

Lawaai onder water

De invloed van geluid op vissen

Tekst: Ilse van Opzeeland,
Hans Slabbekoorn,
Tjeerd Andringa en
Carel ten Cate

Illustraties: Universiteit van Leiden,
Franklin Moquette,
Michel Roggo en
Sportvisserij Nederland

Bijna iedere sportvisser zal het weten: als je te luidruchtig bent aan de waterkant gaat de vis ervandoor. Ondanks deze visserswijsheid zullen velen zich niet realiseren hoe belangrijk geluid voor vissen is. De menselijke activiteit op en rond de oppervlaktewateren van Nederland neemt sterk toe. Als gevolg hiervan zal ook de geluidsbelasting onder water navenant zijn toegenomen. Er is maar weinig bekend over de effecten van omgevingsgeluid op vissen. Reden voor de Universiteit van Leiden hier een uitgebreid literatuuronderzoek aan te wijden.

Geluid speelt niet alleen boven water, maar ook onder water een belangrijke rol voor veel dieren. Water is voor de transmissie van geluid zelfs een beter medium dan lucht. Door het verschil in dichtheid is de draagwijdte van geluid in water veel groter dan in lucht, waardoor geluid onder water over veel grotere afstanden hoorbaar is dan boven water. Een voorbeeld van de grote draagwijdte van geluid onder water is de roep van de blauwe vinvis (*Balaenoptera musculus*) en gewone vinvis (*B. physalus*). De geluiden die deze dieren maken, blijken onder water op een afstand van 1600 km nog hoorbaar te zijn. Metingen aan geluidsniveaus die zeeschepen onder water produceren, laten zien dat ook de scheepsmotoren nog zeer goed hoorbaar zijn op een afstand van tientallen kilometers van het schip.

Vissengeluiden

Veel vissoorten maken gebruik van geluid, bijvoorbeeld als bron van

informatie over de omgeving. Het geluid van golven en wind is voor veel vissoorten van belang bij het detecteren van de aanwezigheid en plaats van objecten. Zo speelt het geluid uit koraalriffen voor de larven van koraalvissen een sleutelrol om een geschikte locatie voor vestiging te vinden. Ook communicatie verloopt bij veel vissoorten via geluid. Tijdens de voortplanting produceert het mannetje van veel vissoorten geluid om vrouwtjes aan te trekken om mee te paren. Bij de schelvis (*Melanogrammus aeglefinus*) synchroniseert het geluid dat het mannetje maakt het paringsgedrag van beide seksen. De verschillende stadia van het paringsgedrag zijn bij deze vissoort zelfs te onderscheiden door alleen naar het geluid van het mannetje te luisteren. De rivierdonderpad (*Cottus gobio*) produceert een laag kloppend geluid om zijn territorium te verdedigen gedurende conflicten met soortgenoten. Ook bij het vormen van scholen en het detecteren van prooi en predatoren

speelt geluid bij veel vissoorten een belangrijke rol.

Vissen hebben geen stembanden en produceren geluid door middel van het bewegen van vinnen, raspen met tanden en monddelen of door het laten trillen van de zwemblaas. Zo produceren baars (*Perca fluviatilis*) en blankvoorn (*Rutilus rutilus*) een bonkend geluid door middel van het pulseren van de zwemblaas. Sommige zeemeervalsoorten (zoals *Arius felis* en *Bagre marinus*) maken geluid door de borstvin langs een ribbelige structuur op de flanken te bewegen.

Het gehoor van vissen

Aangenomen wordt dat alle vissen geluid kunnen waarnemen. Op basis van hun gevoeligheid voor geluid kunnen vissen worden ingedeeld in twee groepen: hoorspecialisten en hoorgeneralisten. Bij hoorspecialisten wordt door een mechanische koppeling tussen de zwemblaas of een andere luchtgevulde holte en het binnenoor het geluid versterkt. De met lucht gevulde zwemblaas of holte

Ruisvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*) is een hoorspecialist.



heeft een lage akoestische weerstand en wordt gemakkelijk in beweging gebracht door geluid onder water. Door de mechanische koppeling tussen zwemblaas en oorkamers worden de zogenaamde gehoorsteentjes (of *otolieten*) in de oorkamers sterker in beweging gebracht dan mogelijk zou zijn door de invloed van alleen de directe geluidsgolven. De hoorspecialisten zijn over het hele frequentiebereik gevoeliger voor geluid dan hoorgeneralisten. Daarnaast is er nog een aantal vissoorten dat ultrageluid (geluiden boven 20 kHz, de grens van wat voor het menselijk oor nog hoorbaar is) kan waarnemen; haringachtigen zoals fint (*Alosa fallax*) en elft (*A. alosa*) nemen geluiden tot 180 kHz waar.

