

De betekenis van lichtverontreiniging voor vogels in kustgebieden en de Noordzee

Een Helpdeskvraag over nut en noodzaak van
toepassing van groen licht rond de Waddenzee
en in de Noordzee

Cor J. Smit, Martin J. Baptist, Ilse G. De Mesel,
Tom J.W. Ysebaert

Rapport C122/09



IMARES Wageningen UR

(IMARES - institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie Regionale Zaken, Vestiging Noord
Drs. B. Baerends
Postbus 30032
9700 RM Groningen

Publicatiedatum:

BAS code: BO-02-001-007-IMARES-3
25 november 2009

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

© 2009 IMARES Wageningen UR

IMARES is geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04.

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V78.0

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	4
1. Inleiding	6
2. Inventarisatie van lichtverontreiniging	8
3. Literatuur-onderzoek naar de effecten van licht – een kort overzicht	10
4. Resultaten NAM-studies	14
5. Effecten van verlichting op de Noordzee.....	16
6. Toepassing van groen licht op locaties aan de rand van de Waddenzee	24
7. Literatuur	27
Verantwoording	30

Samenvatting

Elk jaar maken 10-12 miljoen vogels gebruik van de internationale Waddenzee, als pleisterplaats op hun jaarlijkse heen- en terugreis tussen de broedgebieden en de overwinteringsgebied. Deze vogels gebruiken de Waddenzee voor een korte stop, als opvetgebied om langduriger bij te tanken voor een langere etappe, als ruigebied en als overwinteringsgebied. De Waddenzee vormt daarmee een essentiële halte voor het voortbestaan voor deze vogels. Een deel van de in de Waddenzee pleisterende vogels bereikt dit gebied via een route over de Noordzee. Lichtverontreiniging alhier, als gevolg van verlichting door boorplatforms, zou een negatief effect kunnen hebben op de oriëntatiemogelijkheden van vogels die 's nachts over de Noordzee trekken. Ook zou verlichting in het Waddengebied zelf van invloed kunnen zijn op de leefwijze van wadvogels en op de mogelijkheden om voedsel te zoeken. Kennis over de mogelijke effecten van lichtverontreiniging is daarom van belang voor de beheer van de trekkende vogelpopulaties in dit gebied.

Op 24 april 2008 is door de Directie Regionale Zaken Noord van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit aan IMARES de volgende vraag gesteld:

De Nederlandse Aardolie Maatschappij heeft de afgelopen 15 jaar onderzoek verricht naar de versturende effecten door de lichten van offshore boorplatforms op de vogeltrek. Onderzoek op één boorplatform heeft aangetoond dat groen licht een significante reductie van de verstoring oplevert. Deze resultaten zijn recent in 2 OSPAR werkgroepen gepresenteerd en bediscussieerd. Om mogelijk aan te kunnen sluiten op het thans lopende trilaterale onderzoek naar gesignaleerde verschillen in aantalsontwikkeling van wadvogels in de Waddenzee over de afgelopen 17 jaar, is een follow-up van het NAM onderzoek nodig. Dit resulteert in de vraag: geven de resultaten van het NAM onderzoek voldoende wetenschappelijke aanleiding om effecten op de trekvogels in de Waddenzee te vermoeden, en zo ja, wat is de inschatting naar welke soorten de aandacht uit zou moeten gaan c.q. welke zijn het meest kwetsbaar?

Aan de hand van een verkenning van de lichtverontreinigingsproblematiek, een tweetal studies over de trek van vogels over de Noordzee en een eerste analyse van de mogelijke rol van verlichting op de Noordzee op de aantallen Kanoeten in de Waddenzee is getracht na te gaan welke betekenis verlichting in kustgebieden heeft op de leefomstandigheden van wadvogels en of de Staat van Instandhouding van deze vogels negatief wordt beïnvloed.

Op basis van de uitgevoerde analyses zijn 8 constatering en kennislacunes gesignaleerd:

1. Uit de weergegeven studies en de eigen analyse blijkt dat offshore platforms en de daarop aanwezige verlichting in sommige nachten grote aantallen vogels aantrekken. Uit de scenarioberekeningen blijkt dat het om miljoenen vogels kan gaan en dat bij sommige soorten sprake is van een aanzienlijke extra sterfte ten opzichte van natuurlijke waarden. Een belangrijk deel van de potentiële slachtoffers zijn lijsters, onder andere omdat dit soorten zijn die in relatief grote aantallen over de Noordzee trekken
2. Op basis van een uitleg van het begrip "small numbers" in een EU-document kan worden opgemaakt dat wanneer de sterfte meer bedraagt dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte er effecten op populatieniveau verondersteld worden. Op basis van worst case scenario's wordt in de rapportage van Bruinzeel *et al.* (2009) geconstateerd dat 11 soorten dit percentage met een factor 20 of meer overschrijden
3. Slechts een klein deel van de vogels die het slachtoffer zijn geworden van offshore platforms spoelt aan in de vorm van vleugels maar van deze vogels is onduidelijk of ze inderdaad het slachtoffer zijn geworden van massale sterfte rond een platform of dat er sprake is van een natuurlijke sterfte als gevolg van ongunstige of plotseling gewijzigde trekomstandigheden. De geanalyseerde populatieaantallen in de Waddenzee bieden weinig soelaas om de effecten van omstandigheden "onderweg" helder in kaart te brengen. Een meer gedetailleerde analyse van de gegevens, waarbij ook radarbeelden worden betrokken, kan hierover meer helderheid verschaffen
4. Vooralsnog is onduidelijk hoe groot de lichtbelasting in het Waddengebied is. Nader onderzoek hiernaar, bijvoorbeeld via een methode zoals die in Zeeland is toegepast, is wenselijk
5. Het effect van licht op het gedrag van bodemdieren is in de Waddenzee nooit onderzocht. Ook is onduidelijk welke effect eventueel aangepast gedrag van bodemdieren heeft op het foerageren van wadvogels
6. Desoriëntatie van foeragerende wadvogels tijdens lokale vliegbewegingen (van hoogwatervluchtplaatsen naar de foerageergebieden en omgekeerd) ligt niet erg voor de hand maar deze effecten zijn tot dusver niet onderzocht

7. Hoewel er veel wordt gemonitord in de Waddenzee is de kennis over de wijze waarop vogels zich tijdens afgaand, laag en opkomend water over het wad verspreiden en over de wijze waarop ze de foerageergebieden exploiteren vrij beperkt. Nader onderzoek hiernaar is wenselijk.

Op basis van deze conclusies kan de oorspronkelijke vraag als volgt beantwoord worden:

Op basis van theoretische analyses, zoals uitgevoerd door Bruinzeel *et al.* (2009) en Cork Ecology (2009) kan aannemelijk worden gemaakt dat jaarlijks grote aantallen over Noordzee trekkende vogels door verlichting op offshore platforms wordt aangetrokken. Onder ongunstige omstandigheden kunnen vogels dermate gedesoriëteerd raken dat duizenden vogels hiervan het slachtoffer worden. Hiertoe behoren ook vogelsoorten die in de Waddenzee beschermd zijn op basis van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Voor deze soorten geldt dat wanneer ingrepen buiten de Waddenzee en de Noordzeekustzone een negatief effect hebben op hun staat van instandhouding de effecten van deze ingrepen ook nader onderzocht zouden moeten worden. Een korte analyse, met beperkte hoeveelheden gegevens en slechts gebaseerd op één enkele soort, zoals die is uitgevoerd binnen deze rapportage kan hierover echter weinig uitsluitsel geven. Veel van de parameters die nodig zijn om de effecten van offshore-platforms op de Noordzee goed te kunnen inschatten zijn onvoldoende goed bekend om de effecten van de platforms goed te kunnen kwantificeren. Uit de studie van Bruinzeel *et al.* (2009) blijkt dat Vink, Roerdomp, Pijlstaart, Steenloper, Waterral, Veldleeuwerik, Keep, Wintertaling, Smient, Blauwe reiger en Merel tot de meest gevoelige soorten behoren.

1. Inleiding

Elk jaar maken 10-12 miljoen vogels gebruik van de internationale Waddenzee, als pleisterplaats op hun jaarlijkse heen- en terugreis tussen de broedgebieden en de overwinteringsgebied. Deze vogels gebruiken de Waddenzee voor een korte stop, als opvetgebied om langduriger bij te tanken voor een langere etappe, als ruigebied en als overwinteringsgebied. Voor in totaal 34 soorten vormen de voedselrijke wadplaten en kwelders een onmisbare halteplaats op de trekroute. De Waddenzee kan daarmee worden beschouwd als een essentiële halte voor het voortbestaan voor deze vogels. Een deel van de in de Waddenzee pleisterende vogels bereikt dit gebied via een route over de Noordzee. Lichtverontreiniging alhier, als gevolg van verlichting van boorplatforms, zou een mogelijk negatief effect kunnen hebben op de oriëntatiemogelijkheden van vogels die 's nachts over de Noordzee trekken. Kennis over de mogelijke effecten van lichtverontreiniging is daarmee van groot belang voor de beheer van de trekkende vogelpopulaties in dit gebied.

Lichtverontreiniging is een verschijnsel dat in de afgelopen tientallen jaren wereldwijd een steeds belangrijker rol is gaan spelen, vooral in geïndustrialiseerde gebieden, maar waarvan de ecologische consequenties nog niet goed bekend zijn. De bestaande kennis over de effecten van licht is nog steeds vrij beschrijvend van aard. Tijdens de Conferentie "Ecological consequences of artificial night lighting" in Los Angeles in 2006 werd geconstateerd dat de Alterra-onderzoeken naar de invloed van wegverlichting op een weidevogelpopulatie en naar de invloed op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren (de Molenaar *et al.* 2003) de enige op dat moment bekende gecontroleerde veldexperimenten waren. Sindsdien is er weinig wezenlijk nieuwe informatie bijgekomen. De meeste informatie is afkomstig van laboratorium experimenten waarbij proefdieren worden onderworpen aan artificiële belichtingsregimes. Deze waarnemingen zijn echter moeilijk te extrapoleren naar veldsituaties en daarom weinig relevant voor het beoordelen van de effecten van buitenverlichting. Veldgegevens zijn schaars en vaak anekdotisch van aard. Dat er niet meer dosis-effect studies zijn uitgevoerd heeft vooral een praktische achtergrond: het is moeilijk onderzoek te doen naar de reacties van dagdieren die 's nachts geconfronteerd worden met verlichting. Werken met lichtversterker-kijkers is onvermijdelijk en tellingen in grotere gebieden zijn 's nachts, ook bij het gebruik van dergelijke apparatuur, in veel gevallen onmogelijk.

De kennisvraag

Op 24 april 2008 is door de Directie Regionale Zaken Noord van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit aan IMARES de volgende vraag gesteld:

De Nederlandse Aardolie Maatschappij heeft de afgelopen 15 jaar onderzoek verricht naar de versturende effecten door de lichten van offshore boorplatforms op de vogeltrek. Onderzoek op één boorplatform heeft aangetoond dat groen licht een significante reductie van de verstoring oplevert. Deze resultaten zijn recent in 2 OSPAR werkgroepen gepresenteerd en bediscussieerd. Om mogelijk aan te kunnen sluiten op het thans lopende trilaterale onderzoek naar gesignaleerde verschillen in aantalsontwikkeling van wadvogels in de Waddenzee over de afgelopen 17 jaar, is een follow-up van het NAM onderzoek nodig. Dit resulteert in de vraag: geven de resultaten van het NAM onderzoek voldoende wetenschappelijke aanleiding om effecten op de trekvogels in de Waddenzee te vermoeden, en zo ja, wat is de inschatting naar welke soorten de aandacht uit zou moeten gaan c.q. welke zijn het meest kwetsbaar?

In deze rapportage wordt getracht een antwoord op deze vraag te geven door middel van een algemene verkenning van de lichtverontreinigingsproblematiek en welke omvang deze in kustgebieden in Nederland heeft. Daarna zullen de effecten van kunstmatige verlichting op vogels in kust- en zeegebieden aan de orde komen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een recente literatuurstudie die door IMARES is uitgevoerd in opdracht van de provincie Zeeland, van onderzoek dat in de afgelopen jaren door de NAM is uitgevoerd en van enkele recente studies over vogeltrek over de Noordzee. Hiertoe wordt ingegaan op de volgende rapportages:

- Bruinzeel, L.W., van Belle, J., Davids, L., & van de Laar, F. (2009) The impact of conventional illumination of offshore platforms in the north Sea on migratory bird populations. *A&W report 1227, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Veenwouden*, 38 p.
- Cork Ecology (2009) Study to evaluate the significance of impact of UK offshore installations on migratory birds. *Report Cork Ecology, Clonakilty*, 25 p.

- Poot, H., Ens, B.J., de Vries, H., Donners, M.A.H., Wernand, M.R. & Marquenie, J.M. 2009 Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology & Society* 13.
- van de Laar, F.J.T. (2007) Groen licht voor vogels. Onderzoek naar het effect van een vogelvriendelijke lichtkleur. *Rapportage over NAM locatie L15-FA-1*, 23 p.

In een afsluitend hoofdstuk zal worden ingegaan op de gestelde kennisvraag, waarbij aanbevelingen worden gedaan over mogelijk in de toekomst in het waddengebied en op de Noordzee uit te voeren onderzoek.

