



Adviesgroep Vogeltoets

Vogelradar regionale luchthavens en monitoring Lelystad Airport
Advies aan het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Vogelradar? Ja, maar .. !!

Den Haag, 8 juni 2020



Adviesgroep Vogeltoets

Op grond van afspraken vastgelegd in het document 'Inrichting van het proefjaar ter voorbereiding van de wijziging van de vogelzoning in het Luchthavenindelingbesluit Schiphol' (versie 28 november 2014) van de Nederlandse Regiegroep Vogelaanvaringen, heeft het (voormalige) ministerie van Infrastructuur en Milieu in april 2015 de onafhankelijke Adviesgroep Vogeltoets ingesteld. Deze bestaat uit:

Maarten Loonen, universitair hoofddocent (arctische) ecologie, Rijksuniversiteit Groningen

Peter Vorderman, Generaal-majoor KLu b.d., executive aviation and defense consultant

Vacant

De AGV heeft tot taak het bevoegd gezag (veelal gemeenten of provincies) te adviseren met betrekking tot de vogeltoets. Deze toets stelt gemeenten/provincies in staat om vogelaanvaringsrisico mee te wegen in de besluitvorming over hun ruimtelijke plannen. De toets bestaat uit een quick scan en indien hiertoe aanleiding is een vervolgonderzoek in de vorm van een fauna-effectonderzoek. Om de gemeenten/provincies te ondersteunen bij hun besluitvorming worden zowel de quick scan als het fauna-effectonderzoek door de AGV beoordeeld. Op basis van deze beoordeling adviseert de Adviesgroep Vogeltoets door tussenkomst van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de gemeente/provincie over de kwaliteit en de conclusies van het onderzoek. Vanaf eind 2018 is de scope van de Adviesgroep Vogeltoets ook verbreed naar beleidsinhoudelijke onderwerpen.



Executive summary

In **opdracht** van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (MinlenW) heeft de onafhankelijke Adviesgroep Vogeltoets (AGV) onderzoek gedaan naar (1) de bruikbaarheid van een stationaire vogelradar voor de luchthavens van nationale betekenis met groot commercieel verkeer (handelsverkeer), (2) het gebruik van een vogelradar voor monitoring van vogelaantallen en -bewegingen bij Lelystad Airport en (3) hoe de windturbinesector omgaat met de vogelproblematiek. Aangezien Rotterdam en Eindhoven al een vogelradar hebben, gaat dit onderzoek om de luchthavens Lelystad, Eelde en Maastricht. De AGV heeft dit onderzoek gedaan aan de hand van 29 interviews/questionnaires met stakeholders, live ervaringen en documentenstudie.

