



**Milieumonitoring  
Windpark  
Luchterduinen**



---

# Milieumonitoring Windpark Luchterduinen

Om meer te weten te komen over de mogelijke effecten van ons windpark op het zeeleven wordt er voor windpark Eneco Luchterduinen een Monitorings- en Evaluatieprogramma (MEP) uitgevoerd. Dit programma is gestart een jaar voor de bouw in 2013.

De meeste onderzoeken zijn inmiddels afgerond en hebben veel nuttige nieuwe informatie opgeleverd:

- Het onderwatergeluid van heien is voor het eerst ook op grote afstand gemeten. Deze informatie is gebruikt door TNO om modellen die ze gebruiken om geluid te berekenen (bijvoorbeeld om het effect van geluid vooraf te kunnen inschatten) te verbeteren.
- Heien heeft minder invloed op jonge zeebaars dan eerder was aangenomen en Grijze zeehonden reageren minder sterk op heigeluid dan verwacht.
- Het nieuwe DEPONS model, gebaseerd op onderzoeksgegevens van bruinvissen in de Noordzee, is af en vrij te gebruiken. Hiermee kan je meteen de effecten van de aanleg van windparken op bruinvissen inzichtelijk maken. Tijdens de bouw komen er lokaal minder bruinvissen voor, maar op lange termijn treedt er geen populatie effect op.
- Zes onderzochte vogelsoorten blijken windturbines goed te ontwijken: het hele windpark, de turbines en ook de wieken zelf. Er vallen minder slachtoffers dan eerder werd aangenomen.
- Windparken trekken aalscholvers aan, maar zijn minder geschikt leefgebied voor zeekoeten en Jan van Genten.

Op deze milieumonitoring pagina staan de onderzoeken en resultaten per onderwerp wat uitgebreider beschreven. Hieronder staan de rapporten met de resultaten van de onderzoeken die in het kader van het MEP voor Luchterduinen zijn uitgevoerd.

## Onderwatergeluid

Het is bekend dat het heien van windmolenfundaties veel onderwatergeluid veroorzaakt. Maar hoeveel geluid precies en hoe dat geluid zich gedraagt op verschillende afstanden van de heilocatie, was niet goed bekend. Daarom hebben we tijdens de bouw van Luchterduinen onderwatergeluid laten meten. De resultaten van die metingen zijn gepresenteerd in een rapport en zijn gebruikt om de geluidsmodellen van TNO te verbeteren.

### Resultaten

De metingen zijn uitgevoerd tijdens het heien van 2 monopalen. Een 'standaard' paal die voor bijna alle windmolens in Luchterduinen is gebruikt, en een andere paal (innovatieve monopaal) die wat langer is en waarbij geen steenbestorting (erosiebescherming) is gebruikt. Er is per heipaal gemeten op 4 afstanden: op 750 m, en ongeveer 5, 23 en 45 km. Op alle locaties is gemeten op 2 m en 10 m boven de bodem. Naarmate er verder van de hei-activiteit wordt gemeten, dooft het geluid verder uit. Waarbij hoge tonen eerder uitdoven dan lage tonen. Het geluid op grotere afstand van de heilocatie is dus minder hard in volume en heeft een gemiddeld lagere frequentie. Uit de metingen bleek verder dat:

De max SEL (dit is de natuurkundige term waarmee onderwatergeluid beschreven kan worden) op 750 m afstand 175-178 deciBel re 1  $\mu\text{Pa}2\text{s}$ . Dit is in lijn met andere reeds gebouwde parken.

Het gemeten geluid op grotere afstand was lager in volume dan uit berekeningen volgens een simpele formule bleek. Dat wil dus zeggen dat er meer uitdoving van geluid was.

Zoals verwacht was de uitdoving van hogere frequenties hoger dan voor lagere.

Op 2 m boven de bodem was de uitdoving van het geluid wat groter dan op 10 m boven de bodem.

Het heien van de innovatieve paal maakte een wat lager geluid dan de gewone paal. Dit komt waarschijnlijk door de grotere lengte van de paal en de eigen frequentie.



De gemiddelde SEL van de innovatieve paal was 2-3 dB  $1 \mu\text{Pa}2\text{s}$  lager dan die van de standaard monopaal. Hier is geen goede verklaring voor gevonden.

Het gemiddelde achtergrondniveau wanneer er niet werd geheid, bedroeg 115-127 dB re  $1 \mu\text{Pa}2\text{s}$ , maar varieerde aanzienlijk. Tot 30 km was het heigeluid (SPL) altijd hoger dan het achtergrondgeluid. Op meer dan 40 km was dit afhankelijk van de hoogte van het achtergrondgeluid.

## Vissen

Toen Luchterduinen werd gebouwd, mocht er volgens de vergunning alleen van juli tot december worden geheid. Deze maatregel was bedoeld om mogelijk negatieve effecten van (hard) onderwatergeluid op vislarven en -eieren te voorkomen. Viseieren en vislarven spelen natuurlijk een belangrijke rol voor gezonde visbestanden, maar ook in de keten als voedsel voor andere dieren.

Uit bestaand onderzoek was al bekend dat er bij drie vissoorten (haring, zeebaars en tong) geen verschil te vinden was tussen vislarven die wel of niet aan heigeluid waren blootgesteld. In de Nederlandse Noordzee komen (in de heiperiode) ook jonge vissen voor, die mogelijk gevoeliger zijn voor heigeluid dan vislarven. Daarom vonden wij het belangrijk bij jonge vissen het effect van heigeluid te onderzoeken. In een onderzoek is jonge zeebaars aan heigeluid blootgesteld en is het directe effect bekeken. In een tweede onderzoek zijn vislarven blootgesteld aan heigeluid en is een half jaar later het langere termijn of indirect effect op de jonge zeebaars onderzocht.

De onderzoeken hebben aangetoond dat de dieren niet dood gingen door heigeluid. Ook de overleving op langere termijn werd niet beïnvloed. Hieronder is meer informatie over de twee projecten te vinden.



