

Advies betreffende vogeltrek stilstandregeling voor windturbines op basis van voorspellingen en actuele metingen met behulp van militaire radars en weerradars

Adviesnummer:	<u>INBO.A.3725</u>
Auteur(s):	Joris Everaert
Contact:	Lode De Beck (lode.debeck@inbo.be)
Kenmerk aanvraag:	e-mail van 5 november 2018 ; ANB 2018/19
Geadresseerden:	Agentschap voor Natuur en Bos Afdeling AVES en Relatiebeheer T.a.v. Lien Poelmans Herman Teirlinckgebouw Havenlaan 88 bus 75 1000 Brussel lien.poelmans@vlaanderen.be
Cc:	Agentschap voor Natuur en Bos Joris Janssens (joris.janssens@vlaanderen.be)

Dr. Maurice Hoffmann
Administrateur-generaal wnd.

Aanleiding

Om de impact van windturbines op trekvogels tijdens de voorjaars- en najaarstrek te milderen wordt door studiebureau's voorgesteld om een stilstandregeling te voorzien waarbij tijdens gunstige omstandigheden voor vogeltrek de windturbines stilgelegd zullen worden. Hiervoor worden volgende websites gebruikt waarop informatie te vinden is over vogeltrekintensiteit in de vorm van radarmetingen, waarschuwingen en een voorspellingsmodel:

- <https://www.notams.faa.gov/common/birdtam.html>
- <http://www.flysafe-birdtam.eu/>

De windturbines worden dan stilgelegd als de trekintensiteit een bepaalde score bereikt.

Vraag

- 1) Zijn de informatiebronnen enigszins betrouwbaar?
- 2) Kunnen deze informatiebronnen gebruikt worden om effecten van windturbines op vogels tijdens hun trek effectief te milderen?

Toelichting

1 Beschrijving van de informatiebronnen

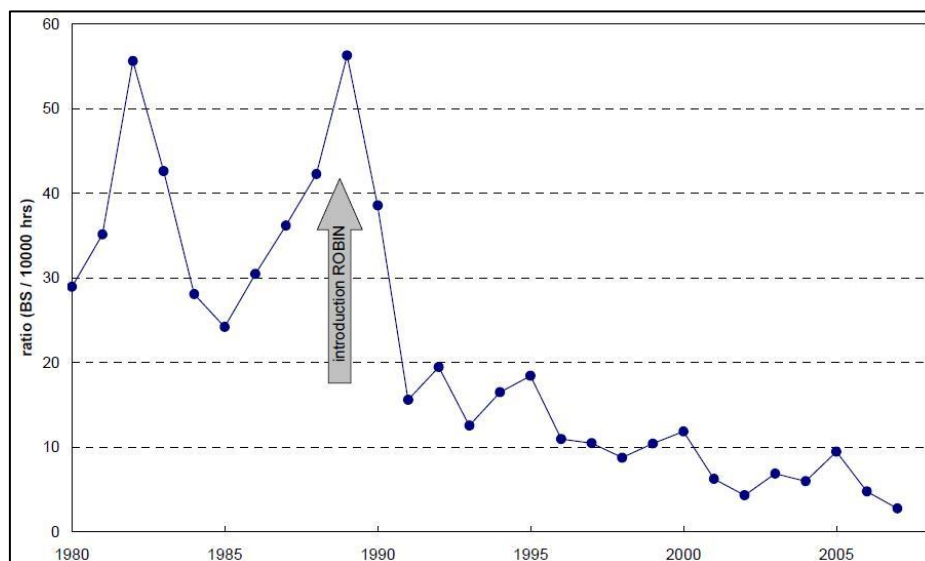
1.1 Waarschuwing van actueel hoge vogelintensiteit

In Noordwest-Europa worden actuele metingen van militaire radars in Duitsland, Nederland en België vertaald naar een BIRDTAM ('bird notice to airmen') systeem. Een BIRDTAM is een speciale NOTAM ('notice to airmen'), een waarschuwingsbericht aan piloten. BIRDTAM heeft zijn oorsprong binnen militaire diensten en is gebaseerd op een NATO standaard voor piloten om bepaalde gebieden te mijden omwille van de kans op aanvaringen met vogels. Er worden hiervoor diverse systemen gebruikt om vogeltrek uit de radarbeelden te selecteren. Sinds 1989 wordt hierbij ook gebruik gemaakt van het softwaresysteem ROBIN (Radar Observation of Bird INTensities) van het in Nederland gevestigde bedrijf Robin Radar Systems. Sinds de introductie van dit systeem is een duidelijke daling te zien van het aantal vogelaanvaringen met militaire vliegtuigen in Nederland (figuur 1). De daling is ook een gevolg van wijzigingen in de organisatie van luchtmachtoperaties, maar er zijn duidelijke indicaties dat de introductie van ROBIN significant heeft bijgedragen aan die daling (Dekker *et al.* 2008).