Tweederde van alle zoetwatervissoorten behoort tot de hoorspecialisten en is dus erg gevoelig voor geluid. Zoetwater is, althans van nature, over het algemeen relatief rustig vergeleken met mariene habitats waar golven en wind sterk bijdragen aan de hoeveelheid achtergrondgeluid. Deze rustige omstandigheden in zoetwater hebben er toe bijgedragen dat het gehoor van met name veel zoetwatervissoorten zich heeft gespecialiseerd. De aanpassingen in het gehoor stelden deze visgroep in staat om beter gebruik te maken van akoestische informatie uit hun omgeving, met betrekking tot de aanwezigheid en intentie van soortgenoten, prooidieren en predatoren.

Effecten van geluid op vissen

Geluid is dus belangrijk voor vissen. Dat roept de vraag op wat de invloed

op vissen is van onnatuurlijke geluidsbronnen onder water. Hoewel er maar weinig bekend is over de effecten van toegenomen omgevingsgeluid op vissen, blijkt uit de door ons onderzochte literatuur dat de geluidsbelasting onder water consequenties kan hebben voor o.a. gezondheid, akoestische communicatie, voortplanting, verspreiding, migratie en daarmee mogelijk zelfs op het voortbestaan van vispopulaties.

Heiwerkzaamheden in en nabij watergebieden creëren een zeer complex geluidsveld onder water, waarin de geluidsniveaus plaatselijk zeer hoog kunnen zijn. Dit kan ernstige fysiologische schade veroorzaken bij vissen. Binnen een straal van 50 meter rondom de heipaal werd

Tweederde van alle zoetwatervissen is erg gevoelig voor geluid

tijdens deze studie korte tijd na de heiwerkzaamheden vissterfte geconstateerd. Onderzoek aan vissen die experimenteel werden blootgesteld aan het geluid van heiwerkzaamheden, vertoonden beschadigingen van nieren, lever en zwemblaas. Daarnaast bleek de hoge geluidsbelasting gasontwikkeling in de ogen en bloedvaten van vissen te veroorzaken, hetgeen in sommige gevallen embolie en het barsten van de bloedvaten tot gevolg had. Vissen met een zwemblaas of luchtgevulde holte blijken door de drukgolven van dit type geluidsbronnen eerder beschadigd te raken dan vissen zonder zwemblaas of luchtgevulde

holte. Gedetailleerde gegevens met betrekking tot de afstand waarover het geluid van heiwerkzaamheden vissen kan beschadigen of beïnvloeden ontbreken tot dusver. In verschillende andere rapporten wordt op basis van schattingen het echter waarschijnlijk geacht dat de zone waarin verwondingen en beschadigingen kunnen optreden bij vissen, zich mogelijk uitstrekt tot 1000 meter van de heipaal.

Ook de gehoororganen van vissen kunnen tijdelijk of permanent beschadigd raken door blootstelling aan hoge geluidsniveaus.

Het is gebleken dat het geluid van een kleine motorboot een verminderde gehoorgevoeligheid gedurende

14 dagen bij vissen in de nabije omgeving van de geluidsbron kan veroorzaken. Permanente beschadigingen aan de haarcellen in de gehoororganen van vissen treden

op door langdurige blootstelling aan geluidsbronnen of door kortdurende blootstelling aan zeer luide geluiden, zoals de geluiden van heiwerkzaamheden. Een tijdelijk of permanent verminderde gevoeligheid voor geluid kan overlevingskansen beïnvloeden als vissen niet in staat zijn de akoestische signalen van prooi, predatoren en soortgenoten waar te nemen. Zowel tijdelijke als permanente gehoorbeschadigingen blijken over het algemeen sneller op te treden bij hoorspecialisten dan bij hoorgeneralisten.

Bepaalde geluiden veroorzaken stressreacties bij vissen. Zo blijken karpers

De rivierdonderpad produceert een laag kloppend geluid om zijn territorium te verdedigen gedurende conflicten met soortgenoten.

Vissen kunnen via geluid worden weggeleid van waterkrachtcentrales.