### Onderzoek naar jonge zeebaars

In dit onderzoek is jonge zeebaars blootgesteld aan heigeluid van verschillende sterkte en duur. Er werd gekeken of er verschil is tussen zeebaarzen die aan (verschillend) heigeluid zijn blootgesteld en dieren die niet blootgesteld zijn aan heigeluid. Uit het onderzoek bleek dat alleen de vissen die zijn blootgesteld aan het hoogste geluidsniveau ( $\text{SEL}_{\text{cum}} = 215 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}2\text{s}$ ) meer verwondingen hadden vergeleken met de controlegroep (niet blootgesteld aan geluid). Dat geluidsniveau wordt alleen vlakbij de heipaal zelf gehaald (bij een Belgisch windpark bijvoorbeeld) rond de 50 m afstand. Bij de andere geluidsniveaus werd dit niet gezien. Deze verwondingen leidden echter niet tot extra sterfte en binnen 13 dagen waren de jonge zeebaarzen hersteld van de verwondingen. Ondanks het feit dat er schade ontstaat bij jonge zeebaars door heigeluid is er ook goed nieuws: de schade treedt op bij een veel sterker geluid dan de grenswaarde waar altijd van uitgegaan werd (215 dB in plaats van 183 dB re  $1 \mu\text{Pa}2\text{s}$ ). Er treedt binnen korte tijd (13 dagen) herstel op van weefsel schade.

Dit onderzoek toont aan dat de effecten op jonge zeebaars minder groot zijn dan waar van werd uitgegaan. Dit beeld wordt bevestigd door Belgisch onderzoek: Jonge zeebaars is in het veld blootgesteld aan  $\text{SEL}_{\text{cum}}$  tussen

214-222 dB re 1 mPa<sub>2s</sub>. Er werd geen verschil in sterfte gevonden tussen vissen die wel en niet aan het geluid zijn blootgesteld, zowel direct na het heien als 14 dagen later.



### **Onderzoek naar langere termijn effecten van geluid op zeebaars**

In dit onderzoek zijn larven van zeebaars blootgesteld aan heigeluid. Ruim een half jaar later is gekeken of de inmiddels opgegroeide vis anders reageert op geluid dan vissen die als larven niet zijn blootgesteld aan dit heigeluid. Ook is onderzocht of er in dat half jaar verschil was tussen de groepen in sterfte. De blootgestelde groep en de controle groep zijn precies hetzelfde behandeld. De zeebaarzen zijn blootgesteld aan verschillende geluiden: nagespeeld heigeluid met achtergrondruis en alleen nagespeeld heigeluid. Van beide geluiden zijn verschillende sterktes gebruikt. De experimenten zijn uitgevoerd met groepen van vier vissen. Door de experimenten ook met één vis te doen kon worden gekeken of een vis alleen ander gedrag vertoont.

Uit het onderzoek bleek dat er geen significant verschil is in sterfte tussen de vissen die wel en niet als larve zijn blootgesteld aan heigeluid. Wel lijken er zeer kleine verschillen te zijn in gedrag tussen de dieren die wel en niet blootgesteld zijn. Vissen die als larve waren blootgesteld aan geluid leken wat minder gevoelig voor geluid wanneer er ook achtergrondruis was, terwijl ze juist zonder ruis gevoeliger waren voor geluid. Dit werd overigens alleen gezien bij de experimenten met vier vissen tegelijk, en niet bij de enkele vissen. De gevonden effecten zijn klein en niet eenduidig.



Dit is de eerste keer dat onderzocht is wat lange termijn effecten kunnen zijn van blootstelling aan heigeluid op vislarven. Het lijkt er op dat blootstelling aan geluid geen effect heeft op de overlevingskans. Er is hoogstens, mogelijk een klein effect op gedrag. Wat het gevolg daarvan is voor een individuele vis of voor een populatie is niet zeggen.

## Bruinvissen

Bruinvissen zijn kleine walvisachtigen, die veel voorkomen in de hele Noordzee. Daar zijn het beschermde dieren. Ze gebruiken echolocatie om hun voedsel, dat bestaat uit allerlei soorten vis, te vinden maar ook om met elkaar te communiceren en de weg te vinden. Geluid speelt dus een belangrijke rol in het leven van bruinvissen. Bruinvissen zijn een groot deel van de dag aan het eten, omdat ze niet veel energie in hun lichaam kunnen opslaan.

### Onderzoek

Eerder onderzoek naar de effecten van windparken op bruinvissen laten zien dat vooral de aanleg van windparken invloed heeft op bruinvissen. Het heien van windparken veroorzaakt heel hard onderwatergeluid en bruinvissen trekken hierdoor tot wel op meer dan 20 km afstand weg. Na het heien komen de bruinvissen wel weer terug: soms al snel (binnen enkele uren) en in andere gevallen na een paar dagen. Het is echter niet duidelijk wat het effect is van de verstoring door dit harde heigeluid en bouwactiviteiten op de fitheid, overleving en voortplanting van een individuele bruinvis en al zeker niet op de populatie.

De komende jaren worden in de Noordzee nog vele windparken gebouwd. Het is daarom heel belangrijk om inzicht te krijgen wat de effecten zijn. Je wilt zeker weten dat de effecten acceptabel zijn en dat de populatie niet achteruitgaat, zelfs niet als er meerdere parken tegelijkertijd worden gebouwd. Om hier inzicht in te krijgen, heeft Eneco meegedaan met een internationaal onderzoek, het DEPONS project.