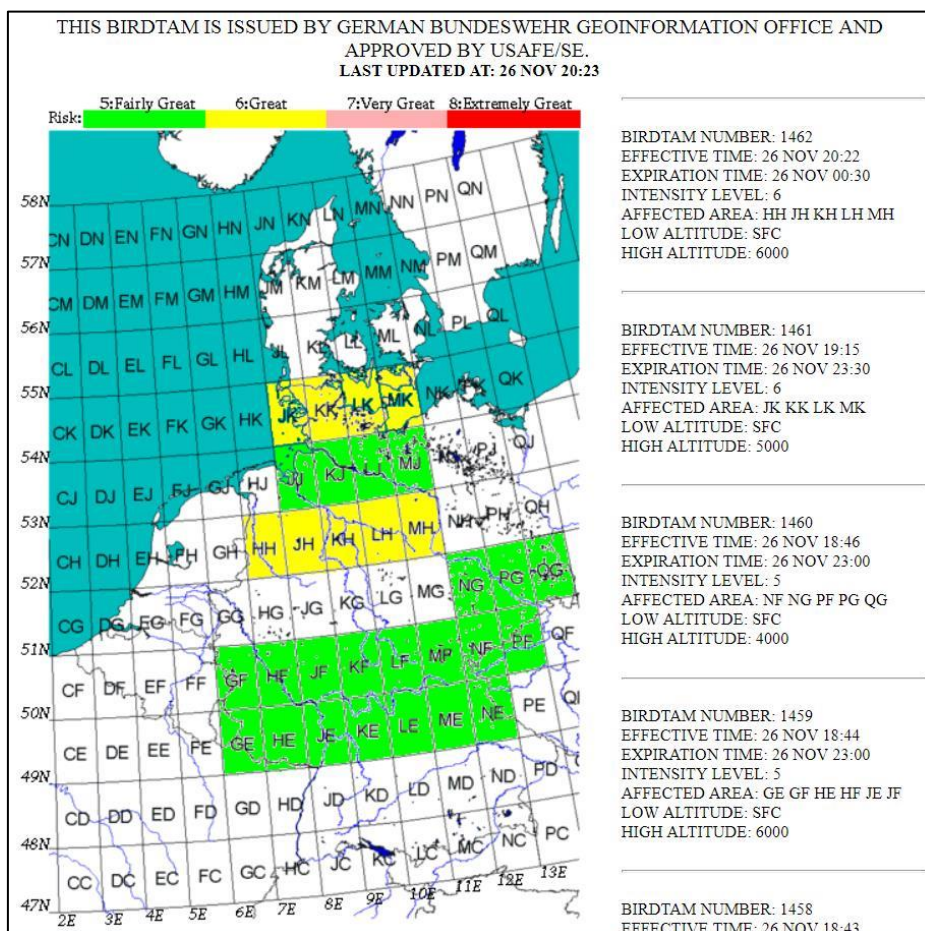
Via de internationale NOTAMS website¹ wordt momenteel een Noordwest-Europese BIRDTAM uitgegeven die geldig is voor de komende paar uur (figuur 2). Het is in feite een samenvoeging van de in Duitsland, Nederland en België uitgegeven BIRDTAM. Dit systeem is goedgekeurd door de Amerikaanse luchtmacht in Europa (USAFE: United States Air Forces in Europe). Op de website is een actuele vogeltrekintensiteit (als dichtheid) weergegeven voor alle vogels samen en zonder hoogteverdelingen (Dekker *et al.* 2008). Een ruwe inschatting van de maximumhoogte van vogeltrek is wel opgenomen ('high altitude' op figuur 2). Het systeem is geen model maar gebaseerd op weergegevens en radarmetingen en schattingen van de intensiteit van vogeltrek. Door fundamentele verschillen tussen militaire systemen in de verschillende landen, zijn de gebruikte gegevens niet automatisch compatibel op dezelfde schaal waardoor de BIRDTAM handmatig en mede op basis van een expertenoordeel wordt bepaald (mededeling Hans van Gasteren, hoofd Bureau Natuur, Koninklijke Nederlandse Luchtmacht). Op de website is een quasi realtime BIRDTAM weergegeven die geldig blijft

¹ <https://www.notams.faa.gov/common/birdtam.html>

voor enkele uren, op een schaal van 0 (laag risico) tot 8 (zeer groot risico) in een raster met een resolutie van één lengtegraad op één breedtegraad (figuur 2).



Figuur 1. Vogelaanvaringen (aantal per 10.000 vlieguren) met straaljagers in Nederland in de periode 1980-2007, met de introductie van de ROBIN software in 1989. Bron: Dekker et al. (2008).



Figuur 2. BIRD TAM voor Noordwest-Europa op de NOTAMS website.

1.2 Voorspelling van hoge vogelintensiteit

1.2.1 FlySafe voorspellingsmodel en metingen in België en Nederland

Hoewel de BIRDTAM waarschuwingen op basis van actuele radarmetingen hun nut hebben bewezen (zie 1.1), zorgen ze ook dat operaties van de luchtmacht plots kunnen worden beïnvloed. Daarom werd tussen 2002 en 2009 eerst het 'Bird Avoidance Model' (BAM) en uiteindelijk (als opvolger) het 'FlySafe bird avoidance model' ontwikkeld om de vogeltrek tot enkele dagen op voorhand te voorspellen (van Gasteren *et al.* 2012).

Het FlySafe project werd geïnitieerd door het Europees ruimteagentschap (ESA: European Space Agency) in samenwerking met de Belgische en Nederlandse luchtmacht en de Universiteit van Amsterdam, om de luchtvaartveiligheid in Noordwest-Europa te verbeteren (Dekker *et al.* 2008, van Gasteren *et al.* 2008a, Ginati *et al.* 2010, van Gasteren *et al.* 2012). Ondertussen werken nog andere instanties mee. Het FlySafe model is specifiek gemaakt om de kans op aanvaringen tussen vogels en militaire vliegtuigen te verminderen, op basis van een waarschuwing van al dan niet intense vogeltrek. Voor dit model gebruikt het Bureau Natuur van de Koninklijke Nederlandse Luchtmacht een combinatie van verschillende verwachtingsmodellen die verbanden leggen tussen weer en vogeltrek. Men geeft met het huidige FlySafe model voorspellingen over de intensiteit van vogeltrek (als dichtheid) tot drie dagen op voorhand, in een lage resolutie van vier regio's in Nederland en België (zie verder). In het huidige voorspellingsmodel wordt gebruik gemaakt van verschillende detectiesystemen in de ruimte en op de grond, met informatie van militaire radars (zonder gedetailleerde hoogteverdelingen), geografie en weersvoorspellingen (van Gasteren *et al.* 2008b, van Gasteren *et al.* 2012). Verder worden op de website van het FlySafe project ook actuele metingen van vogeltrek intensiteit (als dichtheid) weergegeven op basis van vijf weerradars in Nederland en België. Deze weerradar metingen staan voorlopig nog los van het voorspellingsmodel.

Het gebruik van de trekvoorspelling en weergave van actuele trekintensiteit op de FlySafe website is in principe kosteloos, maar voor structureel gebruik is samenwerking aangewezen. Het is dan bijvoorbeeld mogelijk om een geautomatiseerd bericht te ontvangen over trekintensiteit, en een waarschuwing als de trek een bepaalde grenswaarde kan overstijgen.