1. Met een vogelradar kunnen real-time vliegende vogels worden waargenomen en gepresenteerd op een beeldscherm. Vogels op de grond worden niet gedetecteerd. Specifieke software geeft extra informatie en toepassingsmogelijkheden, zoals classificatie in vogelgrootte, dataopslag en rapportages. Momenteel bestaan wereldwijd vier **vogelradarproducenten**. In dit beperkte veld speelt het Nederlandse Robin Radar Systems (RRS) een prominente rol. Het onderzoek is binnen Nederland uitgevoerd en hier zijn hoofdzakelijk Robin radars in gebruik. Daarom heeft de AGV binnen de scope van de opdracht haar bevindingen alleen kunnen doen aan de hand van de ervaringen met Robin radars.
2. Het aantal geregistreerde vogelaanvaringen neemt de afgelopen jaren toe. Een trend kan worden afgeleid van het aantal aanvaringen per 10.000 vliegbewegingen (aanvaringsratio). De meeste vogelaanvaringen vinden plaats bij de start of landing beneden 300 meter (1.000 ft). Effectieve vogelaanvaringspreventie (bird control) is van cruciaal belang, waarbij het aanwenden van geavanceerde technische hulpmiddelen (als een vogelradar) meerwaarde kan hebben. Voor de **dagelijkse vliegoperatie** kan de vogelradar fungeren als 'extra ogen' voor de vogelwacht, waarmee de effectiviteit van bird control mogelijk kan worden verhoogd. Naderende of opvliegende vogels worden met de radar gedetecteerd, waarop corrigerende maatregelen kunnen worden getroffen. De radar ziet meer dan het menselijk oog en verrekijker, ook in het donker en bij slecht zicht. Met een radar krijgen de vogelwachten meer inzicht in de vogelsituatie, een hogere vogel *situational awareness*. De vogelradar heeft echter de nodige beperkingen en ontwikkelpunten, zoals de betrouwbaarheid van de detectie, het onderscheiden van groepen en individuele vogels, geen soortherkenning, beperkingen in het bereik en verminderde detectiekwaliteit bij bepaalde weersomstandigheden. De *back offices* zijn positiever over de vogelradar in deze functie dan de vogelwachten die er dagelijks in de praktijk mee werken. De AGV acht de bruikbaarheid van de radar als direct hulpmiddel voor de vogelwachten momenteel nog onvoldoende.
3. De vogelradar kan tegelijkertijd worden gebruikt voor **trendmatige monitoring** van vogelbewegingen in de 6 km vogelbeperkingszone van de luchthavens. Over langere periodes worden 24/7 de vogelbewegingen rond de luchthavens in kaart gebracht (locatie, aantallen, route, hoogte, snelheid). In combinatie met grondtellingen kunnen door analyse trends in het vogelvlieggedrag worden vastgesteld en vertaald naar aanvaringsrisico, met een zekere verwachtingswaarde. Op basis van internationale regelgeving, het Luchthavenbesluit Lelystad Airport en de door MinlenW overgenomen adviezen in het MER en de Nulmeting, is trendmatige monitoring in de 6 km zone van **Lelystad Airport** noodzakelijk. De huidige monitoring met alleen grondwaarnemingen is gefragmenteerd en voor de risicosoorten niet geheel gebiedsdekkend. Bovendien worden de vogelbewegingen niet geregistreerd en is analyse en vertaling naar vliegveiligheidsrisico maar incidenteel gedaan (MER, nulmeting). Vogelradars kunnen dit hiaat dichten met het verzamelen van data voor de lagere hoogtes, met name in de risicohoogteband tot 300 meter (1.000 ft). Automatische gegevensverzameling is evenwel eerst zinvol, na validatie en kalibratie (inregelen) van de vogelradar. De verantwoordelijkheden ten aanzien van monitoring rondom de regionale luchthavens zijn niet vastgelegd en coördinatie van de monitoring en de gegevens vindt niet plaats. Deze aspecten dienen adequaat te worden gestructureerd. De AGV beveelt aan een pilotcase monitoring Lelystad te doen, waarin ervaring kan worden opgedaan met een gecombineerde grond/lucht monitorcyclus van drie jaar, het verzamelen van gegevens en het analyseren/vertalen naar



vliegveiligheidsrisico. Bij gebleken succes zou die ook een blauwdruk kunnen vormen voor de andere regionale luchthavens. Bij monitoring zijn de geconstateerde tekortkomingen van de radars eveneens manifest.