2. Inventarisatie van lichtverontreiniging

Via satellietfoto's kunnen min of meer gedetailleerde foto's worden gemaakt van de hoeveelheid licht die vanuit de aarde wordt uitgestraald. Deze informatie is samengevat in de atlas van Cinzano *et al.* (2001) en uitgevoerd door de Italiaanse astronomen P. Cinzano en F. Falchi, samen met de Amerikanen D. Elvidge en K. Baugh. De wereldatlas is gebaseerd op Amerikaanse satellietopnames en wordt international veel gebruikt. Figuur 1 geeft een detailuitsnede van deze atlas voor de Noordzee en het Waddengebied. Uit de figuur blijkt dat de Waddenzee zelf nog relatief weinig lichtverontreiniging kent maar dat langs de vastelandskust, zowel in Nederland als in de andere landen rondom de Noordzee, relatief hoge hoeveelheden licht worden gemeten. Ook enkele grote complexen van boorplatforms op de Noordzee stralen veel licht uit. De schaal van deze foto's is echter te grof om daadwerkelijk in een gebied de ontwikkeling, zowel in tijd als in ruimte, van de hemelhelderheid, als maat voor de donkerte, te kunnen monitoren.

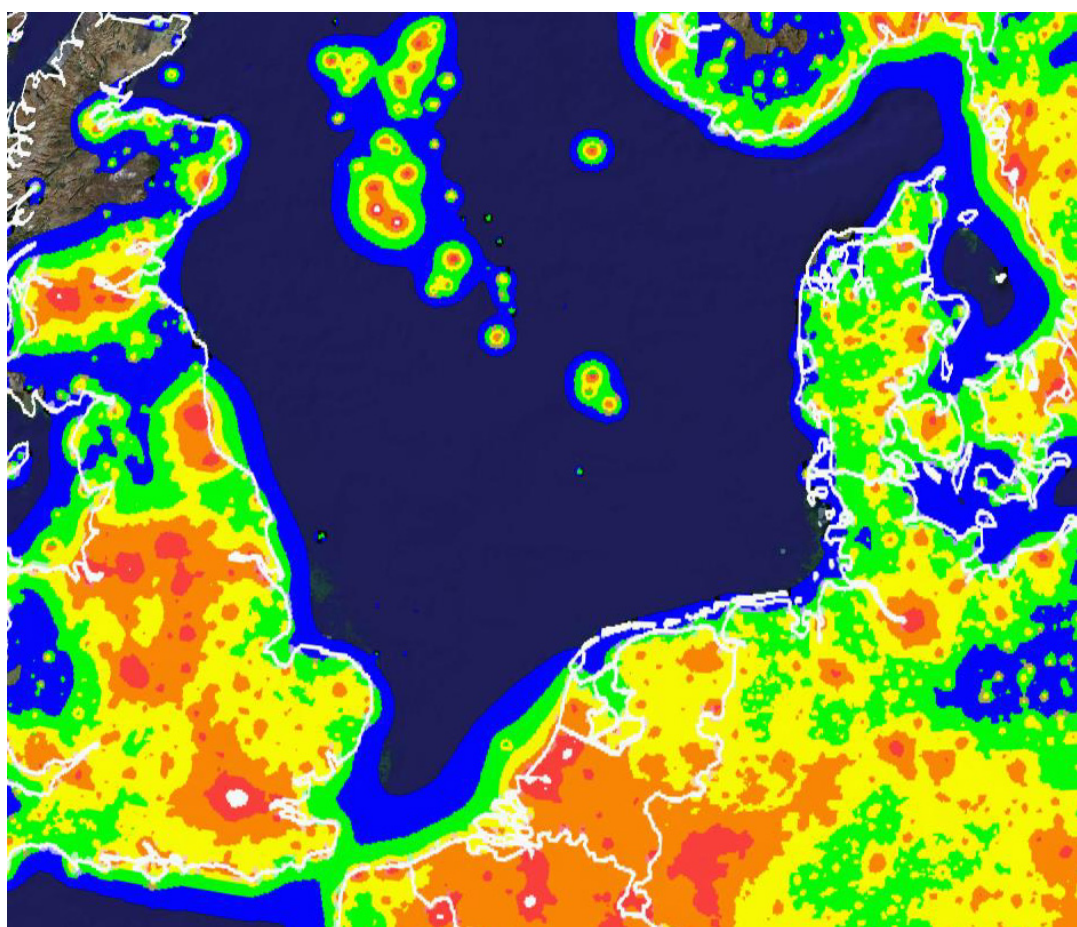
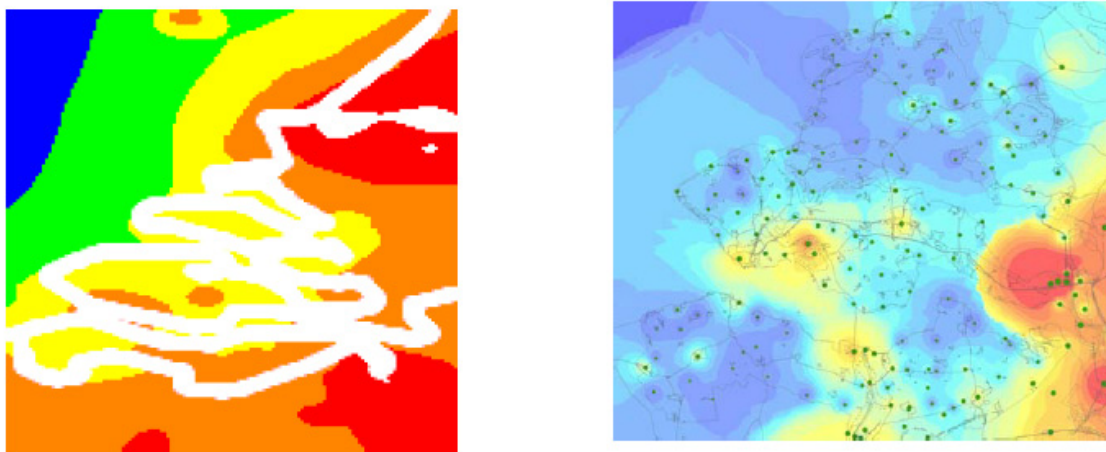


Fig. 1. Kaart met lichtverontreiniging op de Noordzee, gebaseerd op informatie van P. Cinzano, F. Falchi (University of Padova) en C. D. Elvidge (NOAA National Geophysical Data Center, Boulder) en geplot op een GoogleEarth kaartbeeld. Gebieden met het meeste licht zijn (in toenemende mate van helderheid) weergegeven in blauw, groen, geel, oranje, rood en wit). Zie ook Cinzano et al. 2001.

Naar aanleiding van een motie van Provinciale Staten heeft de Provincie Zeeland aan Bureau Sotto Le Stelle de opdracht verleend om een meer gedetailleerde kaart van de provincie te vervaardigen. Deze opdracht is tussen januari 2006 en juni 2006 uitgevoerd. In het onderzoek zijn twee onderdelen onderzocht: de locatie van de lichtbronnen en de hemelhelderheid. De hemelhelderheid wordt bepaald door de verlichting in de wijde omgeving en bepaalt de mate van duisternis in een punt, als er geen directe verlichting in de buurt is. De verlichting is geconcentreerd rond de bebouwing en wegen. Om de verlichting van de wegen in kaart te brengen zijn alle beschikbare data betreffende de openbare verlichting geïnventariseerd, zowel van de gemeenten, de provincie

als de rijksoverheid. Wat betreft de bebouwing zijn alle adressen als verlichtingsbron meegenomen. Verder is van 290 bijzondere locaties zoals recreatieterreinen en sportvelden de verlichting geïnventariseerd. Naast de hinder in de directe omgeving van een lichtbron speelt het probleem dat rond sterke lichtbronnen zoals verlichte kassen en steden de hemel niet meer donker is. De hemel wordt opgelicht door het omhoog stralende licht van de stad. Om de mate van dit oplichten in kaart te brengen is op 178 locaties de hemelhelderheid in de provincie en ook zelfs gedeeltelijk buiten de provincie gemeten, als maat voor de 'duisternis'. Deze gegevens zijn verwerkt in een duisterniskaart (Sotto Le Stelle 2006).

Een vergelijking van de door Sotto Le Stelle vervaardigde kaart en de globale kaart uit de atlas van Cinzano *et al.* (2001) geeft een beeld dat is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: De hemelhelderheidskaarten van Cinzano et al. (2001) en de kaart van Sotto Le Stelle (2006). In de hemelhelderheidskaart is aangegeven hoe helder de hemel is recht boven je hoofd. Deze hemelhelderheid is een maat voor de hoeveelheid licht die van de hemel komt. Hoe helderder de hemel is, dus hoe hoger het getal, uitgedrukt in mcd/m^2 hoe meer licht er van de hemel komt. In een gebied waar in de directe omgeving geen lampen staan bepaalt de hemelhelderheid de mate van duisternis. Ook bepaalt de hemelhelderheid hoeveel sterren men nog kan zien. Zo zal in het blauwe gebied de Melkweg met meer dan 500 sterren goed te zien zijn. In het gele gebied is dit verminderd tot een honderdtal en zal de Melkweg niet meer te zien zijn (tekst en figuur: Sotto le Stelle 2006). Uit de twee figuren (legenda overeenkomstig aan Fig. 1) blijkt dat de gemeten waarden goed overeenkomen maar dat de Zeeuwse kaart een veel grotere mate aan detaillering vertoont.

De hemelhelderheid bepaalt de mate van duisternis in Zeeland. Van de nachtelijke hemel komt van nature een kleine hoeveelheid licht op aarde. Dit wordt veroorzaakt door sterren, stof in ons zonnestelsel en een aantal andere bronnen. De nachtelijke hemel is daarom niet echt zwart. Deze natuurlijke hemelhelderheid wordt in West Europa echter overschaduwde door kunstmatige verlichting vanaf de grond. Het licht dat direct of indirect naar boven straalt, wordt verstrooid tegen stofdeeltjes. Dit licht kan in een straal van ruwweg 50 kilometer weer naar beneden worden gekaatst en daarmee de hemel helderder maken. De hemelhelderheid bepaalt bijvoorbeeld ook het aantal sterren dat te zien is. Uit satellietgegevens komt naar voren dat Nederland tussen de 1 en 27 keer meer hemelhelderheid heeft, veroorzaakt door kunstmatige verlichting dan door natuurlijke hemelhelderheid (Sotto le Stelle 2006).

3. Literatuur-onderzoek naar de effecten van licht – een kort overzicht

De Molenaar *et al.* (1997), De Molenaar (2003) en Longcore & Rich (2004) geven de volgende samenvatting van de effecten van lichtverontreiniging:

- versterking van de barrièrewerking van wegen en wegverkeer en industrieterreinen
- ontregeling van de foerageermogelijkheden door desoriëntatie en doordat dieren langduriger zichtbaar zijn voor predatoren. Zo bleken muizen bij verlichting van delen van stranden minder efficiënt te kunnen foerageren (Bird *et al.* 2004). Kokmeeuwen in havengebieden blijken daarentegen, ook 's nachts, in het licht van de aanwezige lampen door te gaan met foerageren (Smit ongepubl. waarn.) en juist te profiteren van de nieuwe mogelijkheden.
- verstoring van het dag-nachtritme: zoöplankton vertoont een dag-nacht ritme en trekt onder donkere omstandigheden naar het oppervlak omdat onder dergelijke omstandigheden ook fytoplankton in grotere dichtdeden naar het oppervlak komt. In nachten met volle maan wordt het zoöplankton echter sterk gepredeerd door vissen (Gliwicz 1986). Licht zwakker dan 0,1 lux zou voldoende zijn om dergelijke verticale trekpatronen te verstoren. Dit verschijnsel treedt uiteraard alleen op in grote wateren grenzend aan sterk verlichte locaties en zal vaker kan optreden wanneer het wateroppervlak continue wordt belicht. Het kan leiden tot verschuivingen binnen planktonpopulaties.
- verstoring van het seizoensritme: bijvoorbeeld tijdens de ontwikkeling van trekruist bij vogels
- hinder/afstoting: bekend is het voorbeeld van kikkers die zich niet voortplantten wanneer in de omgeving van de paaiplaats voetbalwedstrijden met verlichting werden gespeeld. Mannelijke glimwormen kunnen voor vrouwtjes minder goed zichtbaar worden in verlichte omstandigheden.
- Aantrekking: trekvogels die zich in grote aantallen kunnen verzamelen rond vuurtorens, kassen, schepen op zee en rond booreilanden; insecten die zich verzamelen rond lichten van straatlantaarns. Vleermuizen kunnen hiervan gebruik maken door vooral in de omgeving van straatlantaarns te foerageren. Een andere vorm van aantrekking is de keuze van kraaiachtigen voor relatief lichte plaatsen als slaappleats, waarschijnlijk omdat ze hier minder snel verrast kunnen worden door uilen.
- verblinding: bijvoorbeeld van kikkers die aangepast zijn aan nachtelijk foerageren
- misleiding: bij door verlichting weerspiegelende kassen in het Westland zijn regelmatig grote aantallen dode en versuifte Geelgerande watertorren gevonden. Deze hadden zich tegen het spiegelende glas te pletter gevlogen, waarbij blijkt dat watertorren dit oppervlak kennelijk voor wateroppervlak aanzien
- ontregeling van de oriëntatie: bijvoorbeeld van net uitgekomen jonge zeeschildpadden die zich van een donkere achtergrond, bijvoorbeeld van een duin of palmbos, naar zee begeven. Hierbij spelen ook omgevingsfactoren (hoeveelheid achtergrondlicht, bewolking, wel of geen maan) een rol.