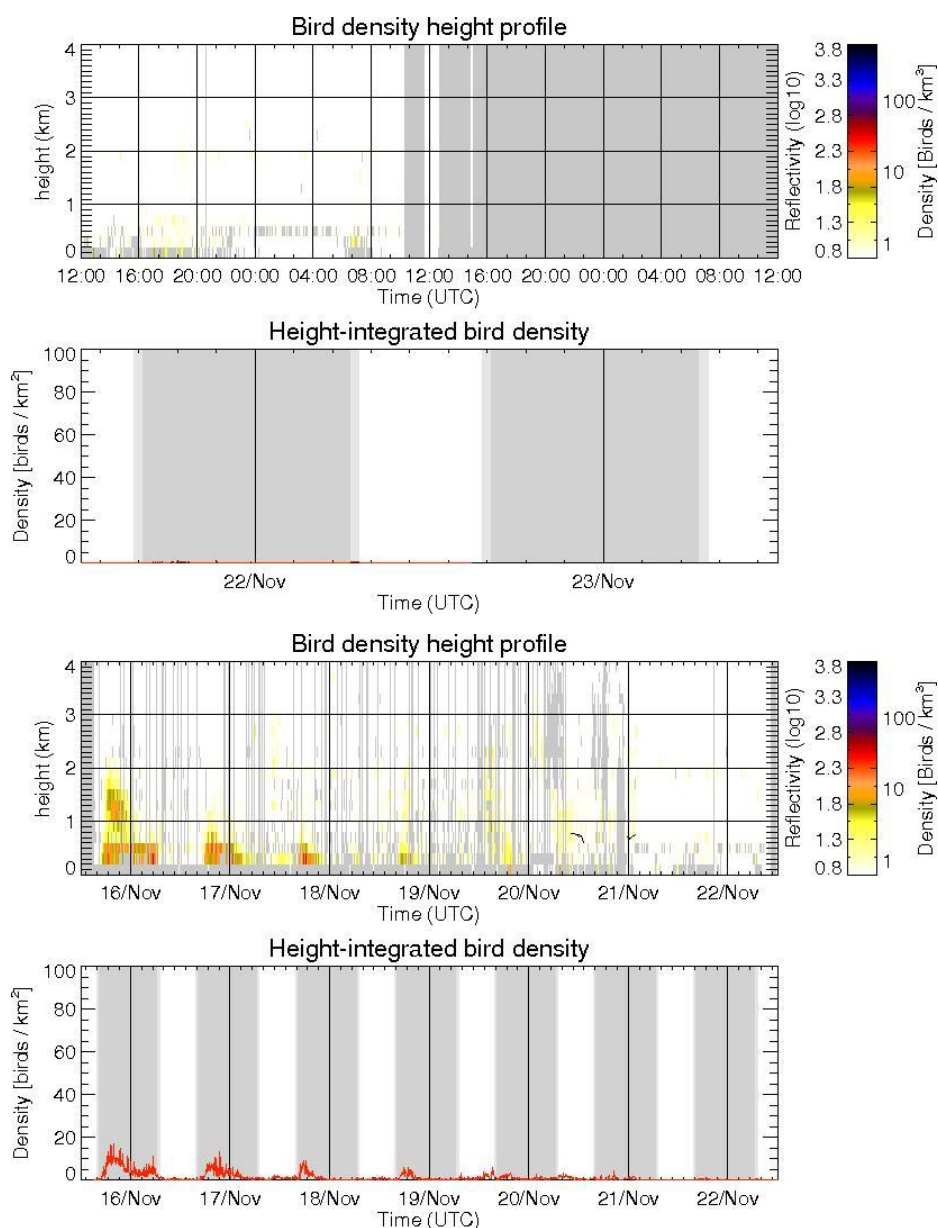
Concreet is volgende informatie beschikbaar op de FlySafe website²:

- Gemeten vogeldensiteit, apart weergegeven voor vijf weerradars (Herwijnen en Den Helder voor Nederland, en Wideumont, Jabbeke en Zaventem voor België). Er is hierbij telkens een weergave van vogeldensiteit tot 4 km hoogte per 200 m en voor alle hoogtes samen, en dit quasi realtime van de laatste 24 uur, en van de laatste 7 dagen (figuur 3).
- FlySafe modelvoorspelling van de intensiteit (zonder hoogteverdeling) van vogeltrek apart weergegeven voor vier regio's (Noordzee, Noordelijk Nederland, Oostelijk België, Centraal België) tot drie dagen op voorhand, gebaseerd op weersvoorspellingen en kennis uit historische metingen van vogeltrek met militaire radars. De voorspelling (figuur 4) bevat twee onderdelen:
 - Een voorspelde en gemeten vogeltrek intensiteit per uur, waarbij de variatie van de voorspelling gebaseerd is op ongeveer vijftig modellen (bovenste grafiek, figuur 4).
 - Een voorspelde BIRDTAM trekintensiteit per uur, waarbij de vogeltrek intensiteit is omgezet naar een waarschuwningsniveau's voor piloten een schaal van 0 (laag risico) tot 8 (zeer groot risico) (onderste grafiek figuur 4).