4. De **operationele en financiële consequenties** bestaan uit drie aspecten. Zo is op de luchthavens geen extra personeel nodig voor het dagelijkse gebruik van de radar. Hiernaast vergt het plaatsen van een (Robin Max) radar een investering van 700 K€ (ex BTW) en jaarlijkse exploitatiekosten van 50 K€, exclusief eventuele infrastructurele en IT-kosten. Dat betekent levensduurkosten over 10 jaar van circa 1,2 M€ (ex BTW). Verder zijn de kosten van het uitwerken en analyseren van de monitordata naar verwachting substantieel, maar laten zich nog moeilijk inschatten.
5. In de **windturbinesector** wordt voor onderzoek en ontwikkeling van voorspellingsmodellen, ter voorkoming van grote aantallen vogelslachtoffers, ook gebruik gemaakt van vogelradars. De ervaringen met vogelradars in de windturbinesector zijn relevant voor het gebruik ervan op luchthavens. De rol van de radars in projecten op land en offshore was/is het verzamelen van betrouwbare data bij de windparken en de validatie van de weerradar op het eiland Borkum, ten behoeve van het ontwikkelen van een voorspellingsmodel voor migrerende vogels. Zowel in het project Eemshaven (windpark op land) als bij onderzoek bij het offshore windpark Luchterduinen, hebben de vogelradars hun meerwaarde aangetoond. Zonder de radarwaarnemingen en analyse daarvan was het niet mogelijk geweest de basis te leggen voor het ontwikkelen van een voorspellingsmodel. Wel zijn ook bij deze onderzoeken overeenkomstige tekortkomingen van de radars geconstateerd, waar terdege rekening mee moest worden gehouden. Deze hebben betrekking op de betrouwbaarheid van de detectie, het onderscheiden van groepen en individuele vogels, geen soortherkenning, beperkingen in het bereik en negatieve weersinvloeden. Dit heeft de onderzoeken gehinderd, maar de uiteindelijke resultaten zijn bruikbaar en kwalitatief voldoende.
6. **Al met al** acht de AGV dat een vogelradar potentieel meerwaarde kan hebben voor de dagelijkse vliegoperatie. Hiertoe moet de betrouwbaarheid van de radar echter worden vergroot. Momenteel kan hij nog niet als bruikbaar voor de ondersteuning van de vogelwachten worden gekwalificeerd. Met de vogelradar worden niet aantoonbaar vogelaanvaringen voorkomen, maar kan het risico erop verkleinen. Met een groter inzicht in de vogelsituatie bestaat meer gelegenheid tot tijdige verjaging, ook bij duisternis. De radar wordt wel geschikt geacht voor trendmatige monitoring van vogelbewegingen, waarbij voor analysedoeleinden een combinatie met hierop afgestemde grondwaarnemingen noodzakelijk is. Momenteel bestaan nog weinig ervaringen met het trendmatig monitoren in de 6 km zone rond de luchthavens en het analyseren van de gegevens. De AGV is van opvatting dat een full 3D vogelradar op Lelystad een welkome aanvulling kan zijn op het beheersen van het risico op vogelaanvaringen. De combinatie van het gebruik bij de dagelijkse vliegoperatie en de mogelijkheden tot monitoring, maakt de radar een potentieel waardevol hulpmiddel. De AGV heeft vijf hoofdargumenten voor haar advies om een vogelradar op Lelystad te plaatsen: (1) Potentieel bruikbaar hulpmiddel voor de vogelwacht, (2) verplichte en geadviseerde trendmatige monitoring op en rond de luchthavens, (3) voor adequate monitoring zijn zowel grond- als radarluchtwaarnemingen noodzakelijk, (4) monitoring in het donker is alleen mogelijk met een radar, (5) aangetoonde bruikbaarheid in de windturbinesector. Zowel Eelde als Maastricht, waar al handelsverkeer plaatsvindt, geven aan dat momenteel de vogelaanvaringsratio beheersbaar is en relatief laag. Daarom adviseert de AGV om voor Eelde en Maastricht eerst een nulmeting en risicoanalyse uit te voeren, alvorens tot eventuele aanschaf/inhuur van een radar over te gaan. De aanschaf van een vogelradar is overigens een vrije keuze van de luchthavens zelf. De overall conclusie van de AGV tav. de toegevoegde waarde (nut en noodzaak) van een vogelradar op de regionale luchthavens ter bevordering van de vliegveiligheid en monitoring bij Lelystad Airport luidt: **Vogelradar? Ja, maar .. !!**

6.1. **Ja:**

- (1) Kan de vogelwacht een grotere SA (situational awareness) geven van de lokale vogelsituatie.



- (2) Heeft de potentie om vogelaanvaringspreventie bij de dagelijkse vliegoperatie effectiever te maken.
- (3) Geschikt voor structureel monitoren van vogelbewegingen op en rond de luchthavens.
- (4) Ziet meer en verder dan visueel waarnemen.
- (5) Neemt 24/7 waar, ook in duisternis en bij slecht zicht.
- (6) Geen personele meerbehoefte.

6.2. **Maar:**

- (1) Betrouwbaarheid detectie en classificatie vogelgrootte heeft verbetering.
- (2) Momenteel nog ongeschikt voor adequate ondersteuning van de vogelwacht.
- (3) Effectiviteit (voorkomen vogelaanvaringen) niet aangetoond.
- (4) Geen herkenning vogelsoorten.
- (5) Effectief bereik is lager dan de specificaties.
- (6) Regen, insecten en hoog gras veroorzaken clutter en valse signalen.
- (7) Ontwikkelingsfase (technische issues) nog niet voorbij.

