

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/40106> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Neo, Y.Y.

Title: Swimming bass under pounding bass : fish response to sound exposure

Issue Date: 2016-06-09

Dutch Summary

Nederlandse Samenvatting

De akoestische wereld van vissen

Vissen leven niet in een stille wereld. Ze leven in een akoestische wereld, boordevol met geluiden afkomstig van zowel natuurlijke processen als onderwaterdieren, van pistoolgarnalen tot zingende walvissen. Vissen kunnen geluiden met een lage frequentie horen en er ook gebruik van maken. Zo kunnen ze geluiden gebruiken om een geschikte leefomgeving en prooien te vinden, en predatoren uit de weg te gaan. Sommige soorten kunnen ook zelf geluiden maken om concurrenten weg te jagen of potentiële partners aan te trekken. De onderwaterwereld bevat dus een grote hoeveelheid akoestische informatie en dit verspreidt zich onderwater effectiever dan visuele, geur- en tactiele signalen.

Door hun afhankelijkheid van geluiden is het aannemelijk dat vissen impact ondervinden van een nieuwe prominente bron van geluid: menselijke activiteiten. Hieronder vallen commerciële scheepvaart, offshore bouw, sonaronderzoek, seismische exploratie en onderwaterexplosies, dit genereert een kakofonie van geluiden met een hoge intensiteit. Vissen relatief dicht bij deze geluidsbronnen kunnen beschadigingen in hun gehoororganen oplopen of tijdelijk doof worden. Verder van de geluidsbron is de intensiteit van het geluid lager, maar beslaat het geluid wel een veel groter gebied. Hier kan het geluid het gedrag van vissen verstoren of veranderen, waardoor ze mogelijk minder effectief foerageren of predatoren vermijden. Er zijn groeiende zorgen dat

deze veranderingen de gezondheid van vispopulaties kan schaden en de stabiliteit van ecosystemen kan verstoren.

De invloed van geluid op gedrag begrijpen

Het beoordelen van de ernst van de gevolgen van onderwatergeluid is niet eenvoudig. Ten eerste zijn huidige beoordelingen over het algemeen gebaseerd op de intensiteit en de duur van een geluidsblootstelling, terwijl dit mogelijk niet de juiste parameters zijn om de impact op het gedrag te voorspellen. Andere akoestische parameters - zoals de temporele structuur van geluid - zijn mogelijk belangrijker, maar dit moet eerst onderzocht worden. Ten tweede kan het lastig zijn om gedragsonderzoeken naar de impact van geluid te extrapoleren naar de situatie in het wild, omdat er voor verschillende onderzoeken verschillende methodes worden gebruikt. Zo worden er onderzoeken uitgevoerd in het laboratorium, het veld en in semi-natuurlijke opstellingen, elk met hun eigen voor- en nadelen. De resultaten van de verschillende opstellingen moeten met elkaar worden vergeleken, om te bepalen welke effecten van geluid gegeneraliseerd kunnen worden, en hoe de resultaten zijn beïnvloed door de onderzoeksmethode. Ten derde kan het lastig zijn om onderzoeksresultaten te vertalen naar managementimplicaties, omdat gedrag erg complex is. De complexiteit van gedrag wordt vaak duidelijk door de hoge variatie in de gevonden resultaten. Dit kan veroorzaakt worden door verschillende persoonlijkheden van de individuen en een

omgevingsafhankelijke reactie. Daarnaast is het mogelijk dat niet elke gedragsverandering direct consequenties voor de fitness heeft, desalniettemin kunnen deze gedragingen wel op fysiologische stress of een veranderde energiehuishouding wijzen.

Om deze uitdagingen aan te gaan heb ik eerst twee experimenten uitgevoerd in een bassin. Hier heb ik groepen van Europese zeebaarzen blootgesteld aan een serie van geluiden. De zwempatronen van de vissen zijn geanalyseerd met behulp van een videovolgsysteem. In het eerste experiment heb ik de impact van continue met onderbroken geluiden vergeleken, met een ofwel continue of fluctuerende geluidssterkte (hoofdstuk 2). Uit de resultaten bleek dat elk type geluid ervoor zorgde dat de vissen sneller, dieper en dichter bij elkaar gingen zwemmen. De vissen herstelden echter wel binnen een uur na de start van de geluidsblootstelling, dit hield in dat hun zwempatroon weer hetzelfde was als voor de start van het geluid. Interessant was dat de vissen twee keer zo langzaam herstelden van de onderbroken geluiden als van de continue geluiden. Hierna heb ik onderzocht of het herstel optrad door habituatie (gewenning), doordat de vissen niet meer reageerden omdat ze tijdelijk doof waren geworden, of omdat ze fysiek waren uitgeput, door het geluid en hun eigen reactie. Ik heb ook bekeken of verschillende intervallengtes tussen opeenvolgende geluidspulsen de impact van geluidsblootstellingen beïnvloedden (hoofdstuk 3). Ik heb aangetoond dat het herstel werd veroorzaakt door habituatie en dat langere pulsintervallen ervoor zorgden dat vissen na de geluidsblootstelling hoger in de waterkolom gingen zwemmen.