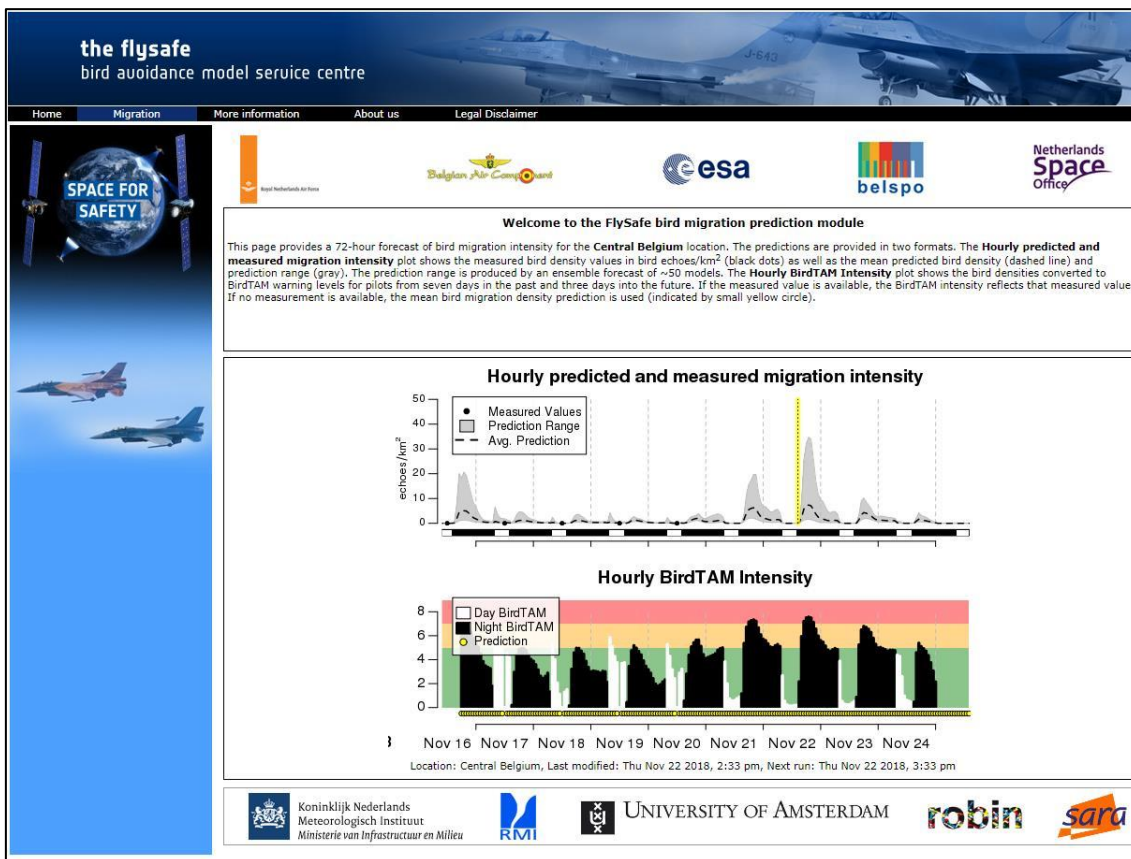
² <http://www.flysafe-birdtam.eu/>

In de toekomst wil men de globale vogeltrekverwachtingen volledig baseren op het OPERA netwerk van weerradars in Europa (model in ontwikkeling) en de vogeltrek in Europa ook effectief met deze weerradars registreren (Shamoun-Baranes *et al.* 2014, Alves *et al.* 2016, Bauer *et al.* 2017, Dokter *et al.* 2018, Bauer *et al.* 2019). Verder wil men de actuele radargegevens proberen mee te nemen in voorspellingsmodellen, en het is ook de bedoeling om in de voorspellingen dankzij het gebruik van weerradars gedetailleerde hoogteverdelingen (per 200 m) op te nemen.

Het FlySafe project tracht de radardetectie van vogels ook steeds te verbeteren. In kader van het project worden diverse sensoren getest waaronder ook zogenaamde vogelradars op militaire vliegvelden. Dat zijn radars met een beperkter bereik dan de gebruikelijke militaire radars en weerradars, maar die speciaal zijn ontwikkeld om vogels (beter) te detecteren en dit met een hoge resolutie waarbij ook individuele vogels beter kunnen onderscheiden worden (zie ook 1.2.2).



Figuur 3. Gemeten vogeldensiteit van de laatste 24 uur (boven) en van de laatste 7 dagen (onder), apart beschikbaar voor vijf weerradars in Nederland en België. Grijskleur = geen data ('Bird density height profile'). Op 'Height-integrated bird density' grafieken is de nachtperiode (tussen zonsondergang en zonsopgang) in grijskleur weergegeven.



Figuur 4. Voorspelde (tot 24 november) en gemeten (tot 21 november) vogeltrekintensiteit op de FlySafe website, hier met selectie van de regio 'Centraal België'. Bovenste grafiek: gemeten en voorspelde trekintensiteit per uur. De gemeten trekintensiteit is regelmatig (zoals hier in dit voorbeeld) niet zichtbaar of onvolledig op de website. Onderste grafiek: voorspelde trekintensiteit omgezet naar een BIRD TAM waarschuwningsniveau voor piloten op een schaal van 0 (laag risico) tot 8 (zeer groot risico).

1.2.2 Geplande lokale vogeltrekmodellen

Tegen begin 2019 gaat men vanuit Defensie in Nederland verschillende lokale vogelradars op enkele vliegvelden installeren (mededeling Hans van Gasteren).

Samen met Rijkswaterstaat (in relatie tot windparken) en de Universiteit van Amsterdam (onderzoekspartner voor het ontwikkelen van vogeltrekmodellen) zijn onlangs een aantal onderzoeksprogramma's opgezet waarin vogelradars zullen worden geïnstalleerd en waarbij ook de ontwikkeling van vogeltrekmodellen op lokale schaal (bv. windturbinepark) het uitgangspunt vormt (zie ook testcase hieronder). Deze nieuwe generatie vogeltrekmodellen (als vervangers van het huidige FlySafe) zullen uiteindelijk ontwikkeld worden op basis van de vele jaren data die men al met weerradars heeft verzameld, in combinatie met de lokale vogelradars in bijvoorbeeld windparken (Bauer *et al.* 2017 & 2019). Het doel is ook om hiermee vogeltrek op een betrouwbare manier te voorspellen om op basis daarvan stilstandvoorzieningen voor bepaalde windparken toe te passen. Men probeert nu met verschillende instanties samen te werken waaronder het Nederlandse studie bureau Bureau Waardenburg (zie testcase hieronder). Een netwerk van de vele vogelradars onder dekking van het weerradar netwerk moet in de toekomst een betrouwbaar meetnet vormen.

Testcase: Vogeltrek stilstandvoorziening Eemshaven (NL)

In de Eemshaven (provincie Groningen, Nederland) en omgeving staan momenteel ongeveer 90 windturbines. Het voornemen bestaat om het aantal verder uit te breiden met ruim 60 windturbines. De huidige windturbines veroorzaken echter een groot aantal aanvaringslachtoffers onder vogels, in vergelijking met windturbines elders in Nederland. Grote aantallen vogels vliegen over het Eemshavengebied door de combinatie van de ligging aan de kust in het uiterste noordoosten van het land waardoor trekvogels hier bij zij- of tegenwind samengestuwd worden en op rotorhoogte overvliegen en de ligging aan de Waddenzee met grote aantallen wadvogels. In totaal vallen er bij de bestaande windturbines (in kader van een onderzoek sinds 2009) jaarlijks gezamenlijk enkele duizenden vogelslachtoffers, waarvan ongeveer 45% bestaat uit zangvogels op seizoenstrek (Klop & Brenninkmeijer 2014, Krijgsveld *et al.* 2016).