6.3. **Aanbevelingen:**

- (1) Structurele validatie (detectie, classificatie, kalibratie) van de radarbeelden/instellingen.
- (2) Een stationaire full 3D vogelradar installeren (of huren) op Lelystad Airport.
- (3) Een nulmeting en risicoanalyse uitvoeren voor de luchthavens Eelde en Maastricht.
- (4) De verantwoordelijkheden en coördinatie van grond- en luchtmonitoring structureren.
- (5) De effectiviteit van een monitoringscyclus onderzoeken in een 'pilot monitoring Lelystad Airport'.
- (6) Iets off topic, maar belangrijk: Op orde brengen van de definities en rapporteringen over vogelaanvaringen om te komen tot eenduidige betrouwbare cijfers.

Dank aan alle stakeholders, die waardevolle bijdragen hebben geleverd aan onze gedachtenvorming.



Inhoudsopgave

<i>Executive summary</i>	3
1. Inleiding	8
2. Vogelaanvaringspreventie	9
2.1. <i>Inleiding</i>	9
2.2. <i>Preventieve maatregelen</i>	10
2.3. <i>Correctieve/Repressieve maatregelen</i>	13
2.4. <i>Technische spoor</i>	14
2.5. <i>Conclusie</i>	14
3. Vogelradar	16
3.1. <i>Inleiding</i>	16
3.2. <i>Doel</i>	16
3.3. <i>Wat</i>	16
3.4. <i>Waar</i>	17
3.5. <i>Kenmerken</i>	18
3.6. <i>Personele en materiële kosten</i>	19
3.7. <i>Voor- en nadelen</i>	19
3.8. <i>Toekomstige ontwikkelingen</i>	24
3.9. <i>Conclusie</i>	25
4. Gebruik van de vogelradar op de luchthavens	26
4.1. <i>Inleiding</i>	26
4.2. <i>Dagelijkse vliegoperatie</i>	26
4.3. <i>Monitoren voor ‘early warning’</i>	28
4.4. <i>Trendmatige monitoring</i>	28
4.5. <i>Verschillen in inzet per luchthaven</i>	28
4.6. <i>Luchtverkeersleiding</i>	30
4.7. <i>Gebruikers (KLM)</i>	32
4.8. <i>Conclusie</i>	32
5. Monitoring Lelystad Airport	33
5.1. <i>Inleiding</i>	33
5.2. <i>Achtergrond monitoring Lelystad Airport</i>	33
5.3. <i>Noodzaak monitoring</i>	35
5.4. <i>Monitoring</i>	36



5.5. <i>Mobiele vogelradar</i>	38
5.6. <i>Pilot monitoring Lelystad Airport</i>	38
5.7. <i>Conclusie</i>	40
6. <i>Vogelproblematiek in de windturbinesector</i>	41
6.1. <i>Inleiding</i>	41
6.2. <i>Sector Land Eemshaven</i>	42
6.3. <i>Sector Zee Luchterduinen</i>	43
6.4. <i>Conclusie</i>	44
7. <i>Conclusies en aanbevelingen</i>	45
<i>Bijlage A – Lijst geïnterviewde stakeholders</i>	47
<i>Bijlage B – (On)betrouwbaarheid cijfers vogelaanvaringen</i>	49
<i>Bijlage C – FlySafe en MER 2018 Lelystad</i>	52
<i>Bijlage D – Gatenkaas theorie</i>	54
<i>Bijlage E – Robin vogelradars</i>	55
<i>Bijlage F – Voorbeelden radarbeelden</i>	56
<i>Bijlage G – Vogelbeperkingszone (6 km) en grondtellingen Lelystad Airport</i>	59
<i>Bijlage H – Windparken Land en Zee</i>	63
<i>Bijlage I - Bronnen</i>	66