De effecten van licht op fauna worden bepaald door sterkte en kleur van de gebruikte lichtbronnen. De Molenaar (2003) geeft aan dat de kans op effecten afhangt van:

- de sterkte van de lichtbron
- de kleur van het licht (met name de aanwezigheid van blauw of UV licht speelt een rol). Rood licht verstoort het magnetisch kompas en daarmee de oriëntatie van trekvogels (Wiltschko *et al.* 1993)
- het aantal lichtpunten in een bepaald gebied
- de hoogte van de lichtbron (of licht rondom uitstraalt), c.q. de mogelijkheden om licht af te schermen
- de duur van de verlichting
- het contrast tussen het verlichte gedeelte en de omgeving
- de openheid van het landschap
- de aantrekkingskracht van een gebied: voedselrijke gebieden zullen bijvoorbeeld meer dieren aantrekken dan voedselarme gebieden en in deze gebieden zullen ze ook langer geneigd zijn om minder gewenste prikkels te accepteren
- de mogelijkheden om zich te onttrekken aan licht door uit te wijken naar geschikte, niet of onvolledig bezette biotopen elders
- het dier mobieler is (groter leefgebied/actieradius) en/of periodiek meer trekt of zwerft (tref- of concentratiekans groter)
- de donkerte van de nacht (bewolkte hemel, nieuwe maan) en de aanwezigheid van achtergrondverlichting

Licht kan een negatief effect hebben op voortplantingsmogelijkheden en/of conditie van dieren en ook leiden tot min of meer permanente verschuivingen binnen het ecosysteem. Licht kan ook een positief effect hebben doordat de foerageermogelijkheden worden vergroot of verlengd. Dat kan leiden tot een betere conditie van dieren en tot betere voortplantingsmogelijkheden. In dat geval zal er veelal sprake zijn van een ander evenwicht want de toename van soort A zal vaak ten koste gaan van soort B.

Invloed van licht op het foerageergedrag

In de afgelopen jaren zijn in de Eerste Bathpolder in de omgeving van Rilland (Zeeland), grenzend aan de Oosterschelde, enkele grote kassencomplexen gebouwd. Vooral in de wintermaanden wordt assimilatiebelichting toegepast waardoor de planten, ondanks de korte daglengte en de geringere instraling van natuurlijk licht toch optimaal kunnen groeien. Ondanks de toepassing van lichtreflecterend doek, waardoor een reductie van de uitstraling van licht kan worden gerealiseerd met 85%, komt een vrij grote hoeveelheid licht in de omgeving terecht die, vooral op bewolkte nachten, weer naar de aarde wordt gereflecteerd. In opdracht van de provincie Zeeland doet IMARES momenteel onderzoek naar de effecten van dit licht. In 2008 is een literatuuronderzoek uitgevoerd, vooral gericht op nachtelijk foerageren van steltlopers en de effecten van licht in getijdewateren. De belangrijkste conclusies hieruit zijn:

Veel steltlopers, zowel visuele als op de tast foeragerende soorten, foerageren zowel overdag als 's nachts (Burton & Armitage 2005; Dodd & Collwel 1996; Rohweder & Baverstock 1996, Rojas de Azuaje *et al.* 1993). Plevieren kunnen 's nachts visueel foerageren door hun grote ogen (Pienkowski 1983, Rojas de Azuajes *et al.* 1993), gecombineerd met een oogstructuur die is aangepast om onder lage lichtintensiteit te kunnen waarnemen (Rojas *et al.* 1999). Nachtelijk foerageren wordt vaak waargenomen bij overwinterende vogels in gematigde streken. Kennelijk zijn deze vogels niet in staat om met alleen overdag foerageren aan de energiebehoefte te voldoen. Dit wordt veroorzaakt door een hoge energie-uitgifte onder invloed van koude en harde wind, de korte dagen, een verminderde energie-inhoud van prooidieren en een grotere diepte waarop deze prooidieren zijn ingegraven, waardoor ze moeilijker bereikbaar zijn. Er zijn echter ook aanwijzingen dat steltlopers tijdens de nacht foerageren in de tropen, waar de temperaturen hoger zijn en de energiebehoefte lager (Robert & McNeil 1989). Dit leidde tot een aantal alternatieve hypothesen: het nachtelijk foerageergedrag wordt mede bepaald door een verhoogde activiteit en beschikbaarheid van prooi, een lagere predatiedruk en minder menselijke verstoring (Staine & Burger 1994; Rohweder & Baverstock 1996).

Uit verschillende studies komt naar voor dat het nachtelijk foerageergedrag beïnvloed kan worden door maanlicht (Dodd & Colwell 1998; Robert *et al.* 1989). Dodd & Colwell (1998) telden in Humboldt Bay (California, USA) meer Bonte strandlopers *Calidris alpina*, Grijs snippen *Limnodromus sp.*, Marmergrutto *Limosa fedoa*, Willets *Catoptrophorus semipalmatus* en Amerikaanse bontbekplevieren *Charadrius semipalmatus* bij helder maanlicht. Verwacht wordt dat vooral soorten die 's nachts visueel jagen, zoals plevieren (Pienkowski 1983), gevoelig zouden zijn voor verschillende intensiteiten van het maanlicht. Robert *et al.* (1989) stelden inderdaad een verhoogde foerageeractiviteit vast bij plevieren bij volle maan in vergelijking met donkere nachten (Chacopata lagoon, Venezuela). Toch komt dit niet steeds zo eenduidig naar voren. Hötter (1999) voerde een studie uit naar het foerageergedrag van de Kluut *Recurvirostra avosetta*, een tactiele foerageerder. Het activiteitspatroon van de Kluut bleek overdag sterk te lijken op dat van de nacht, behalve tijdens erg donkere nachten waarin veel minder gefoerageerd werd. Volgens hem was dit niet te wijten aan moeilijkheden bij het opsporen van voedsel, maar was voor de verplaatsing van hun rustplaats naar hun voedingsplaats een minimaal zicht nodig. Ook hier werd opgemerkt dat heel veel locaties onder invloed staan van artificiële verlichting. Hötter (1999) stelt dat dit een positieve impact kan hebben op foerageermogelijkheden van Kluten en van steltlopers in het algemeen. Hij stelt dat de toenemende verlichting één van de oorzaken kan zijn van de toename van het aantal steltlopers over de voorgaande jaren in het studiegebied.

Prooien

Ook de beschikbaarheid van prooien kan het nachtelijk foerageergedrag van steltlopers in de hand werken. Hötker (1999) stelde vast dat Kluten zich alleen voeden met kleine vissen als deze in voldoende hoge dichtheden voorkomen. Het voorkomen van steltlopers is al vaker gecorreleerd met de verspreiding en dichtheid van hun geprefereerde voedselbron (Bryant, 1979; Rohweder & Baverstock 1996). Dit kan aan de basis liggen van een verschillend habitatgebruik door de steltlopers tijdens de nacht in vergelijking met overdag. Zo eet de Kanoet overdag naast schelpdieren ook kleine krabben en garnalen, terwijl ze 's nachts als tactiele jager alleen in gebieden met hoge dichtheden tweekleppige schelpdieren foerageren (van Gils *et al.* 2000). Voor deze wijze van foerageren is geen visuele informatie nodig en de hoge dichtheden garanderen een voldoende opnamesnelheid met behulp van de tactiele methode. Dugan (1981) stelde vast dat gedurende de nacht de dichtheden en de grootte van de Slijkgarnaal *Corophium volutator* bij het sedimentoppervlak groter was dan overdag. Dit kan verklaren waarom de Bonte strandloper 's nachts, als tactiele foerageerder, geconcentreerd voorkwam in gebieden met hoge dichtheden aan *Corophium* (Mouritsen 1994). Enerzijds zal door de hoge dichtheid de kans op het vinden van een prooi hoog zijn geweest, maar ook de grotere beschikbaarheid van grotere Slijkgarnalen kan een rol gespeeld hebben. Uit een studie van Hötker (1995) blijkt dat Bergeenden ook 's nachts foerageren; hun activiteit lijkt over het algemeen niet beïnvloed te worden door een dag-nacht ritme. Alleen tijdens erg donkere nachten, bij afwezigheid van maanlicht, was de foerageeractiviteit gereduceerd. Dit werd afgeleid uit de observatie dat tijdens de daaropvolgende dag meer werd gefoerageerd dan gewoonlijk.

Vooralsnog voor visuele jagers is het niet enkel van belang dat hun prooien aanwezig zijn, maar ze moeten ook detecteerbaar zijn. Prooien verraden hun aanwezigheid in het sediment wanneer ze actief zijn. Nachtelijk foerageren zal dus vooral voordelig zijn als de prooien in hogere dichtheden voorkomen en wanneer ze 's nachts actiever zijn dan overdag. Newell (1970) rapporteert cyclische activiteitenregimes voor een groot aantal soorten bodemdieren. Deze cycli worden voornamelijk verklaard door omgevings- en fysiologische omstandigheden, zoals het getij, temperatuur, saliniteit en de noodzaak om zich te voeden. De activiteit van bodemdieren die als voedselbron voor vogels kunnen dienen neemt af met een dalende temperatuur (Pienkowski 1981). Evans (1987) vergeleek de impact van temperatuur overdag en 's nachts voor een aantal prooi-soorten (Wadslakje *Hydrobia ulvae*, Nonnetje *Macoma balthica*, Zeeduizendpoot *Nereis diversicolor*, Slijkgarnaal *Corophium volutator*, Alikruiken *Littorina obtusata* en *Gammarus oceanicus*) en hij stelde vast dat de activiteit van deze bodemdieren bij een temperatuur tot 12°C hoger is tijdens de nacht. Dit houdt in dat 's nachts bij een bepaalde temperatuur in principe meer voedsel beschikbaar is voor visuele jagers dan overdag, op voorwaarde dat de lichtintensiteit voldoende hoog is om activiteit aan het bodemoppervlak waar te nemen. In hoeverre de lichtintensiteit op zich een rol speelde in de activiteit van de prooien komt uit de onderzoeken niet naar voren. Het is dan ook niet duidelijk of artificiële verlichting het gedrag van de prooien kan beïnvloeden.

Predatoren

Voor steltlopers kan nachtelijk foerageren een aangewezen techniek zijn om predatie te vermijden. In een studie in Frankrijk werd waargenomen dat Kluten in een bepaald gebied enkel 's nachts foerageerden. Dit werd volledig toegeschreven aan het ontwijken van predatoren die alleen overdag in dat gebied actief waren want dezelfde (geringde) vogels werden in een nabijgelegen gebieden wel overdag foeragerend gezien (Hötker 1999). De activiteit van de Kluut nam iets af tijdens de avondschemering, vermoedelijk omdat dan zowel dag- als nachtpredatoren actief waren (Hötker, 1999). Burton & Armitage (2005) zagen dat de Tureluur zich 's nachts verplaatste van beschutte slikken naar open platen waar de predatie door uilen lager was. Hoewel de meer beschutte plaatsen ook overdag een risico voor predatie inhouden, is de bedreiging waarschijnlijk een stuk minder groot omdat ze de predatoren beter kunnen waarnemen en omdat ze in een grote groep foerageren waardoor het individueel risico minder groot is. De waakzaamheid bij de meeste nachtelijke foerageerders blijkt lager te liggen tijdens de nacht dan overdag (Beauchamp 2007). Dit kan enerzijds te wijten zijn aan een verlaagde predatiedruk waardoor minder waakzaamheid vereist is, of anderzijds de beperkte mogelijkheid van steltlopers om predatoren waar te nemen door de lage lichtintensiteit, waardoor waakzaamheid geen voordelen biedt. De lagere lichtintensiteit gedurende de nacht kan ook de agressie tussen soortgenoten verminderen. Bovendien blijken 's nachts foerageergebieden te worden gebruikt die overdag niet worden bezocht.

Seizoensritme

Dag/nacht ritmes variëren naar gelang het seizoen. Afhankelijk van de verhouding tussen licht en donker passen dieren hun activiteiten en gedragingen aan, maar ook temperatuur speelt een belangrijke rol in deze afstemming. Het gaat hier om opvetten, voortplanten, wegtrekken, seksueel actief worden, etc. Kunstlicht kan de nachtlengte significant beïnvloeden, waardoor het seizoensritme van dieren sterk ontregeld kan worden. Dit kan gevolgen hebben op de overlevingskansen van individuen en alles samen ook voor hele populaties. Experimenteel onderzoek bij 60 vogelsoorten (zie De Molenaar 2003) toonde aan dat elk van deze soorten bij een kunstmatige verkorting van de winternacht zich vervroegd voortplanten. Dit is vooral problematisch als de prooien temperatuurafhankelijk zijn, en nog niet beschikbaar op het moment dat de jongen moeten worden gevoed, omdat het nog winter is. Veldgegevens om deze waarnemingen te staven zijn er echter nog niet. Het is wel bekend dat stadsspreuwen en stadsmereels vroeger tot voortplanten komen dan soortgenoten op het platteland. Mogelijk is dit te wijten aan de stadsverlichting, maar een iets hogere temperatuur of betere voedselbeschikbaarheid in de stad kunnen ook (mede)verantwoordelijk zijn.