In het rapport 'Stilstandsvoorziening windturbines Eemshaven' (Krijgsveld *et al.* 2016) dat Bureau Waardenburg in samenwerking met Altenburg & Wymenga in opdracht van de Provincie Groningen opstelde, is theoretisch beschreven hoe met behulp van een stilstandvoorziening de sterfte onder vogels zoveel mogelijk beperkt kan worden. Door de windturbines gedurende 25 nachten met de meest intense trek stil te zetten kan de sterfte van vogels tijdens de nachtelijke seizoenstrek over de Eemshaven met ongeveer 75% gereduceerd worden. Daarnaast zijn in het rapport verschillende manieren uitgewerkt waarop een dergelijke stilstandvoorziening in de praktijk gebracht kan worden. De meest efficiënte manier is door middel van vooronderzoek waarbij de werkelijke trekintensiteit gemeten wordt met een vogelradar in de Eemshaven. De provincie Groningen heeft beslist een dergelijk vogelradarsysteem in de Eemshaven toe te passen. In combinatie met de gegevens van de radars die voor het huidige FlySafe model gebruikt worden, zal met de gegevens van de vogelradar getracht worden een betrouwbaar voorspellingsmodel te maken voor de trekintensiteit op rotorhoogte van windturbines.

Ondertussen is in de Eemshaven gestart met de voorbereiding van dergelijk project, in opdracht van de provincie Groningen, Rijkswaterstaat en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. In samenwerking met de Universiteit van Amsterdam en Altenburg & Wymenga voert Bureau Waardenburg met behulp van hun vogelradar (figuur 5) in het najaar van 2018 een haalbaarheidsstudie uit, waarin men onderzoekt in hoeverre het mogelijk is om intensieve trek op rotorhoogte te voorspellen. Als de haalbaarheidsstudie goeie resultaten levert, kan men dan in 2019 starten met een meerjarenproject om een voorspellingsmodel proberen te maken dat kan gebruikt worden als aansturing van een betrouwbare stilstandregeling van de huidige en bijkomende windturbines in de Eemshaven^{3,4,5}.



Figuur 5. Vogelradar aan het Eemshaven windpark
(Bureau Waardenburg)

³ <https://www.buwa.nl/vogelradar-max-eemshaven.html>

⁴ <https://nos.nl/artikel/2244748-nieuwe-radar-moet-levens-trekvogels-redden-van-windmolens.html>

⁵ <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/193586/Vogelradar-voor-windmolens-in-Eemshaven-is-nog-lang-niet-klaar>

1.3 Eventueel aanvullende informatiebronnen

Historische en actuele gegevens van gewone (visuele) trektellingen van amateurornithologen op verschillende vaste telpunten in Vlaanderen zijn beschikbaar op de 'trektellen' website⁶. Voorspellingen van vogeltrek enkele dagen vooruit voor bepaalde locaties in Vlaanderen kunnen hier echter niet mee gemaakt worden. Tijdens het najaar kunnen tellingen van bepaalde trekvogels (bv. roofvogels) op referentiepunten in de meer noordelijke landen wel een ruwe indicatie geven van het potentieel aan vogels dat onderweg is (Peeters 2007). Hiervoor kunnen we vooral terugvallen op de tellingen aan de Falsterbo trektelpost, gesitueerd op een landengte in de zuidoostelijke punt van Zweden. De resultaten van deze permanent bezette trektelpost worden dagelijks beschikbaar gesteld op een website⁷. Falsterbo is omwille van zijn ligging één van de beste plekken in Europa om massale najaarstrek van zangvogels en roofvogels te zien. Een deel van de doortrekkers in Vlaanderen, passeren in het najaar dan ook eerst over Falsterbo.

In de periode 2001 tot 2006 werd op basis van een experimenteel model getracht om in het najaar de roofvogeltrek in Vlaanderen kwantitatief te voorspellen op basis van weersverwachtingen en de tellingen in Falsterbo (Feryn 2003). Maar niet alle in de zuidelijke punt van Zweden overtrekkende roofvogels worden in Falsterbo geteld. Bij rugwind steken ze bijvoorbeeld over een breder front over. Verder kunnen ook veel roofvogels met een meer noordoostelijke herkomst Vlaanderen bereiken. Of en hoe de trekvogels in Vlaanderen geraken is o.a. afhankelijk van de soort en verschillende weersfactoren. Hierdoor kwamen de voorspellingen van het model ook onvoldoende uit. Eind 2006 werd de verdere ontwikkeling van het model beëindigd omwille van onvoldoende kennis en omdat de materie te complex is (Peeters 2007). Sinds 2007 tracht men op een interactieve niet gestandaardiseerde manier de roofvogeltrek in Vlaanderen te voorspellen via forums en sociale media (Peeters 2007). Hierbij worden geen kwantitatieve schattingen gegeven maar eerder of er al dan niet indicaties zijn voor intense roofvogeltrek.

2 Betrouwbaarheid van de informatiebronnen

De onderstaande tekst is opgemaakt uit een compilatie van beschikbare literatuur en recente contacten met de experts Hans van Gasteren (vogelradar onderzoek, hoofd Bureau Natuur, Koninklijke Nederlandse Luchtmacht), Jonne Kleyheeg-Hartman en Hein Prinsen (vogelradar onderzoek effecten windturbines, Bureau Waardenburg) en Robin Brabant (vogelradar onderzoek effecten windturbines, KBIN). Deze experts zijn rechtstreeks betrokken bij de vogeltrek metingen en/of waarschuwingen en voorspellingen zoals beschreven in deel 1.1 en 1.2. Binnen het tijdsbestek van een advies was er geen mogelijkheid voor een diepgaande literatuurstudie en/of uitgebreide bevraging bij alle experts binnen Europa.

Zowel de Noordwest-Europese BIRDTAM informatie (waarschuwingen op basis van radarmetingen van actuele vogeltrek) als de huidige FlySafe informatie voor België en Nederland (waarschuwingen op basis van een vogeltrek voorspellingsmodel, en radarmetingen van actuele vogeltrek) zijn relatief betrouwbaar voor de luchtvaart omdat hiermee de kans op aanvaringen tussen vogels en militaire vliegtuigen duidelijk kan verminderd worden (zie ook 1.1). De voorspelde trekintensiteit van het huidige FlySafe model komt globaal gezien (voor alle soortgroepen) echter niet altijd goed overeen met de uiteindelijk daadwerkelijk optredende trekintensiteit (van Gasteren *et al.* 2012, Liechi *et al.* 2019, mededeling Jonne Kleyheeg-Hartman). Het is bovendien te verwachten dat de algemene trekvogelvoorspellingen van het huidige model op specifieke locaties (bv. windpark) nog minder overeenkomen met de werkelijke trekintensiteit omdat die sterk afhankelijk is van factoren zoals landschappelijke kenmerken en weersomstandigheden die

⁶ <http://www.trektellen.org>

⁷ <https://www.falsterbofagelstation.se>

ook lokaal een invloed hebben (Peeters 2007, Shamoun-Baranes *et al.* 2010). Voor de nachtelijke trek van zangvogels op grote hoogte komen de voorspellingen relatief gezien beter overeen met de waargenomen trek (Krijgsveld *et al.* 2016, Nilsson *et al.* 2018).