### Depons project

"DEPONS - Disturbance effects on the harbour porpoise population in the North Sea"

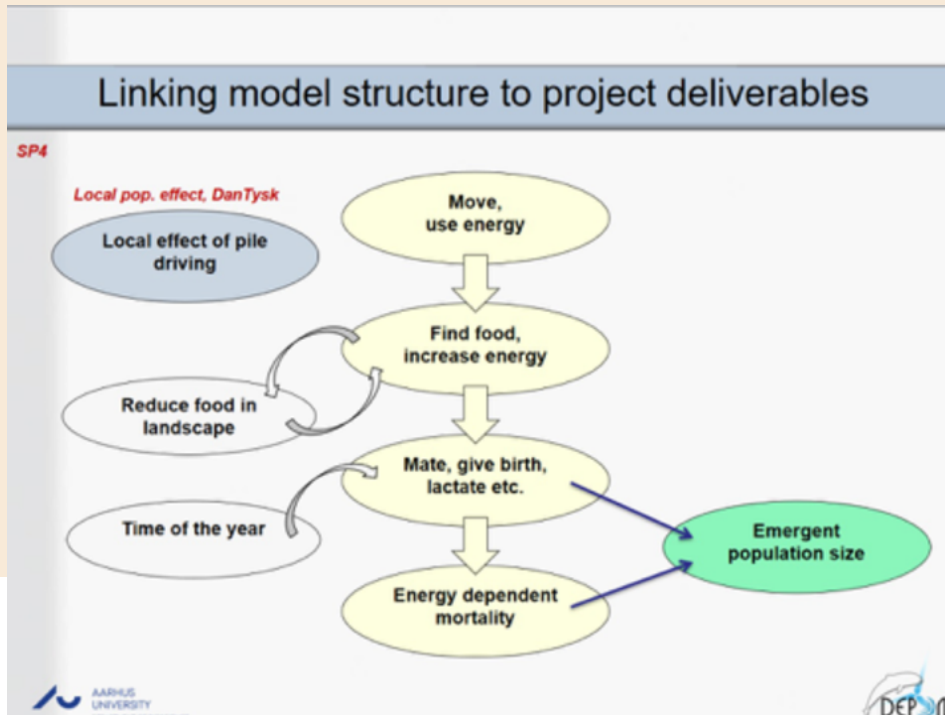
Zoals de naam al zegt is het DEPONS project gericht op onderzoek naar de verstoringseffecten op de bruinvispopulatie in de Noordzee. Het project is uitgevoerd door de Universiteit van Aarhus en gefinancierd door, naast Eneco Luchterduinen, verschillende bedrijven die offshore windparken ontwikkelen: Vattenfall (projectleider), Forewind, Ørsted en Scottish Power Renewables. Het project is gestart in 2013 en afgerond in 2019.

Het doel van het project is het ontwikkelen van een (computer)model voor de Noordzee. Hiermee kunnen de effecten van de aanleg van windparken op de bruinvispopulatie inzichtelijk worden gemaakt. En het ook gebruikt kan worden voor de planning in tijd of ruimte van de aanleg van nieuwe windparken. Daarmee kan het model gebruikt worden om (qua locatie en periode van aanleg van nieuwe windparken) keuzes te maken waarmee de effecten op bruinvissen zo klein mogelijk gehouden worden.

Het model is een 'individual-based model' (IBM), ook wel 'agent-based model' (ABM) genoemd. Heel kort samengevat is dat een model waarbij een populatie wordt gesimuleerd (zo goed mogelijk nagedaan) door uit te gaan van individuele dieren. Elk dier gedraagt zich in principe op een bepaalde manier: het eet, zwemt, plant zich voort enzovoort. Er zijn wel gedragsverschillen tussen individuele dieren en in de tijd. Effecten op populaties

komen uit het model als gevolg van de interacties tussen de individuen en hun omgeving. In de [eerste webinar over het DEPONS project](#) wordt kort wat meer uitgelegd over zulke modellen door professor Richard Sibly.

In onderstaand figuur is heel kort weergegeven hoe het [DEPONS model](#) is opgebouwd.



## Resultaat

### DEPONS 2.0 model - IBM model op basis van wetenschappelijke informatie over bruinvissen

Tussen 2013 en 2019 is het DEPONS model gebouwd, getest en gekalibreerd (vergelijking van de voorspellingen van het model met metingen/waarnemingen uit de echte wereld). Het model is op een onafhankelijke en wetenschappelijk manier ontwikkeld door de Universiteit van Aarhus. [Het model](#) is vrij te gebruiken door iedereen. De ontwikkelaars hopen dat dit model nu ook veel gebruikt zal worden. Dat kan zowel op project niveau, als op meer strategisch niveau voor keuzes in ruimte en tijd. In een [tweede webinar](#) wordt uitgelegd hoe je het model kan gebruiken.

Voor de ontwikkeling van het model is gebruik gemaakt van de meest recente wetenschappelijke inzichten, waaronder verschillende onderzoeken die binnen dit project zijn uitgevoerd. Alle gebruikte informatie is beschreven (TRACE 2.0) zodat iedereen daar inzicht in heeft. Het merendeel van de onderzoeken uitgevoerd binnen DEPONS is bovendien verschenen als wetenschappelijke publicatie. Hieronder volgt een korte beschrijving van de binnen DEPONS uitgevoerde projecten.

### Wat is het verschil met IPCoD?

DEPONS is niet het enige model dat wordt gebruikt om effecten van de aanleg van windparken op de bruinvispopulatie te voorspellen. Een ander model is het het iPCoD (Interim Population Consequences of Disturbance). Dat model is onder andere gebruikt om de effecten van alle geplande windparken in de uitrol van het energieakkoord te bepalen. Dat model werkt anders dan het DEPONS model. Het grootste verschil is dat DEPONS gebaseerd is op een realistischer model van bruinvis biologie en dat het rekening kan houden met de exacte locatie en tijd van heien.

Een uitgebreide beschrijving van hoe de modellen werken en wat de verschillen zijn, staat in [rapport](#) 'Comparison of the iPCoD and DEPONS models for modelling population consequences of noise on harbour porpoises' - Jacob Nabe-Nielsen & John Harwood. Dit rapport is gemaakt vanwege de vele vragen die ontstonden over wat de verschillen zijn tussen beide modellen.