Hierna heb ik twee experimenten uitgevoerd in een groot drijvend net met behulp van dezelfde onderzoeksmethodiek als de voorgaande experimenten. De 3D zwempatronen van de vissen zijn deze keer inzichtelijk gemaakt met

behulp van akoestische chips. Gebruikmakend van deze opstelling in semi-natuurlijke proefopstelling heb ik eerst de effectiviteit van een 'ramp-up' procedure getest. Een dergelijke procedure wordt vaak gebruikt vóór heiwerkzaamheden en seismische exploratie (met airgun) om zeezoogdieren en vissen weg te jagen en te voorkomen dat ze gewond raken door de luide geluiden. Ik heb ook opnieuw continu met onderbroken geluid vergeleken en nu ook het effect van regelmatig met onregelmatig onderbroken geluid (hoofdstuk 4). In de drijvende set-up reageerden de vissen op een vergelijkbare manier op het geluid als in het bassin, behalve dat de vissen nu ook wegzwommen van de geluidsbron. Hoewel de vissen reageerden op de start van de 'ramp-up', zwommen ze niet weg van de geluidsbron, terwijl dit wel algemeen werd aangenomen. Er waren geen duidelijke verschillen tussen de reacties op continue en onderbroken geluid of tussen regelmatig en onregelmatig onderbroken geluid. Hierna heb ik onderzocht of er habituatie optrad bij Europese zeebaarzen tijdens herhaalde blootstellingen van hetzelfde geluid, en of geluidsblootstellingen op verschillende tijden van de dag de vissen anders beïnvloedden (hoofdstuk 5). Ik heb aangetoond dat er habituatie optrad bij de blootstelling van acht achtereenvolgende blootstellingen gedurende twee dagen en dat ze 's nachts sterker op het geluid reageerden dan overdag.

Managementimplicaties en verder onderzoek

De vier experimenten in dit proefschrift laten zien dat het beoordelen van de impact van geluidsblootstellingen op gedrag complexer zijn dan hiervoor werd aangenomen. Ten eerste wordt de impact op gedrag beïnvloed door de temporele structuur van het geluid. Daarom moet er bij de beoordeling van

potentiele impact van geluid en het toepassen van mitigatiestrategieën rekening worden gehouden met de temporele structuur van het geluid. Ten tweede wennen vissen waarschijnlijk aan geluidsblootstellingen (het geluid van menselijke activiteiten), maar of gewenning leidt tot een positief of negatief effect op fitness moet nog worden aangetoond. Ten derde kunnen sommige gedragingen die in aquaria en bassins worden waargenomen wel gegeneraliseerd worden naar het open water, terwijl andere gedragingen erg verschillen of afwezig kunnen zijn in begrensde omgevingen. Bevindingen verkregen in aquaria en bassins kunnen dus alleen geëxtrapoleerd worden naar het open water na weloverwogen evaluatie. Ten vierde worden vissen niet per se verjaagd door een 'ramp-up' procedure terwijl dit wel algemeen werd aangenomen. Als laatste kan de impact op het gedrag afhankelijk zijn van het moment op de dag. Dit kan gerelateerd zijn aan het dag/nacht ritme van de vissen. Regelgeving, bedoelt om de effecten van geluid te verminderen, zou hier rekening mee moeten houden, dit zou ook afgestemd moeten worden op de aanwezige soorten.

Hoewel dit proefschrift veel fundamentele vragen heeft beantwoord, heeft het ook belangrijke gaten in onze kennis blootgelegd. Het is bijvoorbeeld nog onbekend of wildvang vissen en vissen in het veld op dezelfde manier reageren als vissen van een kwekerij. Vissen in het wild hebben een andere interactie met hun omgeving en reageren mogelijk anders op een akoestische stressor. Daarnaast vertonen vissen mogelijk ook ander gedrag in een niet-afgesloten omgeving. Met experimenten in situ, waar vissen aan het geluid van echte menselijke activiteiten worden blootgesteld, kan aangetoond worden in hoeverre de gedragsveranderingen in dit proefschrift gegeneraliseerd kunnen worden. Verder moeten simpele gedragsveranderingen gekoppeld kunnen worden aan

(mogelijke) veranderingen in overlevingskans, voortplantingssucces en de stabiliteit van een populatie. Dit moet gedaan worden door middel van verder onderzoek of modeleren. Hoewel er nog steeds veel vragen zijn, is er met dit proefschrift een belangrijk en onbekend terrein verkend en heeft het voor veel nieuwe aanknopingspunten voor verder onderzoek gezorgd.