Bij de voorspellingen van het huidige FlySafe voorspellingsmodel (op basis van historische data van de militaire radars) is geen hoogteverdeling opgenomen (zie 1.2.1). De huidige voorspellingen zijn wel specifiek bedoeld voor hoogtes waarop vliegbewegingen met militaire vliegtuigen plaatsvinden. Voor de militaire radars geldt dat informatie over vogeltrek verzameld wordt voor twee hoogtebanden (100-1.100 m en 1.100-2.500 m). Binnen deze hoogtebanden zijn geen gegevens beschikbaar over verschillende vlieghoogtes van vogels. Informatie over de eerste 100 m vanaf het maaiveld ontbreekt ook grotendeels voor deze radars, vanwege de afstand tot de radar en de kromming van de aarde (Kemp *et al.* 2010; van Belle *et al.* 2007, Nilsson *et al.* 2018).

In de toekomst wil men het FlySafe model ook laten gebruik maken van weerradar metingen (zie 1.2.1, voorlaatste paragraaf). De weerradars verzamelen informatie in hoogtebanden per 200 m. Voor deze radars geldt dat de detectiecapaciteit in de onderste band (0-200 m) wel beperkt is omdat er in deze band sprake is van veel zogenaamde 'clutter' (ruis) door aanwezige objecten in het landschap (Shamoun-Baranes *et al.* 2016). Uit ervaring blijkt dat weerradars de vogeltrek in een vlak landschap tot ongeveer 35 km afstand van de radar toch al vanaf ruwweg 50 m hoogte goed kunnen detecteren (mededeling Hans van Gasteren). Om met de hulp van een vogelradar een validatietest uit te voeren van een weerradar, wordt bovendien aangeraden om de vogelradar op minimaal 5 km en maximaal 25 à 35 km van de weerradar te plaatsen omdat weerradars technisch gezien binnen die afstand de trekintensiteit (als dichtheid) van vogels kunnen meten (Van Gasteren *et al.* 2008b, Dokter *et al.* 2010, Dokter *et al.* 2018, Nilsson *et al.* 2018). Verder is in de onderste hoogteband (0-200 m) van weerradars geen onderscheid te maken tussen seizoensgebonden vogeltrek en dagelijkse vliegbewegingen van lokale vogels. In onderzoeken naar vogeltrek op basis van weerradar data wordt de informatie uit de onderste band ook om die reden vaak weggelaten (Kemp *et al.* 2013; Dokter *et al.* 2010 & 2018; Shamoun-Baranes *et al.* 2016, Nilsson *et al.* 2018). Met lokale vogelradars is dat onderscheid beter te maken dankzij de hogere resolutie en betere algoritmes om 'echte' vogels te detecteren tot op zeer lage hoogtes, en met behulp van opgebouwde kennis van de lokale vliegbewegingen.

In kader van de Europese COST (European Cooperation in Science and Technology) actie ENRAM⁸ (European Network for the Radar surveillance of Animal Movement) werden onlangs nog validatie-experimenten uitgevoerd waarbij de gegevens van verschillende weerradars (o.a. deze in Jabbeke, W-VI.) werden vergeleken met deze van echte vogelradars die in de omgeving ervan werden geplaatst (Liechti *et al.* 2019). De resultaten bevestigen dat weerradars gebruikt kunnen worden voor monitoring van nachtelijke vogeltrek, in ieder geval op hoogtes van meer dan 200 m. Globale patronen van vogeltrek intensiteit zoals vastgesteld door de weerradars kwamen regelmatig overeen met de vaststellingen van de vogelradars. De absolute aantallen kwamen slechts in enkele gevallen overeen. Verder werd ook geconcludeerd dat onderzoek moet uitgevoerd worden naar de topografie en de ruis door aanwezige objecten in het landschap, vooraleer een weerradar kan gebruikt worden om voor een bepaald gebied de vogeltrek te modelleren.

Zoals in deel 1.2.2 al aangehaald, zullen de komende jaren in Nederland (en misschien ook België) vogelradars worden geplaatst om in combinatie met de weerradars in de toekomst een meer betrouwbaar meetnet te vormen. Het is daarbij de bedoeling om de huidige voorspellingen te verbeteren met nieuwe modellen op zowel Europees (FlySafe-2) als lokaal (windpark) niveau, maar dit kan nog meerdere jaren duren.

⁸ <http://www.enram.eu/>

Het gebruik van aanvullende informatie uit gewone (visuele) trektellingen van amateur-ornithologen (zie 1.3) kan een beperkte meerwaarde zijn voor de voorspellingen van de huidige (en toekomstige) modellen vanuit de luchtvaartsector. Dergelijke aanvullende informatie moet echter manueel worden opgezocht en verwerkt. De inschattingen van intense vogeltrek (bv. roofvogels) in Vlaanderen, die op forums van ornithologen worden gemaakt op basis van de tellingen in meer noordelijke trektelposten zoals van Falsterbo, komen soms vrij goed uit maar vaak helemaal niet. Er bestaat ook geen werkend voorspellingsmodel voor zuidgerichte trek van vogels die Falsterbo zijn gepasseerd.

3 Toepasbaarheid voor mildering effecten windturbines op trekvogels

In de INBO leidraad uit 2015 is beschreven dat windturbines eventueel kunnen stilgelegd worden gedurende de momenten van intense lokale (dagelijkse) of seizoensgebonden vogeltrek (Everaert 2015). De vogeltrekmodellen zoals hierboven beschreven, werden nog niet besproken in deze leidraad. Het voorliggend advies kan aanzien worden als een aanvulling op de betreffende leidraad. De onderstaande tekst is opgemaakt op basis van de conclusies in voorgaande delen van dit advies en recente contacten met de experts zoals genoemd in deel 2.

3.1 Bruikbaarheid van de informatiebronnen

Zoals aangegeven in deel 2, komt de voorspelde trekintensiteit van het huidige FlySafe model niet altijd goed overeen met de uiteindelijk daadwerkelijk optredende trekintensiteit. Bij zowel de actuele BIRDTAM waarschuwing voor luchtmachtpiloten als de voorspelling en waarschuwing van het huidige FlySafe model (zie o.a. figuur 4) is bovendien geen hoogteverdeling opgenomen. Dit is een belangrijk gegeven want de vogeltrek kan sterk verschillen afhankelijk van de hoogte. De huidige voorspellingen zijn wel bedoeld voor hoogtes waarop vliegbewegingen met militaire vliegtuigen plaatsvinden.