1. Inleiding

- 1.1. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (MinlenW) heeft de onafhankelijke Adviesgroep Vogeltoets (AGV) verzocht onderzoek te doen naar (1) de bruikbaarheid van een stationaire vogelradar voor de luchthavens van nationale betekenis met groot commercieel verkeer (handelsverkeer)¹⁾, (2) het gebruik van een vogelradar voor monitoring van vogelaantallen en -bewegingen bij Lelystad Airport en (3) hoe de windturbinesector omgaat met de vogelproblematiek. Momenteel bestaat nog onvoldoende inzicht in de toegevoegde waarde van vogelradars. Zoals bekend, wordt met vogelradars beoogd vogelaanvaringen te voorkomen en daarmee de vliegveiligheid te bevorderen. In de windturbinesector gaat het om het voorkomen van vogelslachtoffers. De ervaringen met vogelradars in deze sector zijn relevant voor het gebruik ervan op luchthavens. De opdracht komt voort uit het Algemeen Overleg Luchtvaartveiligheid van 3 april 2019.
- 1.2. Over de toepassing van vogelradars bestaan uiteenlopende opvattingen en leven nogal wat vragen. Doel van het onderzoek is een handvat te bieden bij beslissingen omtrent implementatie van vogelradars op de regionale civiele luchthavens. De centrale vraag is wat een vogelradar kan toevoegen aan de vliegveiligheid op deze luchthavens en aan vogelmonitoringsonderzoek op en rond de luchthavens, alsmede wat dit betekent in operationele en financiële zin. Hiertoe worden onder andere de ervaringen met een vogelradar, de voor- en nadelen ervan en toekomstige ontwikkelingen in kaart gebracht. Aangezien Schiphol, Rotterdam en Eindhoven al een vogelradar hebben, gaat dit onderzoek om de luchthavens Lelystad, Eelde en Maastricht. Hoewel het onderzoek zich richt op de civiele regionale luchthavens zijn de ervaringen van de Koninklijke Luchtmacht (KLu) ook verwerkt in het rapport. De KLu heeft veel kennis van vogelradars en heeft op alle vliegbases en de Vliehors Range een vogelradar geïnstalleerd (totaal zeven stuks). Bovendien bestaat veel samenwerking tussen civiele en militaire luchtvaartsector ter zake van vogelaanvaringspreventie.
- 1.3. Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van 29 interviews/questionnaires met direct betrokkenen en stakeholders (bijlage A) en het bestuderen van documenten (bijlage H). In het inleidende hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op verschillende aspecten van vogelaanvaringspreventie en de mogelijke inzet van radars daarbij. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingezoomd op de doelstellingen en kenmerken met/van een vogelradar, de voor- en nadelen ervan, alsmede mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Hierna wordt in hoofdstuk 4 een beschrijving gegeven van het gebruik en de ervaringen van/met de vogelradar op de luchthavens en aspecten ter zake van de luchtverkeersleiding. In hoofdstuk 5 wordt monitoring op en rond de luchthaven Lelystad Airport onder de loep genomen. Aansluitend wordt in hoofdstuk 6 uiteengezet hoe de windturbinesector omgaat met de vogelproblematiek en hoe de ervaringen met een vogelradar zijn in deze sector. Op basis daarvan komt de AGV in hoofdstuk 7 tot conclusies en aanbevelingen²⁾.

¹⁾ Groningen Airport Eelde (GAE, Eelde), Lelystad Airport (LA, Lelystad), Maastricht Aachen Airport (MAA, Maastricht), Rotterdam The Hague Airport (RTHA, Rotterdam), Vliegbasis Eindhoven (EA, Eindhoven Airport). Lelystad en Rotterdam behoren tot de Schipholgroep en Eindhoven voor 51%. Gemakshalve wordt de formele benaming 'luchthavens van nationale betekenis' in dit rapport vervangen door 'regionale luchthavens'.

²⁾ De geïnterviewden en respondenten hebben in twee rondes ruim drie weken gelegenheid gehad het concept-rapport te commentariëren (hoor-wederhoor).