## Zeehonden

In Nederland komen gewone en grijze zeehonden voor. Ze brengen een groot deel van hun tijd door in de Noordzee en hebben zandbanken om te rusten bij de Waddeneilanden en het Deltagebied. Mogelijk is de Hollandse kustzone belangrijk voor zeehonden om te eten, of van de Delta naar de Waddenzee te zwemmen of juist andersom.

### Onderzoek naar zeehonden

Inmiddels is het vijf jaar durende onderzoek voor windpark Luchterduinen afgerond. Het onderzoek is uitgevoerd door Imares (nu: Wageningen Marine Research-WMR) en gestart een jaar voor de bouw van het windpark. WMR heeft in de eerste drie jaar bij Texel en in het Deltagebied een zender geplakt op een aantal grijze en gewone zeehonden ieder voorjaar. Met de zenders werd informatie verzameld over de locatie van de zeehond en bijvoorbeeld duikdiepte en watertemperatuur. In de jaarlijks ruiperiode, viel de zender vanzelf weer af. Bij gewone zeehonden was dit in het begin van de zomer, terwijl bij grijze zeehonden de zenders tot de winter bleven zitten (die ruien later). Omdat de bouw na de zomer begon, waren er tijdens de heiperiode geen gewone zeehonden meer met een zender, maar nog wel grijze zeehonden. Daarom kon er een analyse gedaan worden van het effect van heien op grijze zeehonden. Ook is onderzoek gedaan naar het gebruik van de kustzone door grijze en gewone zeehonden. In de laatste twee jaar heeft een aantal gewone zeehonden in het najaar een zender gekregen, waardoor voor deze soort aanvullende informatie over het najaar en winter zijn verkregen.



### Uitkomsten

Het doel van het onderzoek was om meer informatie te krijgen over hoe zeehonden de Hollandse kustzone gebruiken en of ze van de Delta naar Waddenzee en andersom zwemmen. Daarnaast wilden we onderzoeken of de bouw en aanwezigheid van het windpark Eneco Luchterduinen invloed heeft op hun natuurlijk gedrag. Wat doen ze bij het harde heigeluid? En is er misschien extra vis te vinden als het windpark er eenmaal staat?

De belangrijkste uitkomsten van het onderzoek met de zeehonden (voorzien van zender) zijn:

Er is een grote variatie in gedrag en bewegingen bij individuele zeehonden

Grijze zeehonden lieten tot 36 km afstand van heien vaker en duidelijker een gedragsverandering zien, maar vertoonden geen heftige of eenduidige reactie.

Gewone en grijze zeehonden gebruiken de Hollandse kustzone en er vindt uitwisseling plaats tussen Delta en Waddengebied.

### Het effect van heien op grijze zeehonden

In het onderzoek zijn gegevens gebruikt van 20 grijze zeehonden die voor de aanleg van Luchterduinen zijn gezenderd (in 2014) en 16 voor de aanleg van Gemini (in 2015). Van deze 36 dieren zijn er 20 binnen een afstand van 70 km van de heiactiviteit gekomen. Dit heeft geleid tot in totaal 175 'blootstellingen': aanwezigheid

van grijze zeehonden binnen 70 km terwijl er hei-activiteiten plaats vonden . Een klein deel daarvan (36 blootstellingen) betrof een afstand van minder dan 30 km tot het heien.

Er is gekeken of de zeehonden zich door het heien anders gingen gedragen of bewegen. Uit de observaties blijkt geen heftige of eenduidige reactie van de grijze zeehonden. Er bleek wel erg veel individuele variatie te zijn in gedrag (ze doen allemaal wat anders). De meest waargenomen verandering was een vermindering in de verticale duiksnelheid, wat kan duiden op een overgang van voedsel zoeken naar wegzwemmen (dat is een meer horizontale beweging). Deze verandering werd duidelijker en gemiddeld vaker waargenomen op kleinere afstand van het heien: tot ongeveer 36 km afstand van de hei-locatie. Andere waarnemingen tijdens het heien waren: verandering van gedrag aan het wateroppervlak of gedurende het duiken, verandering in zwemrichting of zwemsnelheid of geen gedragsverandering.

Bij Gemini werd een verandering in beweging gemeten. Tot 33 km afstand was de kans groter dat grijze zeehonden van richting veranderden tijdens het heien. Dit was niet altijd van het heien vandaan. Misschien konden ze de locatie van het geluid niet goed bepalen of was voor deze dieren het heigeluid geen reden om weg te zwemmen.

In tientallen gevallen liet een zeehond een afname in duiksnelheid zien op grote afstand van het heien. Maar ook zijn er zeehonden geweest die herhaaldelijk terugkwamen in het gebied nabij (<30 km) het heien. De individuele variatie maakt het lastig om een duidelijk effect aan te tonen. Bovendien is het nog niet duidelijk of zo'n gedragsverandering wat betekent voor de gezondheid van het dier en de populatie en, zo ja, wat.

### **Het gebruik van de kustzone**

Op basis van drie jaar onderzoek lijken grijze zeehonden sommige gebieden meer of juist minder te gebruiken. Gebieden die zij veel gebruiken zijn de zone vanaf de kust tussen Katwijk aan Zee en IJmuiden tot 20 km uit de kust en een zone parallel aan de kust op 6-15 km afstand in zuidelijke richting, naar de Delta, terwijl ze juist het kustgebied tussen de Maasvlakte en Katwijk aan Zee minder gebruiken. In het algemeen was er in het laatste jaar (2015) minder activiteit in de kustzone.



### **Het gebruik van de kustzone door gewone zeehonden**

Het onderzoek naar gewone zeehonden is uitgebreid met twee jaar, waarbij de zeehonden in het najaar een zender kregen. Uit de gegevens blijkt dat in het voorjaar de meeste tochten van de gezenderde zeehonden te maken hadden met de trek naar gebieden in de Waddenzee waar de jongen worden geboren. Ze gebruikten met name de eerste 20 km uit de kust. In het najaar leken de zeehonden de kustzone intensiever te gebruiken dan in voorjaar en zomer. Vooral zeehonden met rustplaatsen in de Waddenzee gebruikten de Noordzeekustzone, waarschijnlijk om te eten. Ook kwamen in het najaar zeehonden relatief dichterbij Luchterduinen en is er zelfs een gezenderde zeehond door het windpark gezwommen. Omdat de aantallen zeehonden die in de herfst een zender hebben gekregen laag zijn, is meer onderzoek nodig om meer zekerheid te krijgen over het gebruik van de kustzone in voorjaar en zomer.