Voor specifieke locaties (bv. windparken) spelen heel wat lokale factoren mee waardoor de werkelijke intensiteit van vogeltrek sterk kan afwijken van de voorspelling of zelfs de actuele radarmetingen op grotere schaal (zie deel 2). Dat zou ertoe kunnen leiden dat bij een stilstandregeling op basis van deze modellen de windturbines draaien in nachten met intensieve trek, of andersom.

De huidige informatiebronnen zijn in regel onvoldoende betrouwbaar om gebruikt te kunnen worden voor de aansturing van een degelijke stilstandregeling bij windturbines. Ook de meerwaarde van een combinatie met aanvullende informatie van websites waar visuele waarnemingen van trekvogels worden verzameld, is twijfelachtig. Een betrouwbaar voorspellingsmodel voor intensieve vogeltrek is vooral belangrijk op locaties waar een windpark belangrijke negatieve effecten kan veroorzaken op trekvogels.

In de toekomst zal de globale trekvoorspelling normaal gebeuren met informatie van weerradars. Op dat moment zou deze voorspelling ook voor windparken beter moeten kunnen worden omdat de weerradars (in tegenstelling tot de militaire radars) een hoogteverdeling hebben per 200 m. Maar ook dan zal voor een windpark op meer dan 35 km van een weerradar het gebruik van een algemeen voorspellingsmodel minder bruikbaar zijn (zie deel 2). Voor de aansturing van een betrouwbare stilstandregeling (ook voor een windpark op meer dan 35 km van een weerradar) is het gebruik van een lokaal voorspellingsmodel mede op basis van metingen met een lokale vogelradar vereist. Hiervoor zal eerst een haalbaarheidsstudie nodig zijn (zie bv. Eemshaven windpark, deel 1.2.2). Aangezien de hoogte van de vogeltrek essentieel is (alleen rondom rotorhoogte van de windturbines) is een driedimensionale vogelradar een minimale eis. Op die manier kunnen de dichtstbijzijnde weerradars gevalideerd worden (Krijgsveld *et al.* 2016, Bauer *et al.* 2017).

Een verbetering van het huidige globale FlySafe voorspellingsmodel en de ontwikkeling van lokale modellen is in ieder geval gepland maar dit kan meerdere jaren duren. Samenwerking is hierbij een interessante piste voor een win-win resultaat. Met verschillende lokale vogelradars, weerradars en eventueel ook nog militaire radars, kan een dicht en betrouwbaar meetnet van vogelmonitoring ontstaan. Zowel de Belgische als Nederlandse luchtmacht willen hierbij betrokken blijven. De Universiteit van Amsterdam (Willem Bouten en Judy Shamoun-Baranes) heeft daarin een leidende rol.

3.2 Huidige alternatieven met ogenblikkelijke stillegssystemen

Een alternatief dat nu wel al kan werken als milderende maatregel is het plaatsen van een lokale vogelradar die een stilstandvoorziening aanstuurt zodat windturbines ogenblikkelijk (zgn. realtime) kunnen stilgelegd worden^{9,10} op basis van de actuele radardetectie (Krijgsveld *et al.* 2016). Dit kan ingezet worden voor globale vogeltrek en voor intense dagelijkse vliegbewegingen in groep van bepaalde lokale vogels. Daarnaast kan dergelijk systeem mogelijk ook worden ingezet voor (plotse) momenten van intense tijdelijke roofvogeltrek, en voor random vliegbewegingen van individueel vliegende vogels.

Een ander alternatief systeem werkt op basis van cameradetectie (bv. DTBird¹¹). Zo'n camerasysteem kan op een windturbine geplaatst worden, en registreert dan wanneer vogels in het draaivlak van de rotors (dreigen te) komen, waarna een stop-commando de windturbine automatisch stillegt. Als alternatief voor zo'n stop-commando heeft men ook een geluidssignaal-commando ontwikkeld om vogels te proberen verjagen. Dergelijk systeem moet wel nog geoptimaliseerd worden om voor alle soortgroepen goed te werken, zeker tijdens de nacht (Krijgsveld *et al.* 2016). Door de korte detectieafstand (zeker voor middelgrote tot kleine vogels) is het mogelijk dat aanvaringen niet altijd op tijd kunnen vermeden worden (stilstand in 17 tot 53 seconden¹¹). Voor situaties met intense trek van zangvogels zal het systeem hierdoor bijvoorbeeld moeilijker in te zetten zijn dan voor de trek en meer random vliegbewegingen van roofvogels. Om een substantiële reductie van aantallen slachtoffers te bewerkstelligen, zou het systeem geïnstalleerd moeten worden op meerdere turbines waar veel slachtoffers vallen of kunnen vallen (May *et al.* 2012 & 2015, Krijgsveld *et al.* 2016).

Conclusies

- 1) De huidige beschikbare informatiebronnen waarmee voorspellingen (en effectieve metingen) gebeuren van de intensiteit van vogeltrek zijn bruikbaar waarvoor ze ontwikkeld zijn, namelijk om de veiligheid binnen de militaire luchtvaart te verbeteren. Ze zijn onvoldoende betrouwbaar om de intensiteit van de vogeltrek op specifieke locaties en op windturbinehoogte te voorspellen. In de toekomst zou dit kunnen verbeteren met de ontwikkeling van betere ook lokale voorspellingsmodellen met behulp van de informatie uit weerradars en lokale vogelradars.
- 2) Momenteel zijn de huidige informatiebronnen onvoldoende betrouwbaar om gebruikt te worden voor de aansturing van een stilstandregeling bij windturbines gericht op trekvogels. Een betrouwbaar voorspellingsmodel is vooral belangrijk op locaties waar een windpark belangrijke negatieve effecten kan veroorzaken op trekvogels. In de toekomst kan dankzij de geplande ontwikkeling van betere ook lokale voorspellingsmodellen een betrouwbare stilstandregeling voor vogeltrek wellicht wel worden ingezet.