2. Vogelaanvaringspreventie

2.1. Inleiding

2.1.1. Uit het beschikbare cijfermateriaal blijkt dat het aantal (geregistreerde) vogelaanvaringen op de meeste luchthavens over de afgelopen vijf jaar een stijgende trend kent ³⁾, met als 'hoogseizoen' de maanden juli/augustus/september. Het verzamelen van betrouwbare basic cijfers bleek weerbarstig, de gegevens van de diverse bronnen liepen substantieel uiteen. Zie toelichting en AGV-aanbeveling in bijlage B. De stijgende lijn in het aantal vogelaanvaringen laat zich onder meer verklaren door een toename in het aantal aanwezige vogels, het toenemende vliegverkeer en een betere rapportagediscipline dan in het verleden ⁴⁾. Hierbij wordt ook opgemerkt dat niet het aantal vogelaanvaringen zelf, maar het aantal aanvaringen per 10.000 vliegbewegingen (aanvaringsratio) indicatief is voor de trend. Een stijging van het absolute aantal aanvaringen hoeft dus niet per definitie te betekenen dat ook de aanvaringsratio (trend) en daarmee de aanvaringskans zijn gestegen. De meeste vogelaanvaringen komen voor tijdens de start en landing en doorgaans tot een hoogte van circa 300 meter (1.000 ft) ⁵⁾. Tijdens de start verblijven vliegtuigen korter in deze hoogteband dan tijdens de landing, maar een aanvaring in de start is kritischer ⁶⁾. Vanwege de lagere snelheid en het geringere motorvermogen tijdens de landing zijn vliegtuigen dan relatief minder gevoelig voor vogelaanvaringen dan tijdens de start. Het grootste deel van de vlucht bevinden de vliegtuigen zich meestal veel hoger dan de vogels. De gevolgen voor het vliegtuig zijn doorgaans gering, maar toch worden de kosten van vogelaanvaringen wereldwijd geschat op 1,2 miljard dollar per jaar. Over de schadekosten en downtime als gevolg van vogelaanvaringen worden in Nederland geen/nauwelijks cijfers bijgehouden. Maatregelen om vogelaanvaringen te voorkomen zijn meestal gericht op het zoveel mogelijk vogelvrij houden van het landingsterrein en omgeving. De vogelaanvaringen en gerelateerde voorvallen dienen door de civiele sector te worden gemeld aan het Analysebureau Luchtvaartvoorvallen (ABL) van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Voor de militaire luchtvaart via het Bureau Natuur van het Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK) aan de Militaire Luchtvaartautoriteit (MLA). De geregistreerde meldingen worden geanalyseerd en de trends worden gecommuniceerd met de sector. Op basis hiervan kunnen de preventieve maatregelen, zoals habitatmanagement, worden verbeterd. Ook andere fauna-incidenten worden geregistreerd, maar dit aspect wordt in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. De AGV onderzoekt of vogelradars een positieve bijdrage kunnen leveren aan het reduceren van het aantal

³⁾ Vijf jaar is weliswaar een relatief korte periode, maar het is hoofdzakelijk bedoeld als illustratie.

⁴⁾ Bron: Nederlandse Comité Vogelaanvaringen, 3 december 2019.

⁵⁾ KLM gaat uit van een lagere hoogteband: Most bird strikes occur at very low altitude, below 500 feet AGL. Dit sluit aan bij de waarnemingen tijdens de nulmeting (2017, 2018) van Lelystad Airport. De meeste vogels vlogen beneden 75 meter, boven 150 meter was de vogelintensiteit laag en zelden werden vogels waargenomen op 300 meter. Het aanhouden van 300 meter als risicohoogteband acht de AGV daarom valide.

⁶⁾ De klimhoek van een verkeersvliegtuig is doorgaans steil. Het klimmen tijdens de start gaat steiler en met hogere snelheid dan het dalen tijdens de landing. Een startende middelzwaar beladen B-737 klimt 2.500 ft/min en is bij de hekken van de luchthaven de vogelkritische hoogte van 1.000 ft meestal al gepasseerd. De landing heeft een standaard glide path van 3°, op de grens van de 6 km zone hebben de vliegtuigen een hoogte van ongeveer 1.000 ft. Dat betekent dat het aanvaringsrisico voor landende vliegtuigen langer bestaat dan voor startende vliegtuigen. Dit zijn indicaties en slechts bedoeld om een indruk te geven van het risicoprofiel. Jachtvliegtuigen zijn in de start binnen een paar seconden door de risicohoogteband heen. De landingshoek is gelijk aan die van landende civiele vliegtuigen.



vogelaanvaringen.

2.1.2. De stijgende trend in het aantal (geregistreerde) vogelaanvaringen benadrukt het cruciale belang van effectieve vogelaanvaringspreventie, onverlet de toename van het vliegverkeer en de betere rapportagediscipline. De Nederlandse luchthavens besteden veel aandacht aan het voorkomen van vogelaanvaringen, zowel met preventieve als correctieve maatregelen en regelgeving. Het concept van vogelpreventie laat zich in simpele termen vangen in drie aspecten: een goed programma, goede mensen, goede hulpmiddelen. Het aanwenden van geavanceerde technische hulpmiddelen (als een vogelradar) kan daarbij mogelijk meerwaarde hebben. De kans op een vogelaanvaring is gerelateerd aan het aantal vogels in het luchtruim. Om vogelaanvaringen te voorkomen moet de aanwezigheid van ongewenste vogels worden voorkomen ⁷⁾. Dat kan deels inzichtelijker worden gemaakt met radarbeelden. Vogelaanvaringspreventie kan evenwel niet als een 100% controleerbaar proces worden gemanaged, het is deels ongrijpbaar. Evenmin kunnen vogelaanvaringen volledig worden uitgesloten.

