitch in urban noise.*

2004-BOOK: Marler & Slabbekoorn. *Nature's Music. The Science of Birdsong.*

2006-Current Biology: Slabbekoorn & den Boer-Visser. *Cities change the songs of birds.*

2008-Molecular Ecology: Slabbekoorn & Ripmeester. *Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation.*

2008-Animal Behaviour: Slabbekoorn & Bouton. *Soundscape orientation: a new field in need of sound investigation.*

2010-Trends in Ecology & Evolution: Slabbekoorn et al. *A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish.*

2011-PNAS: Halfwerk et al. *Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions.*

2014-Biological Conservation: Neo et al. *Temporal structure of sound affects behavioural recovery from noise impact in European seabass.*

2015-Biology Letters: Halfwerk & Slabbekoorn. *Pollution going multimodal: the complex impact of the human-altered environment on animal perception and performance.*

2016-Environmental Pollution: Shafiei Sabet et al. *Son et lumière: Sound and light effects on spatial distribution and swimming behaviour in captive zebrafish.*

2018-Acoustics Today: Slabbekoorn. *Soundscape ecology of the Anthropocene.*

2018-BOOK: Slabbekoorn et al. *The impact of anthropogenic noise on animals.*

2019-Current Biology: Slabbekoorn. *Noise pollution.*

2019-Fish & Fisheries: Slabbekoorn et al. *Population-level*

consequences of seismic surveys on fishes: An interdisciplinary challenge.

2020-Proceedings of the Royal Society B: Soudijn et al. *Population-level effects of acoustic disturbance in Atlantic cod: a size-structured analysis based on energy budgets.*

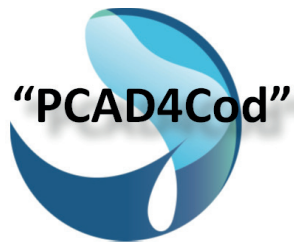
2021-Current Biology: Van der Knaap et al. *Effects of a seismic survey on movement of free-ranging Atlantic cod.*

2021-Journal of the Acoustical Society of America: Rogers et al. *North Sea soundscapes from a fish perspective: Directional patterns in particle motion and masking potential.*

2021-Oikos: Mortensen et al. *Agent-based models to investigate sound impact on marine animals: bridging the gap between individual behaviour and population consequences.*

2021-Science: Duarte et al. *The soundscape of the Anthropocene ocean.*

2023-Behavioural Ecology: Hubert et al. *Separate and combined effects of boat noise and a live crab predator on mussel valve gape behaviour.*



PROF. DR. HANS SLABBEKOORN



29-06-1967 Geboren te Middelburg

1973-1976 Openbare basisschool 'De Oosterburcht', Middelburg

1976-1979 Prins Willem-Alexander school, Moordrecht

1980-1986 Rijksscholengemeenschap, Gouda

1986-1993 Studie Biologie (Primatologie en Plantenecologie), Universiteit Utrecht

1994-1998 Promotieonderzoek Gedragsbiologie, IBL, Universiteit Leiden

1998-2001 Post-doctoraal onderzoeker, San Francisco State University, California

2001-2004 Post-doctoraal onderzoeker, IBL, Universiteit Leiden

2004-2012 Universitair docent, IBL, Universiteit Leiden

2011 Universitair gastdocent (2 maanden), Paris Nanterre, France

2012-2022 Universitair hoofddocent, IBL, Universiteit Leiden

2015 Universitair gastdocent (2 weken), NFU, Harbin, China

2017 Universitair gastdocent (2 weken), FUB, Salvador, Brazil

2022- Hoogleraar Akoestische Ecologie & Gedrag, Universiteit Leiden



Universiteit
Leiden