## Vogels

Vogelonderzoek vormt een belangrijk onderdeel van het ecologische monitoringsprogramma en bestaat uit twee delen. Onderzoek naar wat het effect van een windpark is op (lokale) zeevogels; is er sprake van 'displacement' oftewel habitatverlies. Dit onderzoek is afgerond. En onderzoek naar de mate waarin vogels turbines kunnen ontwijken of er tegen aan vliegen. In dit kader zijn al twee onderzoeken afgerond en wordt in 2019 een nieuw onderzoek gestart.

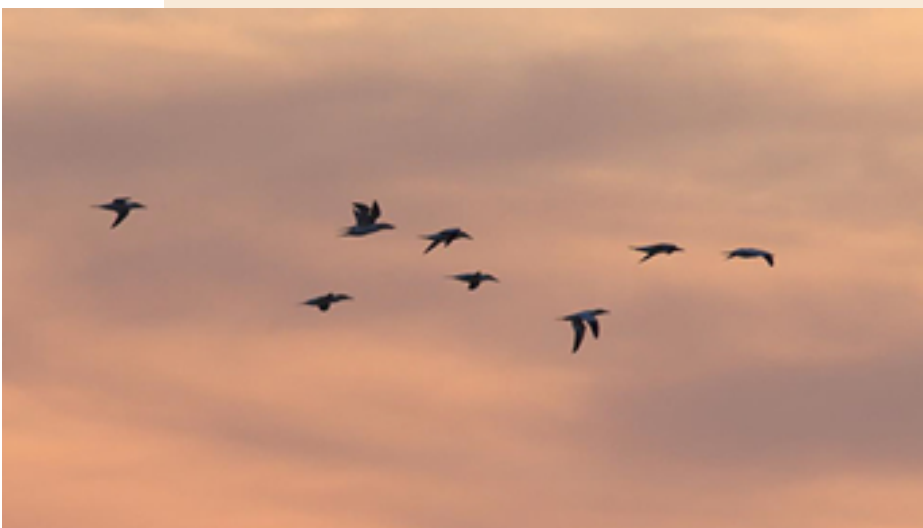
De afgeronde onderzoeken hebben interessante nieuwe informatie opgeleverd, [klik hier](#) voor de samenvatting.

Hieronder worden de onderzoeken in meer detail beschreven.

### Onderzoek naar zeevogels

Zeevogels leven het grootste deel van hun leven op zee. Ze eten en rusten op zee en broeden op land. Onderzoek bij andere offshore windparken laat zien dat sommige vogelsoorten zoals Jan van Gent, windparken lijken te vermijden. Maar er zijn ook vogelsoorten, zoals verschillende meeuwsoorten, die zich er niets van aan lijken te trekken. Daarnaast zijn er vogels, zoals Aalscholvers, die aangetrokken kunnen worden door een offshore windpark.

Om te bepalen wat het effect is op zeevogels, zijn door het Deense DHI en het Duitse Ifaö vogeltellingen uitgevoerd. Zij hebben vaste routes met een schip gevaren en de vogels geteld volgens een internationaal afgesproken methode (ESAS). Dit onderzoek is gestart voor de bouw van het windpark in 2013 en voortgezet



tot 2018. Elk onderzoek bestond uit drie tot vijf tochten tussen oktober en maart. Het onderzoek is niet alleen in Luchterduinen uitgevoerd, maar ook in het Prinses Amaliawindpark en windpark Egmond aan Zee.

Hiermee sluit het onderzoek aan op eerdere onderzoeken en konden die gegevens ook worden gebruikt. Het doel van het onderzoek was om te bepalen wat het effect van Luchterduinen is op zeevogels, maar ook of er verschil is met het effect van de andere windparken en of de drie windparken samen een opgeteld effect hebben.

Voor de analyses van de resultaten is gebruik gemaakt van een model, met informatie over onder andere zoutgehalte, stroming, scheepvaart etc. Dit is gebruikt om na te gaan of een effect door het windpark komt of dat er andere factoren zijn die zorgen voor een afname of toename van vogels.

## Resultaten

Na elk onderzoek, bestaande uit een aantal tochten, is een rapport opgesteld met de (tussen)resultaten. Inmiddels is het hele project afgerond en is het eindrapport (T3) beschikbaar. Uit het onderzoek blijken zowel



Jan van Genten als zeekoeten minder voor te komen in alle drie de windparken. Er is sprake van een duidelijk 'displacement' effect, ook wel habitatverlies genoemd; vogels gebruiken het gebied met windpark niet, of minder. De vogels blijven niet helemaal weg uit de windparken, maar komen er minder voor dan daarbuiten. Er zijn geen aanwijzingen dat er gewenning optreedt en ook niet dat er buiten 2 km van de windparken – de bufferzone – een meetbaar effect is, dat wil dus zeggen dat er geen effect van de 3 parken samen is. Aalscholvers worden duidelijk aangetrokken door de windparken, inclusief de 2 km bufferzones.

Het onderzoek laat zien dat er verschil is tussen de effecten van de windparken. PAWP lijkt het meest verstorend te werken, gevolgd door LUD en OWEZ. De afname van Jan van Genten is respectievelijk 74% voor LUD, 89% voor PAWP en 90% voor OWEZ. De berekende afname in zeekoeten 52% in LUD, 70% in PAWP en 28% in OWEZ. Bij het PAWP is zelfs tot 2 km afstand van het park een afname in zeekoeten gemeten. Mogelijk heeft dit te maken met de inrichting van de windparken: in PAWP staan de turbines het dichtst bij elkaar.