Voor trekvogels die broeden in het hoge noorden en naar onze streken komen om te overwinteren, kan kunstmatige verlichting ertoe leiden dat ze te vroeg terugkeren naar hun broedgebieden en daar aankomen als het nog volop winter is. Dit speelt onder andere bij Kleine zwanen die worden bijgevoerd onder verlichting bij de Wildfowl and Wetlands Trust in Slimbridge (UK) (zie De Molenaar 2003). Bij aankomst in hun voortplantingsgebied blijkt dat alles nog onder de sneeuw ligt en bijgevolg bijna geen voedsel beschikbaar is. Tegelijk blijkt ook dat de predatiedruk door bijvoorbeeld Poolvossen en roofvogels zo erg vroeg in het broedseizoen een stuk hoger ligt. Dit alles leidt ertoe dat de overleving en het broedsucces voor deze vogels sterk kan worden gereduceerd.

Broedvogels

Uit het eerder genoemde dosis-effect onderzoek van Alterra blijkt het volgende: inschakeling van licht in een deel van snelweg A9 leidde tot een clustering van nesten van Grutto's op 250-500 m van de snelweg (de Molenaar *et al.* 2000). Dit betekent dat een deel van de Grutto's hun territorium hebben verplaatst, wat als een effect van de aanwezigheid van de weg en mogelijk ook de verlichting mag worden beschouwd. Grutto's zijn relatief plaatstrouw aan hun broedlocatie en zullen dichte concentraties territoria trachten te vermijden. In het gebied dicht bij de snelweg werden lagere dichtheden vastgesteld waarbij is gecorrigeerd voor het verstorend effect dat de weg zelf veroorzaakt (zie b.v. Reijnen *et al.* 1996). De mogelijke reden hiervoor is de hogere predatiedruk door het verlengen van de daglichtperiode. In de omgeving van verlichte wegen zijn namelijk ook verhoogde dichtheden grondpredatoren aangetroffen, met name Bunzing, Hermelijn en Vos (de Molenaar *et al.* 2003). De hoeveelheid beschikbare informatie beperkt zich echter tot het optreden van lichtverontreiniging op broedvogels en met name weidevogels. Er is tot dusver geen onderzoek uitgevoerd naar het gedrag van niet-broedende soorten in reactie op licht.

4. Resultaten NAM-studies

Jaarlijks steken vele miljoenen vogels de Noordzee over, zowel in het najaar als in het voorjaar. Veel van deze vogels hebben beperkte vetreserves (10% fat load in het najaar) bij zich, voldoende om ruim 10 achtereen te vliegen en 500-750 km af te leggen (Alerstam 1990). Tijdens de oversteek van uit Scandinavië afkomstige vogels over de Noordzee passeren deze vogels verschillende olie- en gaswinningsplatforms. Afhankelijk van de route gaat het om 2-10 platforms (Poot *et al.* 2008) waarbij de straal waarop er invloed van de lichtbron optreedt wordt geschat op 3-5 km (Van de Laar 2007). Uit waarnemingen op deze platforms blijkt dat zich 's nachts soms grote aantallen vogels rond deze platforms verzamelen. Van de Laar (2007) schat dat het in incidentele gevallen kan gaan om 80.000-110.000 vogels rond één platform. Wanneer slechts een fractie van deze vogels op zee wordt aangetrokken kan het echter toch om grote aantallen vogels gaan. Een deel van de vogels strijkt op de platforms neer, een ander deel blijft rondjes om het platform vliegen. Hierbij kunnen relatief grote aantallen slachtoffers vallen, ofwel omdat ze het slachtoffer kunnen worden van affakkelen van gas (doordat ze in de vlam vliegen), of omdat ze gedesoriënteerd raken en ze de trek in de verkeerde richting voortzetten of doordat vogels door uitputting van reserves in zee storten. Uit onderzoek van de NAM komt naar voren dat platforms op zee met een traditionele verlichting in de trektijd grote aantallen vogels aantrekken die min of meer gevangen raken in de omgeving met veel licht. Dit probleem doet zich vooral voor tijdens nachten met sterke trek in combinatie met laaghangende bewolking en laaghangende mist of nevel. Het bleek dat vooral zangvogels, eenden en steltlopers werden aangetrokken door de lichten, en dat deze aantrekkingskracht bijna uitsluitend optrad na middernacht bij meer dan 80% bewolking. Uit experimenteel onderzoek is gebleken dat wanneer het licht op dergelijke platforms wordt uitgeschakeld de aantallen vogels rond de platforms binnen korte tijd sterk afnemen, vaak al binnen enkele minuten. Wanneer het licht vervolgens weer werd aangedaan waren na een half uur 4000-5000 vogels rond een platform aanwezig (Van de Laar 2007). Uitschakelen van het licht op de platforms is dus een prima middel om de aantrekkende werking van platforms voor trekkende vogels sterk te verminderen. Uit veiligheidsoverwegingen en om de werkzaamheden op de platforms niet in de weg te staan is dit in de praktijk echter geen werkbare maatregel. Bovendien is het op veel platforms niet mogelijk om de lichten uit te schakelen, een veiligheidsmaatregel om vonken en de kans op explosies sterk te doen verminderen.

Op zich is deze ontdekking niet nieuw. Vergelijkbare situaties deden zich in het begin van de 20e eeuw voor rond vuurtorens (van Dobben 1932) terwijl ook andere verlichte objecten, zoals hoge verlichte gebouwen in open landschap, tijdens donkere nachten vogels kunnen aantrekken (Jones & Francis 2003, Verheijen 1958, 1985), waarbij zich onder nevelige omstandigheden soms grote aantallen vogels te pletter vlogen. Voor zover bekend komen dergelijke situaties in het waddengebied momenteel niet veelvuldig voor, maar zouden in de toekomst vaker kunnen optreden wanneer langs de randen van het waddengebied grote complexen verlichte kassen met slecht functionerende lichtabsorptie-schermen worden gebouwd. Ook andere sterk verlichte locaties (zoals industriële complexen, haventerreinen en hoogbouw op korte afstand van de zee) kunnen een dergelijk effect hebben.

Op basis van verschillende voorstudies heeft de NAM onderzocht of er mogelijkheden aanwezig waren om de aantrekkingskracht van licht op boorplatforms te verminderen. Dat zou kunnen door het verminderen van de hoeveelheid licht, een methode die is toegepast op een boorplatform op enkele kilometers ten noorden van Ameland. In de herfst van 2003 is door Hanneke Poot een studie opgestart om na te gaan of vogels verschillend reageren op verschillende kleuren licht. Het op Ameland uitgevoerde onderzoek beperkte zich tot waarnemingen van vogels in de directe omgeving van de lichtbron zelf, waarbij werd geëxperimenteerd met rood, groen, blauw en wit licht. Ook uit dit onderzoek kwam naar voren dat vogels relatief sterk reageerden op licht met een lange golflengte (rood), vooral op bewolkte nachten. Uit onderzoek naar de oriëntatie van trekvogels tijdens de nacht is al in de jaren '90 gebleken dat trekvogels licht uit het blauw-groene spectrum nodig hebben voor magnetische kompasoriëntatie (o.a. gebaseerd op onderzoek van Wiltschko *et al.* 1993, 1995 en 2002) en dat rood licht dit oriëntatie-mechanisme verstoort. Uit dezelfde onderzoeken blijkt ook dat magnetische kompasoriëntatie wordt ontvangen via de ogen. Waarschijnlijk worden hiervoor specifieke receptoren in de ogen gebruikt (Ritz *et al.* 2000). Vogels zijn vooral op bewolkte nachten sterker afhankelijk van magnetische kompasoriëntatie en uit aanvullend onderzoek is inderdaad gebleken dat vogels op dergelijke nachten eerder gedesoriënteerd raken (voor referenties zie Poot *et al.*, 2008). Standvogels zouden hier minder last van hebben omdat ze geen gebruik maken van kompasoriëntatie, gewend zijn aan de aanwezigheid van kunstmatige lichtbronnen in hun leefomgeving en mogelijk ook omdat ze niet zijn uitgerust met het mechanisme dat deze vorm van oriëntatie mogelijk maakt

(Mouritsen *et al.* 2005). Waarschijnlijk geldt dit ook voor vogels die gebruik maken van foerageergebieden in de directe omgeving van hun rustplaatsen, zoals veel wadvogels, omdat ze langer in een bepaald gebied aanwezig zijn en daarmee vaak een goede terreinkennis hebben opgebouwd en onder dergelijke omstandigheden geen gebruik hoeven te maken van kompasoriëntatie.

Uit deze waarnemingen komt naar voren dat toepassing van groen of blauw licht een goede manier zou kunnen zijn om de aantrekkende werking van olie- en gaswinningsplatforms op de Noordzee te reduceren. Experimenteel onderzoek op Ameland, waarbij sterke omhoog gerichte lampen werden ingezet die van verschillende kleurfilters konden worden voorzien, bevestigde dit vermoeden (Poot *et al.*, 2008). Uit de waarnemingen bleek dat wit en rood licht een aantrekkend effect op de overtrekkende vogels hadden, vooral op bewolkte nachten, maar blauw en groen licht veel minder. Deze resultaten vormen een bevestiging van resultaten uit de hierboven beschreven



waarnemingen en van de hypothese dat wit en rood licht een sterk effect heeft op het vermogen van vogels om zich te oriënteren op het aardmagnetisch veld.

Op basis van deze uitkomsten is door Philips Lightning een lichtbron ontwikkeld die op grote schaal kan worden toegepast op boorplatforms en op andere kwetsbare locaties. Deze straalt licht uit met een hoofdzakelijk groene component en zeer weinig rood. Deze lampen werden in het najaar van 2007 geïnstalleerd op boorplatform L15-FA-1, gelegen op 15 km ten westen van Vlieland. In totaal werden 380 lampen vervangen. In deze lichtbron kunnen mensen goed werken zonder de nadelen van blauw licht, waarin mensen moeite hebben met het zien van diepte, niet aanwezig zijn. Naar de effecten van de toepassing van deze nieuwe lichtbron op het boorplatform wordt momenteel onderzoek gedaan.

Groen licht toegepast op locaties op land zou bovendien kunnen leiden tot geringere effecten (dan wit of oranje kunstlicht) op planten (ontkiemen, in bloei komen, zaadvorming).

Fig. 3. Groen licht toegepast op boorplatform L15-FA-1. Alleen het helikopterdek is verlicht met wit licht. Foto: NAM

5. Effecten van verlichting op de Noordzee

In de afgelopen paar jaren zijn er verschillende studies uitgevoerd naar de invloed van de huidige op de Noordzee aanwezige verlichting op het oriëntatievermogen van passerende trekvogels en in hoeverre desoriëntatie leidt tot verhoogde sterfte. In dit hoofdstuk wordt een samenvatting van de conclusies uit deze rapporten gegeven en wordt getracht na te gaan in hoeverre enkele steltlopersoorten uit de Waddenzee tijdens de trek vanuit noordwestelijke richting negatief worden beïnvloed door verlichte objecten op de Noordzee.

5.1 Studie Bruinzeel *et al.* 2009

In de studie door Bureau Altenburg & Wymenga (Bruinzeel *et al.* 2009) staat de vraag centraal of conventionele verlichting van offshore platforms de grootte van over de Noordzee trekkende vogelpopulaties zou kunnen beïnvloeden. Geschat wordt dat jaarlijks 50 miljoen vogels behorende tot 120 soorten over de Noordzee trekken. Al deze vogels kunnen onder bepaalde omstandigheden door licht op platforms worden aangetrokken of ze kunnen deze trachten te vermijden. Bruinzeel *et al.* (2009) onderscheiden 7 noord-zuid en noordoost-zuidwest lopende trekbanen over de Noordzee die alle door specifieke populaties worden gebruikt. Voor elke soort die van deze trekbanen gebruik maakt is berekend wat de maximale sterfte zou kunnen zijn als gevolg van aantrekking en vervolgens aanvaring met een platform. Hiervoor is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- literatuurgegevens over de jaarlijkse overleving van de betrokken soorten
- het aantal langstreckende exemplaren van deze soorten
- de kans dat vogels, in de trekperiode, gedesoriënteerd kunnen raken door een hemel die geheel door wolken wordt afgedekt
- de kans dat vogels in de nabijheid komen van een platform, in combinatie met het gedrag (mate van aantrekking) van een bepaalde vogelsoort. Hierbij is ervan uitgegaan dat sommige soorten worden aangetrokken en andere soorten platforms mijden

Op basis van worst case scenario's dat vogels die worden aangetrokken ook sterven door een aanvaring met een platform is vervolgens voor alle betrokken soorten berekend welke sterftetekans de platforms opleveren. Vervolgens is nagegaan hoe deze sterftetekans zich verhoudt tot de natuurlijke jaarlijkse sterftetekans en of deze extra kans groter dan 1% is, een waarde waarvan de Europese Commissie (op basis van een bepaling in de Vogelrichtlijn) aangeeft dat er sprake is van een effect dat niet als verwaarloosbaar mag worden beschouwd.

Uit de analyse komt naar voren dat bij 49 soorten een extra sterfte van 1% optreedt, ten opzichte van de natuurlijke sterfte. In het geval van 11 soorten was zelfs sprake van 20 maal zoveel. Tot de meest gevoelige soorten behoren Vink, Roerdomp, Pijstaart, Steenloper, Waterral, Veldleeuwerik, Keep, Wintertaling, Smient, Blauwe reiger en Merel. Tot de minder gevoelige soorten (10-20 maal de 1% extra sterfte) behoren Graspieper, Beflijster, Spreeuw, Rietgors, Koperwiek, Tapuit, Heggemus, Zwartkop, Kramsvogel, Sijs, Eider, Zanglijster, Brandgans, Tijftjaf, Roodborst en Fitis. Omdat sommige soorten in groot aantal over de Noordzee trekken en andere soorten in veel kleinere aantallen verschillen de resulterende aantallen slachtoffers per soort.