⁹ <https://www.robinradar.com/markets/wind-farms/>

¹⁰ <https://detect-inc.com/wind-energy-bird-bat-radars/>

¹¹ <https://dtbird.com/>

Referenties

- Alves J.A., Shamoun-Baranes J., Desmet P., Dokter A.M., Bauer S., Hüppop O., Koistinen J., Leijnse H., Liechti F., van Gasteren H., van den Broeck W. & Chapman J.W. (2016). Monitoring continent-wide aerial patterns of bird movements using weather radars. In *BOU Proceedings - Birds in time and space: avian tracking and remote sensing BOU*.
- Bauer S., Chapman J.W., Reynolds D.R., Alves J.A., Dokter A.M., Menz M.M.H., Sapir N., Ciach M., Pettersson L.B., Kelly J.F., Leijnse H. & Shamoun-Baranes J. (2017). From Agricultural Benefits to Aviation Safety: Realizing the Potential of Continent-Wide Radar Networks. *BioScience* 67:912–918.
- Bauer S., Shamoun-Baranes J., Nilsson C., Farnsworth A., Kelly J.F., Reynolds D.R., Dokter A.M., Krauel J.F., Petterson L.B., Horton K.G. & Chapman J.W. (2019). The grand challenges of migration ecology that radar aeroecology can help answer. *Ecography* doi: 10.1111/ecog.04083. (accepted manuscript, first published 19 October 2018).
- Dekker A., van Gasteren H., Bouten W., Shamoun-Baranes J., Borst A., Holleman I., Dokter A., Ginati A. & Garofalo G. (2008). The European Space Agency's FlySafe project, looking at the bird strike problem from another perspective. 28th International Bird Strike Committee Meeting, Brazilia.
- Dokter A.M., Desmet P., Spaaks J.H., van Hoey S., Veen L., Verlinden L., Nilsson C., Haase G., Leijnse H., Farnsworth A., Bouten W & Shamoun-Baranes J. (2018). bioRad: biological analysis and visualization of weather radar data. *Ecography* 42: 1–9.
- Dokter A.M., Liechti F., Stark H., Delobbe L., Tabary P. & Holleman I. (2010). Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. *Journal of the Royal Society*; published online 2 June 2010.
- Everaert J. (2015). Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.6498022). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Feryn Y. (2003). Voorspelling van roofvogeltrek over Vlaanderen tijdens het najaar. *Natuur.Oriolus* 69: 98-103.
- Ginati A., Coppola A.D., Garofalo G., Shamoun-Baranes J., Bouten W., van Gasteren H., Dekker A. & Sorbi S. (2010). FlySafe: an early warning system to reduce risk of bird strikes. *ESA Bulletin* 144 | November 2010.
- Kemp M.U., Shamoun-Baranes J., Dokter A., van Loon E. & Bouten W. (2013). The influence of weather on the flight altitude of nocturnal migrants in mid-latitudes. *Ibis* 155:734-749.
- Kemp M.U., Shamoun-Baranes J., van Gasteren H., Bouten W. & van Loon E. (2010). Can wind help explain seasonal differences in avian migration speed? *Journal of Avian Biology* 41:672-677.
- Klop E. & Brenninkmeijer A. (2014). Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014, Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Krijgsveld K.L., Kleyheeg-Hartman J.C., Klop E. & Brenninkmeijer A. (2016). Stilstandsvoorziening windturbines Eemshaven. Mogelijkheden en consequenties. Bureau Waardenburg-rapportnr 16-100. Altenburg & Wymenga, Veenwouden en Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Liechti F., Aschwanden J., Blew J., Boos M., Brabant R., Dokter A. M., Kosarev V., Lukach M., Maruri M., Reyniers M., Schekler I., Schmaljohann H., Schmid B., Weisshaupt N. & Sapir N.

(2019). Crosscalibration of different radar systems for monitoring nocturnal bird migration across Europe and the Near East. *Ecography* doi: 10.1111/ecog.04041 (accepted manuscript, first published 23 October 2018).

May R., Hamre Ø., Vang R. & Nygård T. (2012). Evaluation of the DTBird video-system at the Smøla wind-power plant. Detection capabilities for capturing near-turbine avian behaviour. NINA Report 910.

May R., Reitan O., Bevanger K., Lorentsen S.-H. & Nygard T. (2015). Mitigating wind-turbine induced avian mortality: sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42:170-181.

Nilsson C., Dokter A.M., Schmid B., Scacco M., Verlinden L., Bäckman J., Haase G., Dell’Omo G., Chapman J.W., Leijnse H. & Liechti F. (2018). Field validation of radar systems for monitoring bird migration. *Journal of Applied Ecology* 55: 2552-2564.

Peeters L. (2007). Voorspelbaarheid van roofvogeltrek. *Natuur.Oriolus* 73(bijlage):89-100.

Shamoun-Baranes J., Alves J., Bauer S., Dokter A., Huppopp O., Koistinen J., Leijnse H., Liechti F., van Gasteren H. & Chapman J. (2014). Continental-scale radar monitoring of the aerial movements of animals. *Movement Ecology*, Vol. 2, No. 1, p. 9.

Shamoun-Baranes J., Bouten W. & van Loon E. (2010). Integrating Meteorology into Research on Migration. *Integrative and Comparative Biology* 50:280–292.

Shamoun-Baranes J., Farnsworth A., Aelterman B., Alves J.A., Azijn K., Bernstein G., Branco S., Desmet P., Dokter A.M., Horton K., Kelling S., Kelly J.F., Leijnse H., Rong J., Sheldon D., Van den Broeck W., Van Den Meersche K., Van Doren B.M. & van Gasteren H. (2016). Innovative Visualizations Shed Light on Avian Nocturnal Migration. *PLoS ONE* 11(8): e0160106. doi:10.1371/journal.pone.0160106

van Belle J., Bouten W., Shamoun-Baranes J. & van Loon E. (2007). An operational model predicting autumn bird migration intensities for flight safety. *Journal of Applied Ecology* 44: 864-874.

van Gasteren H., Shamoun-Baranes J., Ginati A. & Garofalo G. (2008a). AVIAN ALERT - A BIRD MIGRATION EARLY WARNING SYSTEM. 59th International astronomical federation, Glasgow Scotland.

van Gasteren H., Dekker A., Shamoun-Baranes J., Leijnse H., Kemp M., de Graaf M. & Bouten W. (2012). The FlySafe project: How weather radars can improve the en-route bird strike warning system. 30th IBSC Conference. International Bird Strike Committee.

van Gasteren H., Holleman I., Bouten W., van Loon E. & Shamoun-Baranes J. (2008b). Extracting bird migration information from C-band Doppler radar weather radars. *Ibis* 150:674-686.