Het model laat ook zien dat verschillende milieufactoren (zoals de waterstromingen en met name de aanwezigheid van fronten) sterk de verspreiding van vogelsoorten bepalen.

Voor andere soorten waren de effecten statistisch minder duidelijk. Alken komen ook minder voor in alle drie de windparken. Omdat alken niet altijd in OWEZ voorkomen, is het effect daar niet significant, ook al komen ze er minder voor en is er een afname van 28% berekend. In PAWP en LUD is de afname resp. 72% en 52%.

Verder is er een displacement effect aangetoond van kleine mantelmeeuwen in Luchterduinen en drieteenmeeuwen in PAWP. Andere meeuwensoorten laten een minder duidelijk beeld zien. Er zijn weliswaar grotere aantallen stormmeeuwen en zilvermeeuwen waargenomen in LUD en PAWP na de bouw van LUD, maar deze soorten lijken in het algemeen toe te zijn genomen in die periode. Er lijkt wel een aantrekking te zijn van grote mantelmeeuwen, aangezien de aantallen in PAWP en LUD nog wat hoger zijn dan in het gebied er buiten.

## Onderzoek naar vliegende vogels

Normaal is de zee een open ruimte, waar vogels onbelemmerd over heen kunnen vliegen. Een windpark is een onderbreking van deze open ruimte. Het is mogelijk dat vogels als gevolg daarvan hun vliegroute aanpassen en het windpark vermijden. Als zij dit niet doen bestaat het risico dat ze tegen turbines aan vliegen. Voor de ontwikkeling van een offshore windpark worden berekeningen gemaakt van het verwachte aantal vogels dat hierdoor dood gaat. Daarvoor worden modellen gebruikt zoals het BAND model. Op basis van die berekeningen wordt gekeken of het aantal slachtoffers acceptabel is, zodat de populatie geen gevaar loopt. Op deze manier worden ook berekeningen gedaan voor meerdere parken tegelijk, zogenaamde cumulatieve effecten.

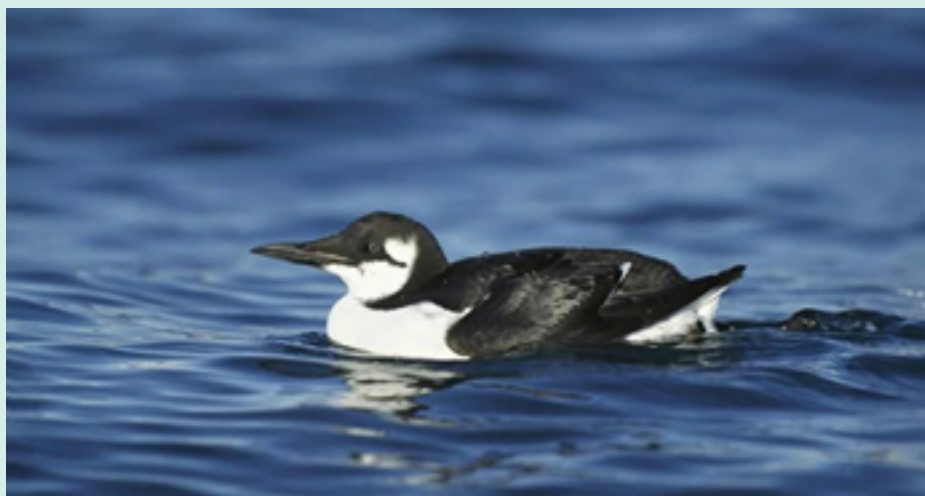


In de modellen wordt een 'avoidance rate' gebruikt, dat is een getal tussen 0 en 1 dat aangeeft hoe goed de vogel in staat is een aanvaring te voorkomen. Bij 0 botst hij er tegen aan, bij 1 helemaal niet. Voor zeevogels zoals Jan van Gent en verschillende meeuwensoorten liggen deze getallen rond de 0,989. Maar een kleine verandering in deze getallen kan al een forse verandering in berekende aantallen slachtoffers betekenen.

Op land kan onderzoek worden gedaan in hoeverre die berekeningen kloppen, door bijvoorbeeld te observeren en dode vogels op de grond te tellen. Deze informatie wordt gebruikt om de modellen zo goed mogelijk te maken. Om ook op zee tot betrouwbare voorspellingen te kunnen komen, is veldonderzoek daarom noodzakelijk.

### Het onderzoek- ORJIP BCA

Omdat er nog geen goede, betrouwbare methode bestond om op zee te meten of en hoeveel vogels er daadwerkelijk tegen de windturbines aan vliegen, is er deelgenomen aan een groot internationaal onderzoek in het Verenigd Koninkrijk: de ORJIP Bird Collision Avoidance Study (BCA). Daar is met radars, camera's en visuele observaties, bijna 2 jaar onderzoek uitgevoerd in een windpark in de Noordzee (Thanet) om gegevens te verzamelen van zowel aanvaringen als vermijding op grote en kleinere afstand.





Dit onderzoek richtte zich op: drieteenmeeuw, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, Jan van Gent, zilvermeeuw en dwergmeeuw.

Het veldonderzoek heeft plaatsgevonden van 2014-2016 en het eindrapport is in 2017 verschenen.

## Resultaten

Het onderzoek is succesvol uitgevoerd en heeft veel gegevens opgeleverd over hoe zeevogels zich gedragen in een offshore windpark. Dit onderzoek heeft soort specifieke informatie opgeleverd over vliegpaden, snelheid en hoogte. Dit is weergegeven in een [excelsheet](#) met een [notitie](#) waarin wordt uitgelegd, hoe je deze gegevens kan gebruiken.