De worst case scenario's gaan ervan uit dat elk platform jaarlijks 60.000 slachtoffers veroorzaakt. Op basis van ongeveer 100 platforms op het NCP betekent dit een totaal van 6 miljoen slachtoffers op jaarbasis. Omdat het hier gaat om worst case scenario's zullen de werkelijke aantallen slachtoffers waarschijnlijk lager liggen. De methode biedt dan ook geen echte zekerheid over hoeveel slachtoffers er zijn te verwachten. De toegepaste methode is wel een goede indicatie welke soorten vooral als slachtoffer mogen worden verwacht. Tot de meest talrijke soorten slachtoffers behoren zeven soorten: Koperwiek, Merel, Zanglijster, Kramsvogel, Roodborst, Veldleeuwerik en Spreeuw. De eerste vier soorten vertegenwoordigen 75% van het aantal slachtoffers.

Uit de uitgevoerde berekeningen blijkt dat van 10 soorten steltlopers meer dan 1% extra sterfte ten opzichte van de natuurlijke sterfte kan worden verwacht. Hiertoe behoren de Steenloper (in de categorie 1-5 maal de 1% norm), Bonte strandloper, Zilverplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Wulp, Watersnip, Kleine strandloper, Bontbekplevier en Houtsnip. Daarnaast scoren Pijlstaart, Wintertaling, Smient (>20%), Eider, Brandgans, Krakeend, Wilde eend en Brilduiker (2-11%) relatief hoog. In de door Bruinzeel *et al.* toegepaste benadering is echter geen rekening gehouden met de trekroute vanuit Canada en IJsland naar de Waddenzee. Een deel van de vogels op deze trekroute zal de Waddenzee vanuit het noordwesten aanvliegen en tijdens de tocht boven de Noordzee binnen het bereik van offshore platforms komen. Op basis van deze constatering moet de sterfte die

optreedt onder deze soorten (Bontbekplevier, Kanoet, Steenloper, Drieteenstrandloper, Tureluur) dus zijn onderschat.

5.2 Studie Cork Ecology 2009

In een rapport van Cork Ecology (2009) wordt een overzicht gepresenteerd van het in het Verenigd Koninkrijk uitgevoerde onderzoek, veelal op basis van gegevens van de North Sea Bird Club (NCBC), een samenwerkingsverband van in natuur en milieu geïnteresseerde medewerkers op off-shore platforms en Aberdeen University. Centraal in het rapport staat de vraag welke soorten in welke aantallen over de Noordzee trekken, of lichtverontreiniging invloed heeft op het trekgedrag van deze vogels, hoeveel vogels slachtoffer worden van de platforms en of toepassing van groen licht kan leiden tot een vermindering van het aantal slachtoffers. Uit de jaarlijkse verslagen van de NSBC blijkt dat vooral zangvogels regelmatig in grotere aantallen rond de platforms worden gezien. De volgende soorten zijn, met meer dan 10 waarnemingen per jaar, het meest talrijk:

- Steltlopers: Scholekster, Kievit, Bonte strandloper, Wulp. De grootste aantallen die zijn waargenomen betroffen 150 Scholeksters bij FPSO Uisge Gorn op 22 maart 2000 en 300 Kieviten bij de Maersk Curlew op 22 december 2000. De Kanoet was met minder dan 20 records in de database van de NSBC een relatief schaarse soort
- Duiven: Houtduif, Turkse tortel
- Leeuweriken, piepers, kwikstaarten: Graspieper, Witte kwikstaart
- Lijsterachtigen: Merel, Kramsvogel, Zanglijster, Koperwiek. Soms zijn grote groepen rond platforms aanwezig, zoals de 100.000 exemplaren bij de Buchan A installatie op 12 oktober 2005. Op dezelfde plaats werden op 7 november 2003 10.000 exemplaren gezien.
- Overige kleine zangvogels: Roodborst, Gekraagde roodstaart, Tapuit, Tuinfluiter, Zwartkop, Tijftjaf, Fitis, Goudhaan
- Spreeuw: regelmatig worden groepen van meer dan 1000 exemplaren gezien, met maximaal 3500 bij de Maersk Curlew op 20 oktober 2004
- Vinkachtigen: Vink, Keep. soms gaat het om "duizenden" exemplaren

Tenminste een deel van deze vogels wordt door kunstmatige verlichting op de platforms aangetrokken, vooral onder omstandigheden die het oriëntatievermogen negatief beïnvloeden zoals mist en regen. Een deel van de vogels verblijft slechts korte tijd in de omgeving van het platform, soms blijft een groot aantal vogels gedurende lange tijd (uren) om het platform cirkelen.

De vogels behoren tot broedvogelpopulaties die worden geschat op 17.550.000 paren Merels, 3.750.000 paren Kramsvogels, 4.250.000 paren zanglijsters, 4.375.000 paren Koperwieken, 6.495.000 paren Spreeuwen, 18.500.000 paren Vinken en 4.500.000 paren Kepen, exclusief de Russische populaties. Totaal levert dit bijna 120 miljoen paren op, de eerstejaars vogels en de niet genoemde soorten (waaronder talrijke soorten zoals de Houtduif, Fitis etc.) niet meegerekend. Van deze laatstgenoemde soorten kon de aanwezigheid tijdens de trek op onvoldoende wijze worden vastgesteld. Naar schatting trekken jaarlijks 60 miljoen vogels over de Noordzee (Hüppop 2007, van de Laar 2007, Marquenie *et al.* 2008). De effecten van de aantrekkende werking op vogels zullen van soort tot soort verschillen en dat is ook het geval met de effecten van sterfte. Snel reproducerende soorten met meer dan één legsel per jaar zullen sneller voor populatiegrootte-verliezen kunnen compenseren dan langzaam reproducerende soorten zoals steltlopers die vaak maar één vrij klein legsel per jaar produceren. In de studie wordt aanbevolen om het aantal met groen licht uitgeruste platforms uit te breiden en om gericht onderzoek te doen uitvoeren op traditioneel en met groen licht verlichte platforms.

5.3 Analyse van de mogelijke effecten van licht in de Noordzee op in Groenland, Canada en op IJsland broedende steltlopers

In theorie is voorstelbaar dat offshore-platforms op de Noordzee dermate veel licht uitstralen dat grote aantallen trekkende steltlopers uit Canada en Groenland hierdoor aangetrokken worden, gedesoriënteerd raken en als gevolg daarvan een aanzienlijk hogere mortaliteit zouden kunnen ondervinden. Als gevolg van deze externe invloed zouden de in het kader van Natura2000 gestelde natuurdoelen negatief kunnen worden beïnvloed. Om na te gaan in hoeverre verlichting op de Noordzee effecten heeft op populaties van deze vogels is onderzocht of er aanwijzingen zijn dat een dergelijk effect optreedt.

Figuur 1 laat zien dat op de Noordzee verschillende sterke lichtbronnen aanwezig zijn. In totaal zijn op het Nederlands deel van het NCP ongeveer 100 gas- en olieplatforms aanwezig die elk, in verschillende mate, een hoeveelheid licht over de Noordzee verstrooien. Deze verlichting zou een mogelijk negatief effect kunnen hebben op de overleving van vogels in de Natura2000 gebieden Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. Tot de in de Waddenzee doortrekkende of overwinterende vogels die in Groenland, Canada en IJsland broeden, behoren 6 soorten waarvan populaties over de Noordzee trekken en die mogelijk met licht van platforms in de Noordzee te maken zouden kunnen hebben. Het betreft:

- Drieteenstrandloper: de Groenlandse en NO Canadese populatie trekt weg van half juli – eind augustus waarbij de eerstejaars vogels de laatste zijn die vertrekken (Meltofte 1985), daarnaast maakt ook de palearctische populatie van de Waddenzee gebruik. Omdat beide populaties niet op basis van uiterlijke kenmerken (grootte, verenkleed) kunnen worden onderscheiden is onbekend welk deel van de populatie in de Waddenzee overwintert en welk deel tot de nearctische en welk deel tot de palearctische populatie behoort.
- Bonte strandloper: de grote op IJsland broedende populatie (*schinzii*) en de kleine Groenlandse populatie (*arctica*) maken slechts voor een klein deel gebruik van de Waddenzee. Engelmoer (2008) schat dat in juli/augustus respectievelijk 4 en 5% van het dan aanwezige aantal exemplaren tot deze ondersoorten behoort. Omdat beide populaties in west Afrika overwinteren is dit percentage in latere maanden al weer aanzienlijk lager. Waarschijnlijk maken deze populaties vooral gebruik van wadgebieden in Ierland en de westkust van het Verenigd Koninkrijk.
- Bontbekplevier: de in Groenland en noordoost Canada broedende *psammadroma*-populatie trekt door in juli en augustus. Geschat wordt dat 800 van de gemiddeld 1800 aanwezige vogels (45%) in augustus tot deze populatie behoort (Engelmoer 2008). De ondersoort overwintert in noordwest Afrika, noordelijk van de *tundrae* populatie
- Kanoet: de in Groenland en noordoost Canada broedende *islandica*-populatie trekt weg van half juli tot eind augustus waarbij de eerstejaars vogels de laatste zijn die vertrekken (Meltofte 1985). Geschat wordt dat 97% van de in november/februari in de Waddenzee aanwezige vogels tot deze populatie behoort (Engelmoer 2008)
- Tureluur: de op IJsland broedende *robusta*-populatie arriveert in de Nederlandse Waddenzee tussen half juli en begin augustus. Daarnaast zijn de lokale broedvogelpopulatie en de in Scandinavië en west Rusland broedende populatie gedurende enige tijd in de Waddenzee aanwezig. Geschat wordt dat 77% van de september/oktober aanwezige vogels tot de *robusta*-populatie behoort (Engelmoer 2008)
- Steenloper: de Groenlandse populatie trekt weg van half juli tot eind augustus waarbij de eerstejaars vogels de laatste zijn die vertrekken. Een deel van de vogels maakt een tussenstop op IJsland (Meltofte 1985). Daarnaast maakt ook de palearctische populatie van de Waddenzee gebruik. Omdat beide populaties niet op basis van uiterlijke kenmerken (grootte, verenkleed) kunnen worden onderscheiden is onbekend welk deel van de populatie in de Waddenzee overwintert en welk deel behoort tot de nearctische en welk deel tot palearctische populatie (Engelmoer 2008).

Van de meeste (onder)soorten zijn meerdere ondersoorten tegelijk in de Waddenzee aanwezig of kunnen ondersoorten niet goed worden onderscheiden. Dit heeft tot gevolg dat aantalsveranderingen van de ene ondersoort door een andere gecompenseerd kunnen worden. Eventuele extra sterfte kan dan versluierd worden door een toename van de andere ondersoort. Op basis van dit overzicht wordt geconcludeerd dat er slechts 2 ondersoorten overblijven voor nadere analyse: Kanoet en Tureluur.

5.3.1 Analyse

Voor de analyse is onderzocht van welke basisgegevens gebruik kan worden gemaakt. Voor de vogelaantallen is in eerste instantie gebruik gemaakt van een dataset van de totale aantallen in de Nederlandse Waddenzee van de Kanoet geëxtraheerd uit de telgegevens die beschikbaar waren uit de maanden november t/m februari (zie onder andere Van Roomen *et al.* 2002). Uit sommige jaren is meer dan één telling beschikbaar, uit 1991 geen. Sinds het seizoen 2003/2004 worden de totalen voor de Waddenzee niet meer in de jaarlijkse SOVON-rapportages opgenomen. Voor de Tureluur dient te worden geput uit de gegevens uit de maanden september t/m oktober. Van deze soort zijn alleen gegevens beschikbaar uit de jaren 1980-1984, 1988-1990, 1994-1995 en 1998-1999. Op basis van dit relatief fragmentarische bestand (er wordt "slechts" 5 keer per jaar een integrale telling uitgevoerd in de Nederlandse Waddenzee) is er voor gekozen om niet van deze gegevens gebruik te maken.

Een tweede optie was gebruik te maken van een dataset die uitgaat van seizoensgemiddeldes. Dit zijn gemiddelde waarden over een heel jaar, die zijn berekend op basis van de in dat telseizoen (juli-juni) uitgevoerde tellingen, aangevuld met bijgeschatte waarden voor ontbrekende gegevens. Deze zijn berekend op basis van maandelijks uitgevoerde tellingen in steekproefgebieden waarin ongeveer 25% van het aantal in de Waddenzee aanwezige vogels aanwezig is. Deze dataset is beschikbaar via www.sovon.nl (Figuur 4). De seizoensgemiddelden voor de Kanoet zijn een redelijke afspiegeling van het totaal aantal Kanoeten van de in Groenland en Canada broedende ondersoort *islandica* in de Waddenzee. Alleen tijdens de najaarstrek trekt een substantieel aantal Kanoeten van de ondersoort *canutus* door die het beeld vertroebelt. Voor de Tureluur kan minder goed worden gebruik gemaakt van deze gegevens omdat de seizoensgemiddelden in veel sterkere mate worden beïnvloed door grotere aantallen Tureluurs afkomstig van de lokale broedvogelpopulatie en doortrekkende vogels uit Scandinavië en west Rusland. Om deze reden valt de Tureluur in tweede instantie af voor nadere analyse.