(*Cyprinus carpio*), riviergrondels (*Gobio gobio*), en baarzen (*Perca fluviatilis*) het stresshormoon cortisol te produceren wanneer zij worden blootgesteld aan geluidsopnamen van scheepsmotoren. Van stress bij vissen is bekend dat dit kan resulteren in verminderde groei en weerstand tegen ziekten. Ook kan stress het reproductiesucces negatief beïnvloeden en leiden tot een verhoogde mortaliteit.

In het vrije veld blijken vissen in veel gevallen geluidsbronnen actief te vermijden. Het geluid van varende speedboten leidt bij blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en ruisvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*) tot het afbreken van het kuitschieten, terwijl het geluid van een naderende snel-varende speedboot bij beide vissoorten vluchtreacties oproept. Van deze eigenschap wordt ook reeds gebruik gemaakt bij sommige koelwateraan-zuiginstallaties en waterkrachtcentrales: vissen worden verjaagd door middel van geluid en worden op die manier beschermd tegen beschadiging door de installatie.

Geluid en Rode Lijst

Op de Nederlandse Rode Lijst voor zoetwatervissen (Staatscourant 2004), staan op dit moment 17 soorten. Twaalf van deze 17 zoetwater-vissoorten op de Rode Lijst behoren tot de hoorspecialisten. Er is voor de meeste van deze soorten niets bekend over het gebruik van geluid en het belang ervan voor voortplanting en het detecteren van prooi en predatoren. De hoorspecialisten van de Rode Lijst leven in Nederland in de rivieren en meren die onderhe-

vig zijn aan de recente toename van lawaaiige menselijke activiteit. In sommige gebieden zouden hoge geluidsniveaus onder water ertoe kunnen bijdragen dat vissen die afhankelijk zijn van geluid in verslechterde conditie raken door stress en verminderde voedselopname of een grotere kans hebben om gepakt te worden door een roofvis. Mogelijk trekken vissen ook weg uit gebieden met toegenomen geluidsniveaus.

Conclusies

Tot dusver ontbreekt voor de Nederlandse binnenwateren alle documentatie en regelgeving met betrekking tot geluidsbelasting onder water. Metingen aan geluidsniveaus voor, tijdens en na heiverkzaamheden maken deel uit van milieu effect rapportages, maar beperken zich tot de situatie boven water. Het gebrek aan onderzoek naar de geluidssamenstelling van de Nederlandse binnenwateren en het effect daarvan op zoetwatervissen vormt een groot contrast met het omvangrijke onderzoek naar de fysische en chemische waterkwaliteit, zoals de effecten van variatie in watertemperatuur, en de aanwezigheid van bepaalde nutriënten, en zware metalen op vispopulaties. Kennis over lawaai onder water en de effecten van lawaai onder water is nodig om aan te kunnen geven welke typen geluiden bij welke belasting tot problemen kunnen leiden bij bepaalde zoetwater-vissoorten. Alleen dan kan een inschatting gemaakt worden van het effect van geluidsbelasting op vissen en kunnen er eventueel richtlijnen komen om zonnodig vispopulaties te beschermen. **V**

Rapport 'Vissen en geluidsverstoring'

Dit artikel is gebaseerd op het rapport 'Vissen en geluidsverstoring', dat is op te vragen bij I. van Opzeeland Email: i.van.opzeeland@ai.rug.nl
Een elektronische versie kan worden gedownload via <http://biology.leidenuniv.nl/ibl/S8/people/ilse.shtml>. Hierin staat ook een complete lijst van de geraadpleegde literatuur vermeld.

Over de auteurs

Drs. Ilse van Opzeeland studeerde Biologie in Groningen, is nu junior onderzoeker bij de Rijksuniversiteit Groningen en doet onderzoek aan geluidsverstoring. Email: i.van.opzeeland@ai.rug.nl



Hans Slabbekoorn is universitair docent aan de Universiteit van Leiden en houdt zich o.a. bezig met acoustische communicatie van vogels en vissen, de evolutie van signalen en de rol van geluid bij soortvorming. Email: h.w.slabbekoorn@biology.leidenuniv.nl



Dr. Tjeerd Andringa is onderzoeker aan de Rijks-universiteit Groningen waar hij zich richt op de vraag waarom het natuurlijke auditieve systeem zo betrouwbaar en veelzijdig is. Email: t.c.andringa@ai.rug.nl



Prof. Carel ten Cate is hoogleraar Gedragsbiologie aan de universiteit van Leiden en houdt zich onder andere bezig met onderzoek naar communicatiesignalen bij dieren. Email: c.j.ten.cate@biology.leidenuniv.nl