In deze studie is onderzoek gedaan naar vermijding (avoidance) op verschillende schalen: vermijding van het park tot max 3 km afstand (macro); van de turbines (meso) en van de rotorbladen (micro). Door deze informatie met elkaar te combineren, is een totale vermijding berekend per soort. Dit is Empirische Avoidance Rate (EAR) genoemd. Dit geeft een heel goed beeld van de vermijding zoals daadwerkelijk is gemeten. Alle onderzochte soorten bleken de turbines en rotors beter te kunnen ontwijken dan waar in modelberekeningen van uit werd gegaan; dat betekent dus minder slachtoffers. Vooral de meso avoidance was hoog: vogels vlogen met name tussen turbines door en niet in de rotorzone. Van de 299 vogels die wel in de rotorzone vlogen, zijn er 6 tegen de bladen gebotst, maar de meeste pasten hun vliegpad aan (238).

De gevonden vermijdingsgetallen (EAR) zijn: Jan van Gent  $0,999(\pm 0,003)$ ; Drieteen meeuw  $0,998\pm 0,006$ ; zilvermeeuw  $0,999\pm 0,005$ ; Grote Mantelmeeuw  $0,996\pm 0,011$ ; Kleine mantelmeeuw  $0,998\pm 0,006$ .

De in het ORJIP BCA gevonden vermijding (EAR) kunnen niet 1 op 1 in de vogelmodellen worden gebruikt. Daarom heeft het JNCC een analyse gemaakt hoe de resultaten van deze veldstudie wel in modellen kan worden gebruikt. Zij adviseren een verhoging van de 'avoidance rates'

[Link naar extern rapport](#)

## Vlieggedrag van kleine mantelmeeuwen offshore windparken

In 2016 heeft de overheid berekeningen laten maken of de grootschalige ontwikkeling van offshore windparken samen niet tot onacceptabele ecologische effecten leidt. De effecten op kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw bleken tegen de maximale grenzen aan te lopen. Daarom is besloten het vervolgonderzoek bij Luchterduinen met name te richten op deze 3 soorten.

Met betere informatie over b.v. vliegsnelheid, vlieghoogte, aandeel vliegende vogels en nachtelijke activiteit in offshore windparken kunnen modellen waarmee aantallen slachtoffers worden berekend, aanzienlijk worden verbeterd. In deze studie zijn gegevens van kleine mantelmeeuwen met een zender (uit andere projecten) gedetailleerd bestudeerd om meer inzicht te krijgen in hun gedrag in windparken. Verschillende offshore windparken in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk zijn meegenomen.

## Resultaten kleine mantelmeeuwen

Uit de studie bleek duidelijk, dat het aantal kleine mantelmeeuwen binnen windparken significant kleiner is dan daarbuiten. Gemiddeld was de macro avoidance 70% (variërend tussen 39 en 81%). Kleine mantelmeeuwen vliegen vaak achter vissersboten aan. Omdat die niet in windparken mogen komen, is niet te zeggen of ze echt windparken mijden, of er minder komen omdat er geen vissersboten mogen varen.

Kleine mantelmeeuwen zijn goed in staat turbines te ontwijken. Van de 886 metingen waren er maar 9 op korte afstand (horizontale afstand rotor) waargenomen. Dit kunnen ook vogels zijn die parallel langs de rotor vlogen of die op de structuren uitrusten.

Er zijn geen verschillen in de vlieghoogte en vliegsnelheid binnen en buiten de windparken gevonden, en ook niet in de nachtelijke activiteit. Wel is er een verschil tussen dag en nacht gevonden: vliegsnelheid en vlieghoogte zijn 's nachts lager dan overdag en ook is de algemene activiteit (aandeel vliegende vogels) 's nachts kleiner.

In banen van individuele vogels die binnen en buiten een windpark kwamen zijn geen veranderingen in snelheid of hoogte gevonden. Wel waren er binnen het park meer in vlucht dan net daarbuiten. Er is geen verschil gevonden in aantallen vogels aan de randen of meer in het centrum van een windpark.

## **Radar/camera project 2019**

In het voorjaar van 2019 wordt een nieuw vogelonderzoek project op Luchterduinen gestart. Het wordt uitgevoerd door het Deense DHI. Met dit onderzoek bouwen we voort op de kennis en ervaring van het ORJIP-BCA project.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van een radarsysteem op het OHVS en 4 daglichtcamera's op verschillende turbines. Doordat deze camera's in totaal 15 turbines bestrijken, verwachten we veel data te verzamelen, waarmee we nog beter inzicht krijgen in meso avoidance, maar ook in aantal aanvaringen en micro avoidance.

## **Vleermuizen**

Vleermuizen zijn vliegende zoogdieren en worden in Nederland beschermd. De soorten die in Nederland voorkomen eten meestal insecten, die ze in de lucht in avondschemer vangen met behulp van geluiden (echolocatie). Die geluiden zijn niet hoorbaar voor mensen maar kunnen wel met apparatuur worden gemeten. Het is bekend dat ze boven de Noordzee aanwezig zijn. Dan gaat het vooral om ruige dwergvleermuizen, maar ook de tweekleurige vleermuis en rosse vleermuis komen daar voor.

### **Vleermuizen en windparken**

In de Nederlandse offshore windmolenparken zijn vleermuizen gezien en zijn ook vleermuisgeluiden gemeten. Het is echter niet bekend wat vleermuizen op zee doen (trekken, eten of beide), hoeveel het er zijn, waar eventuele trekroutes liggen en wat de mogelijke effecten van offshore windparken op hen zijn. Het is zelfs niet duidelijk hoe groot de vleermuispopulaties zijn.

Van windmolens op land is bekend dat vleermuizen dood kunnen gaan door botsing of doordat de luchtdrukverschillen bij de snel draaiende bladen te groot zijn voor hun longen. Of dit op zee gebeurt, is niet bekend. De overheid heeft berekeningen laten maken wat mogelijke effecten zouden kunnen zijn op Ruige Dwergvleermuizen als Nederland alle geplande windparken bouwt. Daarbij is uitgegaan van een worst-case



scenario met de kleinste populatieschatting, een groot aantal kleine turbines en de aanname dat elke turbine een dode vleermuis oplevert. In dat scenario kunnen populatie-effecten niet worden uitgesloten. Nieuwe parken moeten daarom maatregelen nemen om effecten te verminderen. Dat houdt in dat, uitgaand van het voorzorgprincipe, de turbines tijdens de herfsttrek 's nachts bij lage windsnelheid (dan lijken er de meeste vleermuizen boven de Noordzee te zijn) niet aangezet mogen worden.