Omdat de hoogste aantallen aanvaringslachtoffers (vogels die 's nachts tegen verlichte of onverlichte objecten vliegen) vallen onder zwaar bewolkte weersomstandigheden is ervan uitgegaan dat trekkende vogels op de Noordzee onder dergelijke omstandigheden de meeste hinder ondervinden. De vogelgegevens zijn afgezet tegen het aantal dagen met een bewolgingsgraad van 7 of 8 (op een schaal van 0, onbewolkt tot 8, zwaar bewolkt) voor de periodes 16/7 t/m 31/7 en 1/8 t/m 31/8, zijnde de periodes waarin het overgrote deel van de vogels uit deze analyse van de broedgebieden naar west Europa vliegt. Hierbij werd gebruik gemaakt van gegevens van vliegekamp De Kooy te Den Helder (data: www.knmi.nl), zijnde de dichtstbijzijnde locatie bij het NCP waar dergelijke gegevens worden verzameld. Uit de gegevens blijkt dat in 1980, 1985-1988, 1993 en 2005 in de periode 16 juli – 31 augustus in 15 en meer etmalen bewolking aanwezig was in de categorie 7 of 8 (Figuur 5). Er blijkt geen verband te zijn tussen de seizoensgemiddelden en de bewolgingsgraad tijdens de trektijd (Figuur 6).

Seizoensgemiddelde Kanoet

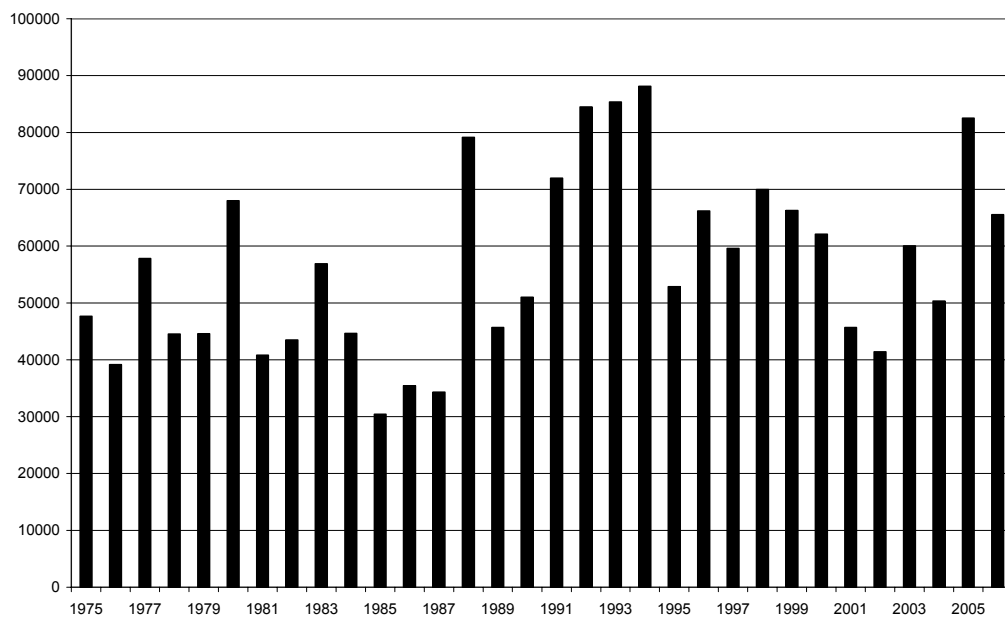


Fig. 4. Seizoensgemiddelde van de Kanoet in de Nederlandse Waddenzee. De gegevens die zijn weergegeven onder 1975 hebben betrekking op het gehele telseizoen juli 1975 - juni 1976. Voor de berekening van de gemiddelden is gebruik gemaakt van uitgevoerde tellingen, aangevuld met schattingen voor de aantallen voor de maanden waarop geen telling beschikbaar was (bron: www.sovon.nl).

Cloud cover in 2 periods

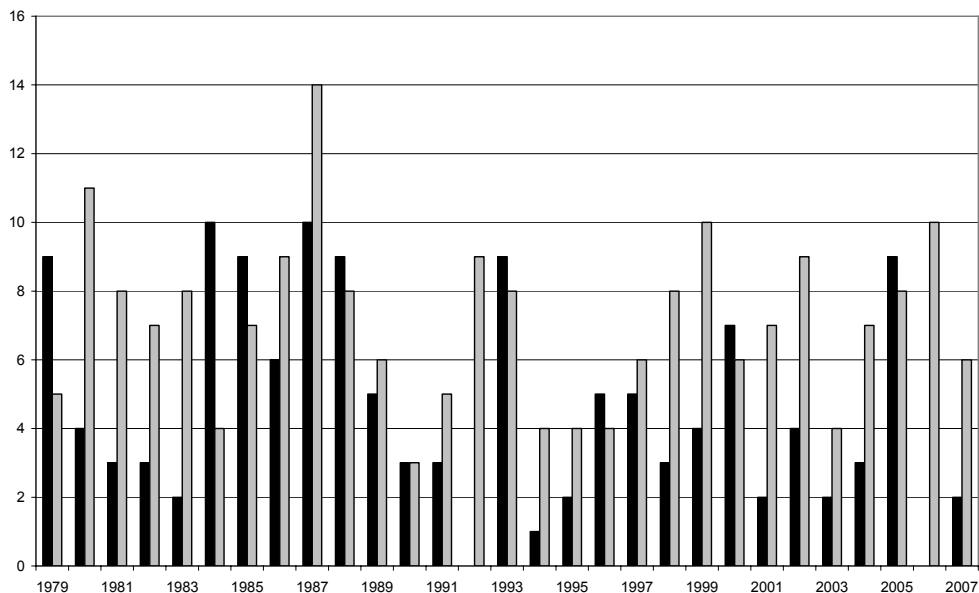


Fig. 5. Aantal etmalen per jaar met een bewolgingsgraad van 7 en 8 in de perioden 16 juli - 31 juli (zwarte balken) en 1 augustus - 31 augustus (grijze balken), op basis van etmaalgemiddelden in De Kooy, Den Helder in de jaren 1979-2007. Gegevens: www.knmi.nl.

Kanoet - n dagen met bewolking 7 of 8 tijdens trektijd

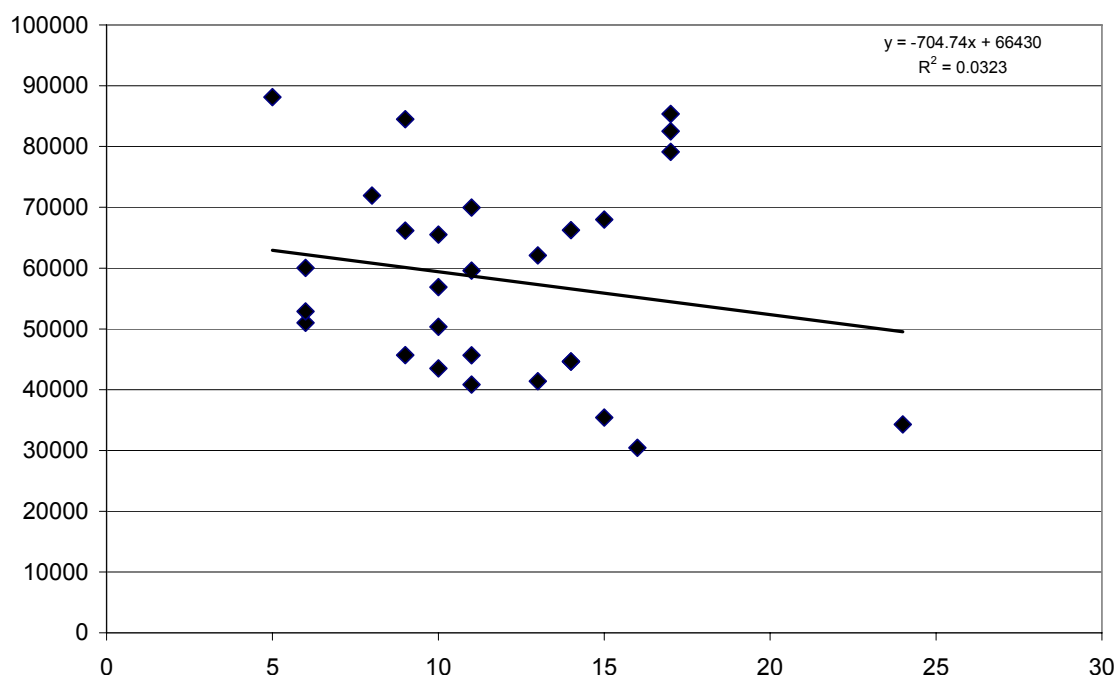
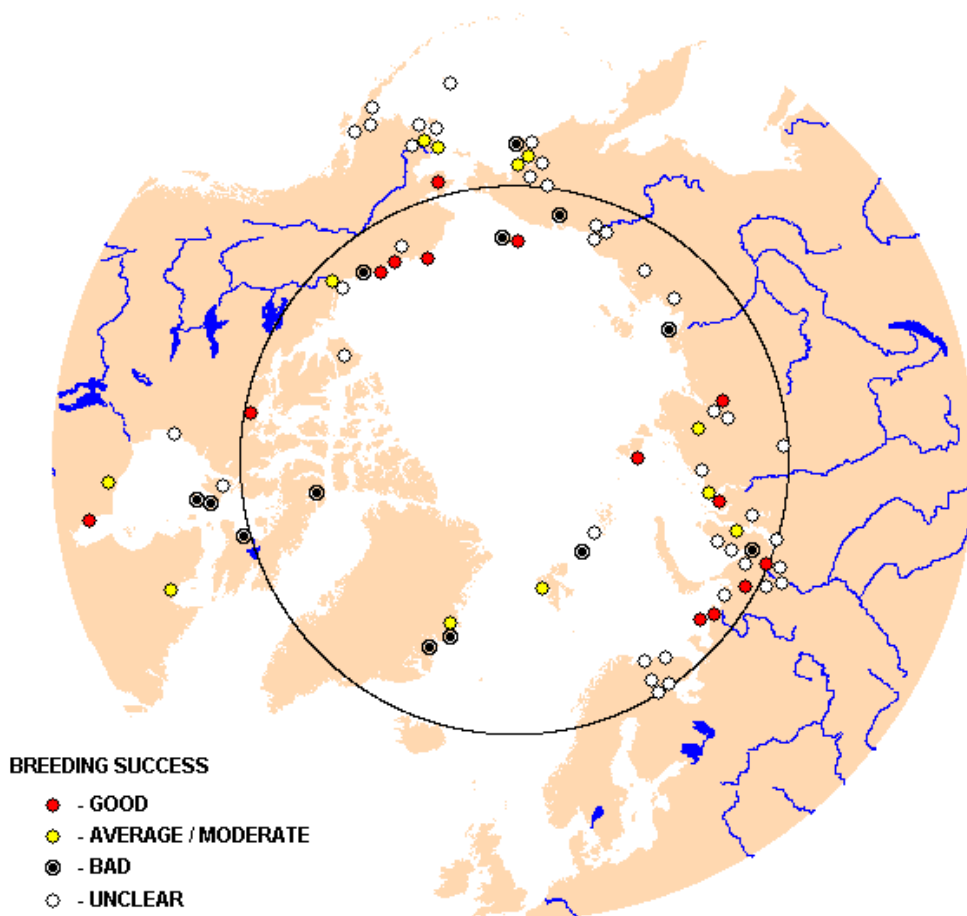


Fig. 6. Relatie tussen het aantal etmalen met een bewolgingsgraad van 7 en 8 tijdens de trektijd (16 juli – 31 augustus) in de jaren 1979-2006 en de seizoensgemiddelde van de Kanoet in deze periode

Er zijn derhalve geen aanwijzingen dat het aantal aanwezige Kanoeten in de Waddenzee direct is gecorreleerd aan het aantal donkere nachten op de Noordzee en een daaraan gekoppelde massale sterfte van vogels op doortrek. Dit is niet verwonderlijk. Zo is het maar de vraag of vogels, wanneer zich situaties van sterk bewolkt weer in een groot gebied voordoen, op pad gaan wanneer ze de keus hebben. Problematische situaties zouden zich echter kunnen voordoen wanneer op de plaats van vertrek de omstandigheden goed zijn (rugwind, een hemel die oriëntatie op sterren of aardmagnetisch veld toelaat) maar wanneer vogels onderweg in ongunstige weersomstandigheden terecht komen. Ook andere omstandigheden onderweg zoals wind hebben een grote invloed. Zelfs wanneer er wel een relatie gevonden zou worden tussen seizoensgemiddelde en aantal donkere etmalen, wil dit nog niet zeggen dat dit veroorzaakt wordt door sterfte door aanvaringen met platforms.

Een andere belangrijke factor die het aantal vogels in een overwinteringsgebied zoals de Waddenzee bepaalt is het broedsucces in het daaraan voorafgaande broedseizoen. Vooral bij hoog-arctische vogels kan dit van jaar op jaar sterk verschillen (zie o.a. Van de Kam 1999). Belangrijke factoren zijn de weersomstandigheden ter plaatse (tijdstip waarop de broedplaatsen sneeuwvrij raken, sneeuwstormen tijdens de broedtijd) en de interactie tussen prooidieren en predatoren.