### **Onderzoek**

Eneco vindt het belangrijk om meer inzicht te krijgen in vleermuizen op de Noordzee en de echte effecten van offshore wind. Wageningen Marine Research (voorheen Imares) en The Fieldwork Company hebben daarom twee jaar lang op het Prinses Amaliawindpark en Windpark Eneco Luchterduinen vleermuisactiviteit gemeten, in de periode van maart tot oktober. Dit is gedaan met een zogenaamde batcorder, een microfoon die de geluiden van vleermuizen opneemt.

Het onderzoek sloot aan op een monitoringsprogramma van de overheid, waarbij op zee en op land langs de kust op verschillende plaatsen vleermuisactiviteiten zijn gemeten. Al deze gegevens samen zijn geanalyseerd om meer te weten te komen over waar vleermuistrek plaatsvindt, en ook bij welke weersomstandigheden hoge vleermuisactiviteit (op zee) te verwachten is.

## **Resultaten**

In 2015 en 2016 heeft op zowel het Offshore High Voltage Station (OHVS- het 'hoogspanningsstation op zee) van PAWP als LUD een batcorder gehangen, vanaf maart tot oktober. Met een batcorder is het niet mogelijk om vleermuizen echt te tellen, omdat, met een klein bereik, alleen geluidsactiviteit gemeten kan worden. Daarbij kun je niet horen door hoeveel verschillende vleermuizen het geluid wordt gemaakt. En je neemt alleen de vleermuizen waar die dicht genoeg langs vliegen en tevens geluid maken. De resultaten geven wel meer inzicht in relatieve aanwezigheid van de vleermuizen.

De meeste vleermuisgeluiden zijn waargenomen tussen eind augustus en laat september, met name tijdens nachten met windsnelheden van 5m/s of minder. De meest waargenomen soort is de Ruige Dwergvleermuis. In PAWP was het aantal 10 min intervallen waarin geluiden van de Ruige Dwergvleermuis zijn waargenomen 50 in 2014, 6 in 2015 en 18 in 2016. In Luchterduinen waren dat er 5 in 2015 en 11 in 2016.

Uit de analyse van de gegevens van de 18 meetlocaties op zee en op de kust, blijkt dat de Ruige Dwergvleermuis aan de kust algemeen voorkomt. Dan gaat het zowel om dieren op voorjaars- en najaarstrek, als om foeragerende dieren van lokale kustpopulaties tijdens de zomer. Ook op zee is dit de meest waargenomen soort, maar op zee komt hij wel veel minder voor dan aan de kust. Op zee komt hij met name tussen eind augustus en eind september voor, en in mindere mate van begin april-eind juni.

Omdat de meeste activiteit van Ruige Dwergvleermuizen op land en op zee is gemeten in de herfst, is hier nog verder onderzoek naar gedaan.

## **Resultaten ruige dwergvleermuizen**

Er is duidelijk sprake van herfsttrek. Op de kust was in de herfstperiode in 66% van de nachten vleermuisactiviteit; op zee in 11 % van de nachten. Dit kan betekenen dat er meer trek op land is, of dat trek boven de kust in een smallere band plaatsvindt en op zee in een breed front. Ook kan het zijn dat de activiteit boven zee wat vertekend is, omdat vleermuizen waarschijnlijk door offshore structuren worden aangetrokken (vanwege de aanwezigheid van insecten).

Verschillende factoren beïnvloeden de activiteit van vleermuizen:

Het seizoen. Op de kust neemt de activiteit snel toe vanaf half augustus en blijft hoog in het najaar. Op zee zijn er pieken: een eerste laat augustus/begin september en een tweede eind september. De exacte pieken kunnen van jaar tot jaar verschillen.

Windsnelheid en temperatuur. Dit zijn factoren die zowel voor de kust als op zee belangrijk zijn. Een hogere windsnelheid verkleint de kans een vleermuis vliegend aan te treffen: boven 8 m/s komen ze nauwelijks voor. Een hogere temperatuur verhoogt de kans op vliegende vleermuizen juist.

De windrichting. Op zee komen vleermuizen het meest voor bij noordoostelijke en zuidoostelijke wind (vooral bij 96 graden), maar op de kust tussen oost en zuidwest (piek bij 170 graden). Op zee lijken ze vooral voor te komen wanneer ze wind mee hebben, terwijl aanwezigheid boven de kust meer te maken heeft met de trechtervormende werking van de kust.

De hoeveelheid maanlicht. Zowel op de kust als op zee is de kans op een vleermuis hoger wanneer er meer maanlicht is.

Regen lijkt alleen op de kust een negatief effect te hebben op vleermuizen.

Op de offshore windlocaties, ruim 20 km op zee, is de activiteit het hoogst ongeveer 4 uur na schemering. Waarschijnlijk zijn die dieren diezelfde nacht vanaf de kust vertrokken. Verder op zee (50-70 km uit de kust) begint de activiteit al rond schemering. Die dieren hebben blijkbaar ergens op zee (bijvoorbeeld bij het platform waar gemeten wordt) doorgebracht. Dit lijkt te kloppen met het feit dat we ook in onze windparken wel eens



vleermuizen vinden, hangend aan roosters

Op basis van deze uitkomsten is een vervolgstudie gedaan om te kijken of de stilstand verplichting geoptimaliseerd kan worden zodat zo min mogelijk vleermuizen slachtoffer worden, maar ook de windturbines zo min mogelijk uitgezet hoeven te worden. Dat blijkt inderdaad het geval.

[Link naar aanvullende studie stilstand voorziening](#)