Broedsucces op een bepaalde locatie verschilt niet alleen in sterke mate van jaar op jaar maar bovendien ook van plaats tot plaats (zie Figuur 7). Uit deze figuur blijkt dat slechts op een beperkt aantal plaatsen jaarlijks wordt bijgehouden of succesvol wordt gebroed, vanwege de uitgestrektheid van de broedgebieden en de vaak lage dichtheden waarin wordt gebroed doorgaans ten koste van grote inspanningen. Voor het broedgebied van de *islandica* Kanoeten (Groenland, noordoost Canada) is dergelijke informatie beschikbaar vanaf 1995. Uit de beschikbare statistieken (www.arcticbirds.net), gebaseerd op 2-4 locaties, kan worden afgeleid dat 1995-2000, 2003 en 2004 jaren waren met een goed broedsucces, 2001, 2002 en 2005-2008 jaren met een slecht broedresultaat. Uit een vergelijking van goede en slechte jaren en de aantallen zoals die in de Waddenzee zijn aangetroffen (zoals weergegeven in Figuur 4) blijkt geen duidelijk verband.



Figuur 7. Broedsucces van arctisch broedende steltlopers in verschillende delen van het circumpolair verspreidingsgebied in 2006. Bron: www.arcticbirds.net

Hierbij dient opgemerkt dat de ingeschatte waardering voor het broedsucces voor een groep soorten geldt. Verschillen tussen soorten zijn mogelijk. Voor een heldere conclusie over de rol van trekomstandigheden en het effect van goed of slecht broedsucces op de populatiegrootte in de overwinteringsgebieden is een analyse met meerdere factoren noodzakelijk. Gelet op de kwaliteit en de omvang van de beschikbare gegevens, zowel op het gebied van trekomstandigheden als van broedsucces, is een dergelijke analyse vooralsnog echter weinig perspectiefrijk.

5.4 Conclusie

Uit de weergegeven studies blijkt dat offshore platforms en de daarop aanwezige verlichting in sommige nachten grote aantallen vogels aantrekken. Uit de scenarioberekeningen van Bruinzeel *et al.* (2009) blijkt dat het om miljoenen vogels kan gaan en dat bij sommige soorten sprake is van een aanzienlijke extra sterfte ten opzichte van natuurlijke waarden (**Conclusie 1**). Op basis van een uitleg van het begrip “small numbers” in EU-document EUcomm 2000/180, com 2002/146 kan worden opgemaakt dat wanneer de sterfte meer bedraagt dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte er sprake kan zijn van effecten op populatieniveau (**Conclusie 2**). De letterlijke tekst luidt (andersom redenerend):

“a loss amounting to less than 1% of the annual death rate for these populations may be considered mathematically as affecting a “small number”, since its impact is less than the uncertainty attaching to the population dynamics”

Hoewel er veel onzekerheid bestaat over de exacte aantallen slachtoffers maken de berekeningen van Bruinzeel *et al.* (2009) duidelijk dat er bij sommige soorten waarschijnlijk sprake is van veel hogere sterftcijfers dan de genoemde 1%. Helaas is het moeilijk om hiervan een goed beeld te krijgen omdat de slachtoffers in zee belanden en daar zullen worden opgegeten door vissen, krabben enz. Slechts een klein deel spoelt aan in de vorm van vleugels maar van deze vogels is onduidelijk of ze het slachtoffer zijn geworden van sterfte in de buurt van een platform of dat er sprake is van een andere doodsoorzaak. Ook de geanalyseerde populatieaantallen in de Waddenzee blijken weinig soelaas te bieden om effecten van omstandigheden “onderweg” helder in kaart te brengen (**Conclusie 3**). Binnen het kader van dit onderzoek kon niet worden nagegaan of er wel trek heeft plaatsgevonden op nachten met veel bewolking.

6. Toepassing van groen licht op locaties aan de rand van de Waddenzee

Uit het voorgaande wordt duidelijk dat lichtverontreiniging effect kan hebben op zowel vogels tijdens de trek maar ook wanneer ze 's nachts foerageren en mogelijk ook wanneer ze broeden. Maar ook andere organismen, zoals bodemdieren en wellicht ook het gedrag van plankton (zie Hoofdstuk 3), kunnen worden beïnvloed. Vooral nog is onduidelijk hoe groot de lichtbelasting in het Waddengebied zelf is (**Conclusie 4**). De mate van detaillering uit de atlas van Cinzano *et al.* (2001) is hiervoor te gering. Voorstelbaar is dat met name de verlichting op veerhavens aan de rand van de Waddenzee een aantrekkend effect op trekkende vogels hebben. Enkele van deze havens dringen ver door in de Waddenzee, zoals de veerhavens van Holwerd, Nes (Ameland, inmiddels voorzien van groen licht) en Schiermonnikoog. In de omgeving van deze locaties mogen effecten op het foeragegedrag van vogels niet worden uitgesloten. Er zijn tot dusver geen metingen uitgevoerd naar de omvang van het gebied met een lichtniveau vanaf 1 lux, een niveau dat wordt aangehouden als het maximum voor natuurgebieden (NSVV 2003). Hierbij dient te worden opgemerkt dat al bij lichtomstandigheden van 0,1 lux gedragsveranderingen van ongewervelde dieren in de waterkolom zijn aangetoond (Dodson 1990). Licht kan zowel een direct effect hebben op bodemdieren en daarmee ook een indirect effect op vogels door eventuele veranderingen in het voedselaanbod, als gevolg van gewijzigd gedrag van bodemdieren. Licht kan ook een direct effect hebben op de voedselopname, bijvoorbeeld omdat prooidieren beter zichtbaar zijn. Een aantal van deze relaties zijn beschreven in Hoofdstuk 3 maar in de Waddenzee zijn deze relaties nooit onderzocht (**Conclusie 5**).

Het is aannemelijk dat lichtinval in het relatief troebele water van gematigde estuariene systemen, zoals de Waddenzee, geringere effecten oplevert dan zoals die door Gliwicz (1986) voor een stuwmeer in de Zambesi rivier zijn beschreven. Dodson (1990) vond namelijk een duidelijke relatie tussen de troebelheid van water en de mate van verticale bewegingen van zooplankton. Dat de effecten in de Waddenzee geringer zullen zijn en wellicht in het geheel geen effect op het ecosysteem hebben komt echter niet alleen door de troebelheid van het water, waar licht relatief beperkt in doordringt. Een tweede reden is dat in Nederlandse kustwateren de fytoplanktonpopulaties eerder gestuurd worden door predatie van filterfeeders, zoals tweekleppige schelpdieren, dan door predatie van zoöplankton. In habitats zoals beschreven door Gliwicz (1986) en in veel gevallen ook in open zee, is de rol van zooplankton als predator van fytoplankton veel belangrijker en zullen ook de effecten van kunstmatige verlichting groter kunnen zijn.

Naast de in Hoofdstuk 3 genoemde effecten van verlichting op de predatie op van bodemdieren kan licht een aantrekkend of desoriënterend effect hebben op overtrekkende vogels en mogelijk ook op lokale verspreidingspatronen. Desoriëntatie van foeragerende wadvogels ligt, gelet op de terreinkennis van deze vogels en het feit dat ze voor deze trekbewegingen geen kompasoriëntatie gebruiken (zie Hoofdstuk 4) niet meteen voor de hand maar ook deze effecten zijn in de Waddenzee niet onderzocht (**Conclusie 6**). Over welk deel van de vogels in het gebied het gaat en welk deel van de passerende vogels door het licht wordt aangetrokken is echter voornamelijk onduidelijk. In de NAM-studie op Ameland (Poot *et al.* 2008) zijn namelijk alleen vogels in de analyse betrokken die zichtbaar waren in lampen in de luchtlaag tussen 10 en 100 m. Er is geen informatie beschikbaar uit hogere luchtlagen en uit een gebied ter weerszijden van de lampen en daarmee niet over de fractie van de vogels die door het licht wordt aangetrokken. Resteert derhalve de vraag: om welk deel van de totale passerende populatie gaat het hier?

Onderzoek naar de effecten van verlichting, waarbij tevens een inschatting kan worden gemaakt van het gedeelte van de vogels dat door licht wordt gedesoriënteerd, is alleen mogelijk door inzet van een radar, die de mogelijkheid biedt ook vogels op grotere hoogte in beeld te krijgen. Aan de ontwikkeling van een dergelijke radar wordt momenteel door TNO gewerkt maar momenteel zijn er nog onvolkomenheden met de hiervoor benodigde software. Deze zal in december 2009 in een veldsituatie worden getest. Deze zou kunnen worden ingezet om een betere inschatting te krijgen van de omvang van het probleem in het waddengebied, met name voor wat betreft de vraag welk deel van de passerende vogels wordt aangetrokken en in hoeverre ook lokaal aanwezige vogels (zoals wadvogels die in het donker van en naar de foerageergebieden vliegen) door licht worden beïnvloed.

Momenteel wordt een plan ontwikkeld van een consortium van partners (IMARES, TNO, BuWa, VU-IBED) om een Robin-Light radar te installeren op het Balgzand, in het westelijk deel van de Waddenzee, als onderdeel van een studie in het kader van een NWO-ZKO programma. Het zal de eerste keer worden dat een radar wordt ingezet in de Waddenzee voor de bestudering van lokale trekgedragingen van wadvogels. Als volgende stap is het consortium voornemens om deze radar te koppelen aan het radarnetwerk van de kustwacht, waarvan een deel is geplaatst in de vuurtorens rond de Waddenzee. Deze radarinstallaties zullen in het kader van dit project ook worden voorzien van Robin-Light software. Een mogelijk verdere stap is om dit netwerk te koppelen aan het radarnetwerk in de Duitse en Deense Waddenzee. Hiervoor zal moeten worden onderhandeld met het Common Wadden Sea Secretariat in Wilhelmshaven. IMARES stelt voor om hiervoor een voorstel in te dienen bij het ESA Integrated Applications Promotion Programme. Dit programma richt zicht vooral op de toepassing van technologie uit de ruimtevaart voor de bestudering van vogelbewegingen in het algemeen (zowel grootschalige trekbewegingen als lokale). Dit programma kan van groot belang zijn voor het beheer van de Waddenzee.

Het voorgestelde onderzoek kan beter inzicht genereren over een breed scala aan vragen vanuit het beheer. Momenteel wordt er weliswaar veel gemonitord in de Waddenzee maar er zijn ook verschillende vragen die niet aan bod komen. Weliswaar worden de aantallen vogels in het gebied geteld maar waar deze vogels foerageren en op welke wijze ze hun foerageergebieden exploiteren is voor de meeste soorten onvoldoende goed bekend (**Conclusie 7**). De oorzaak hiervoor zijn vaak praktische of logistieke problemen: voor het bepalen van dichtheden van verschillende soorten zijn schepen nodig (die beperkt beschikbaar zijn) en niet alle gebieden kunnen vanaf de randen van de Waddenzee of vanaf schepen evengoed worden bestudeerd. Bovendien verandert de verspreiding van vogels over de foerageergebieden voortdurend, zowel in de loop van een laagwaterperiode als gedurende het jaar en zijn er waarschijnlijk aanzienlijke verschillen tussen verschillende dagen, ook al omdat de waterstand invloed heeft op verspreidingspatronen. Kennis over het gebruik van het gebied door vogels in ruimte en tijd is essentieel om de effecten van menselijke ingrijpen, zoals lichtverontreiniging of windmolens te kunnen onderzoeken. Inzet van technieken zoals radar, telemetrie en op afstand bedienbare camera's zijn daarvoor waarschijnlijk onontbeerlijk.

Conclusie

Op basis van het bovenstaande zijn 8 constatering en kennislacunes gesignaleerd:

Uit de weergegeven studies en de eigen analyse blijkt dat offshore platforms en de daarop aanwezige verlichting in sommige nachten grote aantallen vogels aantrekken. Uit de scenarioberekeningen blijkt dat het om miljoenen vogels kan gaan en dat bij sommige soorten sprake is van een aanzienlijke extra sterfte ten opzichte van natuurlijke waarden. Een belangrijk deel van de potentiële slachtoffers zijn lijsters, onder andere omdat dit soorten zijn die in relatief grote aantallen over de Noordzee trekken

1. Op basis van een uitleg van het begrip "small numbers" in een EU-document kan worden opgemaakt dat wanneer sprake is van een sterfte die meer bedraagt dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte er sprake kan zijn van effecten op populatieniveau. Op basis van worst case scenario's wordt in de rapportage van Bruinzeel *et al.* (2009) geconstateerd dat 11 soorten dit percentage met een factor 20 of meer overschrijden
2. Slechts een klein deel van de vogels die het slachtoffer zijn geworden van offshore platforms spoelt aan in de vorm van vleugels maar van deze vogels is onduidelijk of ze inderdaad het slachtoffer zijn geworden van massale sterfte rond een platform of dat er sprake is van een natuurlijke sterfte als gevolg van ongunstige of plotseling gewijzigde trekomstandigheden. De geanalyseerde populatieaantallen in de Waddenzee bieden weinig soelaas om de effecten van omstandigheden "onderweg" helder in kaart te brengen. Een meer gedetailleerde analyse van de gegevens, waarbij ook radarbeelden worden betrokken, kan hierover meer helderheid verschaffen
3. Vooralsnog is onduidelijk hoe groot de lichtbelasting in het Waddengebied is. Nader onderzoek hiernaar, bijvoorbeeld via een methode zoals die in Zeeland is toegepast (zie Hoofdstuk 2), is wenselijk
4. Het effect van licht op het gedrag van bodemdieren, zoals beschreven in Hoofdstuk 3, is in de Waddenzee nooit onderzocht. Ook is onduidelijk welke effect eventueel aangepast gedrag van bodemdieren heeft op het foerageren van wadvogels
5. Desoriëntatie van foeragerende wadvogels tijdens lokale vliegbewegingen (van hoogwatervluchtplaatsen naar de foerageergebieden en omgekeerd) ligt niet erg voor de hand maar deze effecten zijn tot dusver niet onderzocht

6. Hoewel er veel wordt gemonitord in de Waddenzee is de kennis over de wijze waarop vogels zich tijdens afgaand, laag en opkomend water over het wad verspreiden en over de wijze waarop ze de foerageergebieden exploiteren vrij beperkt. Nader onderzoek hiernaar en samenwerking met andere Waddenzee-landen is wenselijk. Het Common Wadden Sea Secretariat kan hierbij een stimulerende en wellicht coördinerende rol functie hebben.

Op basis van deze conclusies kan de oorspronkelijke vraag beantwoord worden. Deze vraag luidde: *Geven de resultaten van het NAM onderzoek voldoende wetenschappelijke aanleiding om effecten op de trekvogels in de Waddenzee te vermoeden, en zo ja, wat is de inschatting naar welke soorten de aandacht uit zou moeten gaan c.q. welke zijn het meest kwetsbaar?*

Op basis van theoretische analyses, zoals uitgevoerd door Bruinzeel *et al.* (2008) en Cork Ecology (2009) kan aannemelijk worden gemaakt dat jaarlijks grote aantallen over Noordzee trekkende vogels door verlichting op offshore platforms wordt aangetrokken. Onder ongunstige omstandigheden kunnen vogels dermate gedesoriënteerd raken dat duizenden vogels hiervan het slachtoffer worden. Hiertoe behoren ook vogelsoorten die in de Waddenzee beschermd zijn op basis van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Voor deze soorten geldt dat wanneer ingrepen buiten de Waddenzee en de Noordzeekustzone een negatief effect hebben op hun staat van instandhouding de effecten van deze ingrepen ook nader onderzocht zouden moeten worden. Een korte analyse, met beperkte hoeveelheden gegevens en slechts gebaseerd op één enkele soort, zoals die is uitgevoerd binnen deze rapportage kan hierover echter weinig uitsluitend geven. De populatiegrootte van arctisch broedende wadvogels wordt door veel meer processen (o.a. broedsucces) beïnvloed dan alleen de trekomstandigheden op de Noordzee. Veel van de parameters die nodig zijn om de effecten van offshore-platforms op de Noordzee goed te kunnen inschatten zijn onvoldoende goed bekend om de effecten van de platforms goed te kunnen kwantificeren. Uit de studie van Bruinzeel *et al.* (2008) blijkt dat Vink, Roerdomp, Pijlstaart, Steenloper, Waterral, Veldleeuwerik, Keep, Wintertaling, Smient, Blauwe reiger en Merel tot de meest gevoelige soorten behoren.

7. Literatuur

- Alerstam, T. (1990) Bird migration. *Cambridge University Press, Cambridge*, 420 p.
- Beauchamp, G. (2007) Exploring the role of vision in social foraging: What happens to group size, vigilance, spacing, aggression and habitat use in birds and mammals that forage at night? *Biological Reviews*, **82**, 511-525.
- Bird, B.L., Branch, L.C., & Miller, D.L. (2004) Effects of coastal lighting on foraging behavior of beach mice. *Conservation Biology*, **18**, 1435-1439.
- Bruinzeel, L.W., van Belle, J., Davids, L., & van de Laar, F. (2009) The impact of conventional illumination of offshore platforms in the north Sea on migratory bird populations. *A&W report 1227, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Veenwouden*, 38 p.
- Bryant, D.M. (1979) Effects of prey density and site character on estuary usage by overwintering waders (Charadrii). *Estuarine and Coastal Marine Science*, **9**, 369-384.
- Burton, N.H.K. & Armitage, M.J.S. (2005) Differences in the diurnal and nocturnal use of intertidal feeding grounds by Redshank *Tringa totanus*. *Bird Study*, **52**, 120-28.
- Cinzano, P., Falchi, F. & Elvidge, C.D. (2001) The first World Atlas of the artificial night sky brightness. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **328**, 689-707.
- Cork Ecology (2009) Study to evaluate the significance of impact of UK offshore installations on migratory birds. *Report Cork Ecology, Clonakilty*, 25 p.
- de Molenaar, J.G. (2003) Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier. *Alterra rapport 778, Wageningen*, 72 p.
- de Molenaar, J.G., Jonkers, D.A. & Henkens, R.J.H.G. (1997) Wegverlichting en natuur. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur. *DWW Ontsnipperingsreeks, deel 34. Dienst Wegen Waterbouw, Delft / IBN rapport 287, Wageningen*, 293 p.
- de Molenaar, J.G., Jonkers, D.A., & Sanders, M.E. (2000) Wegverlichting en natuur. III. Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie. *DWW-rapport P-DWW-2000-024, Delft / Alterra rapport 064, Wageningen*, 98 p.
- de Molenaar, J.G., Henkens, R.J.H.G., ter Braak, C., van Duyn, C., Hoefsloot, G. & Jonkers, D.A. (2003) Wegverlichting en natuur. IV. Effecten van wegverlichting op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren. *DWW-rapport P-DWW-2003-012, Delft / Alterra rapport 648, Wageningen*, 72 p.
- Dodd, S.L. & Colwell, M.A. (1996) Seasonal variation in diurnal and nocturnal distributions of nonbreeding shorebirds at North Humboldt Bay, California. *Condor*, **98**, 196-207.
- Dodson, S. (1990) Predicting diel vertical migration of zooplankton. *Limnology and Oceanography*, **35**(5), 1195-200.
- Dugan, P.J. (1981) The importance of nocturnal foraging in shorebirds: a consequence of increased invertebrate prey activity. In: *N.V. Jones & W.J. Wolff (eds.), Feeding and survival strategies of estuarine organisms*, Plenum Press, London, 251-61.
- Engelmoer, M. (2008) Breeding origins of wader populations utilizing the Dutch Wadden Sea as deduced from body dimensions, body mass, and primary moult. *Thesis, University of Groningen*, 226 p.
- Evans, A. (1987) Relative availability of the prey of wading birds by day and by night. *Marine Ecology Progress Series*, **37**, 103-07.
- Gliwicz, Z.M. (1986) A lunar cycle in zooplankton. *Ecology*, **67**(4), 883-97.
- Hötker, H. (1995) Aktivitätsrhythmus von Brandgänsen (*Tadorna tadorna*) und Watvögeln (Charadrii) an der Nordseeküste. *Journal für Ornithologie*, **136**, 105-26.
- Hötker, H. (1999) What determines the time-activity budgets of avocets (*Recurvirostra avocetta*)? *Journal für Ornithologie*, **140**(1), 57-71.
- Hüppop, O. (2007) How to see the invisible: Remote Techniques for Study of Offshore Bird Migration. In: PNWWRPM VI, Proceedings of the NSCC Wildlife Workshop Research Planning Meeting VI. San Antonio, TX November 14-15, 2006. Prepared for the Wildlife Workgroup of the National Wind Coordinating Collaborative by RESOLVE, Inc., Washington DC, Susan Savitt Schwartz (ed.), 138 p.
- Jones, J. & Francis, C.M. (2003) The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses. *Journal of Avian Biology*, **34**(4), 328-33.
- Longcore, T. & Rich, C. (2004) Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and Environment*, **2**(4), 191-98.

- Marquenie, J., Donners, M., Poot, H., Steckel, W., & de Wit, B. (2008) Adapting the spectral composition of artificial lighting to safeguard the environment. *Petroleum and Chemical Industry Conference Europe - Electrical and Instrumentation Applications, 2008. PCIC Europe*.
- Meltofte, H. (1985) Populations and breeding schedules of waders, Charadrii, in high arctic Greenland. *Meddelelser om Grønland, Bioscience*, **16**, 1-43.
- Mouritsen, H., Feenders, G., Liedvogel, M., Wada, K. & Jarvis, E.D. (2005) Night vision brain area in migratory songbirds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **102**, 8339-44.
- Mouritsen, K.N. (1994) Day and night feeding in Dunlins *Calidris alpina* - choice of habitat, foraging technique and prey. *Journal of Avian Biology*, **25**, 55-62.
- Newell, R.C. (1970) Biology of intertidal animals. *Logos, London*.
- NSV Commissie Lichthinder. (2003) Algemene richtlijn betreffende lichthinder. Deel 2, terreinverlichting. Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde, Arnhem.
- Pienkowski, M.W. (1981) How foraging plovers cope with environmental effects on invertebrate behaviour and availability. In: *N.V. Jones & W.J. Wolff (eds.), Feeding and survival strategies of estuarine organisms*, Plenum Press, London, 179-92.
- Pienkowski, M.W. (1983) Surface activity of some intertidal invertebrates in relation to temperature and the foraging behavior of their shorebird predators. *Marine Ecology-Progress Series*, **11**, 141-150.
- Poot, H., B.J. Ens, H. de Vries, Donners, M.A.H., Wernand, M.R., & Marquenie, J.M. (2008) Green Light for Nocturnally Migrating Birds *Ecology and Society*, **13**, 47 [online]
- Reijnen, R., Foppen, R., & Meeuwssen, H. (1996) The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation*, **75**, 255-260.
- Ritz, T., Adem, S. & Schulten, K. (2000) A Model for Photoreceptor-Based Magnetoreception in Birds *Biophysical Journal* **78**(2), 707-18.
- Robert, M. & McNeil, R. (1989) Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. *Ibis*, **131**, 69-79.
- Robert, M., McNeil, R. & Leduc, A. (1989) Conditions and significance of night feeding in shorebirds and other water birds in a tropical lagoon. *Auk*, **106**(1), 94-101.
- Rohweder, D.A. & Baverstock, P.R. (1996) Preliminary investigation of nocturnal habitat use by migratory waders (order Charadriiformes) in northern New South Wales. *Wildlife Research*, **23**, 169-84.
- Rojas de Azuaje, L., Tai, S. & McNeil, R. (1993) Comparison of rod/cone ratio in three species of shorebirds having different strategies. *Auk*, **110**, 141-45.
- Rojas, L.M., McNeil, R., Cabana, T. & Lachapelle, P. (1999) Diurnal and nocturnal visual capabilities in shorebirds as a function of their feeding strategies. *Brain, Behavior and Evolution*, **53**, 29-43.
- Sotto le Stelle, A. (2006) Lichtonderzoek Zeeland. Onderzoek naar de situatie van verlichting en duisternis in de provincie Zeeland. *Rapport in opdracht van de provincie Zeeland*, 44 p.
- Staine, K.J. & Burger, J. (1994) Nocturnal foraging behavior of breeding Piping Plovers (*Charadrius melodus*) in New-Jersey. *Auk*, **111**(3), 579-87.
- van de Laar, F.J.T. (2007) Groen licht voor vogels. Onderzoek naar het effect van een vogelvriendelijke lichtkleur. *Rapportage over NAM locatie L15-FA-1*, 23 p.
- van de Kam, J., Ens, B., Piersma, T., & Zwarts, L. (1999) Ecologische Atlas van de Nederlandse wadvogels. *Schuyt & Co, Haarlem*, 368 p.
- van Dobben, W.H. (1932) Waarnemingen aan de Eyerlandse vuurtoren 1931/32. *Stichting "Vogeltrekstation Texel". Eerste jaarverslag der Stichting en Mededeelingen betreffende de waarnemingsperioden herfst 1931 en voorjaar 1932*, 19-25.
- van Gils, J., Piersma, T., Dekinga, A. & Spaans, B. (2000) Voortdurend in de lucht: Zender-onderzoek aan Kanoeten *Calidris canutus* in de westelijke Waddenzee. *Limosa*, **73**(1), 29-34.
- van Roomen, M., van Turnhout, C., Nienhuis, J., Willems, F., & van Winden, E. (2002) Monitoring van watervogels als niet-broedvogel in de Nederlandse Waddenzee: evaluatie huidige opzet en voorstellen voor de toekomst. *SOVON-onderzoeksrapport 2002/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen: 58 p.*
- Verheyen, F.J. (1958) The mechanism of the trapping effect of artificial light sources upon animals. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, **13**, 1-107.
- Verheyen, F.J. (1985) Photopollution: Artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies. *Experimental Biology*, **44**, 1-18.
- Wiltschko, W., Munro, U., Ford, H. & Wiltschko, R. (1993) Red light disrupts magnetic orientation of migratory birds. *Nature*, **364**, 525 -27

- Wiltschko, W., Traudt, J., Gunturkun, O., Prior, H. & Wiltschko, R. (2002) Lateralization of magnetic compass orientation in a migratory bird. *Nature*, **419**, 467-70.
- Wiltschko, W. & Wiltschko, R. (1995) Migratory orientation of European Robins is affected by the wavelength of light as well as by a magnetic pulse *Journal of Comparative Physiology A*, **177**(3), 363-69.

Verantwoording

Rapport C122/09
Projectnummer: 430.62023.01

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Mw. Dr. I.Y.M. Tulp
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 25 november 2009

Akkoord: Drs. F.C. Groenendijk
Afdelingshoofd Ecologie

Handtekening:



Datum: 25 november 2009

Aantal exemplaren:	30
Aantal pagina's:	30
Aantal tabellen:	-
Aantal figuren:	7
Aantal bijlagen:	-