2.2. Preventieve maatregelen

2.2.1. Preventieve maatregelen, zowel op de luchthaven als daarbuiten, worden genomen op basis van voortdurende assessments van het vogelaanvaringsrisico. Op de luchthaven met specifiek terreinbeheer, verschraling, specifieke vegetatie en maai-strategie, teneinde de luchthaven onaantrekkelijk te maken voor risicosoorten ⁸⁾. Dit sorteert een positief effect, met substantiële verlaging van het aantal aanwezige vogels, maar een nulstand van vogels is onmogelijk, ook niet met de inzet van een vogelradar. Op een aantal luchthavens bestaat momenteel ook overlast van veldmuizen, wat met name buizerds en torenvalken aantrekt. Buiten de luchthavens wordt geprobeerd afspraken te maken met grondeigenaren over preventieve maatregelen ⁹⁾. Rondom Schiphol worden met overheidssubsidie oogstresten op de graanackers versneld ondergeploegd en heeft Schiphol een 'gras voor graan' regeling opgezet. Ook zijn zonnepanelen geplaatst op Schiphol grond buiten de luchthaven (50 hectare) en wordt geëxperimenteerd met olifantsgras. Van de vogelslachtoffers wordt zoveel mogelijk de soort vastgesteld, vaak kan de vogelwacht dat zelf. Indien slechts veren en/of bloed worden aangetroffen, kunnen de vogelresten worden geïdentificeerd door Naturalis

⁷⁾ Dat betekent niet dat alle vogels moeten worden verjaagd. Zo gaf een van de vogelwachten als voorbeeld aan dat zwarte kraaien soms heel nuttig kunnen zijn voor de rust op een vliegveld. Daarvoor is grondige (ook biologische) veldkennis van de lokale situatie uiteraard een vereiste.

⁸⁾ De meest geregistreerde vogelaanvaringen de afgelopen tien jaar zijn: kokmeeuw, Kievit, spreeuw, houtduif, holenduif, wilde eend, buizerd, blauwe reiger, torenvalk. Dit is globaal op alle luchthavens van toepassing (bron: BuWa, 2003, 2020). Het aantal aanvaringen met ganzen is aanzienlijk lager en komt daarom niet in deze lijst voor. Het aantal ganzenaanvaringen in de periode 2015-2019 op Schiphol is 23, op een totaal aantal vogelaanvaringen in dezelfde periode van 826 (bron: van Bommel, 2020). Op Schiphol zelf worden vrijwel nooit ganzen waargenomen, de weinige die er wel vliegen worden direct verjaagd. Direct rondom de luchthaven is de laagste dichtheid aan ganzen aanwezig.

In het NRV-document 'Inrichting van het proefjaar ter voorbereiding van de wijziging van de vogelzoning in het Luchthavenindelingbesluit (LIB) Schiphol', versie 8 okt 2015, worden als risicosoorten aangemerkt: ganzen, reigers, eenden, zwanen, lepelaars, ooievaars, meeuwen, aalscholvers, roofvogels en spreeuwen/kieviten/duiven in grote groepen.

⁹⁾ De AGV heeft in een van haar rapporten de aanbeveling gedaan om te overwegen risicovolle agrarische activiteiten via het planologische spoor aan een omgevingsvergunning te binden en onder het LIB-regime te brengen (Luchthavenindelingsbesluit Schiphol 2015). Dat wil zeggen regels te stellen aan de gewaasteelt in de 6 km zone.



Leiden (veren en DNA onderzoek)¹⁰⁾. Bij de Koninklijke Luchtmacht (KLu), Schiphol en een enkele luchtvaartmaatschappij is dat een standaard procedure. Voor zover bekend gebeurt dit bij de overige civiele luchthavens niet altijd. Daarom zijn de *en-route* vogelaanvaringen waarschijnlijk ondervertegenwoordigd in de statistieken. Ook worden andere incidenten met vogels geanalyseerd. Verder worden assessments van het vogelaanvaringsrisico gedaan. Naar opvatting van de AGV heeft dit meerwaarde. Schiphol voert meerdere keren per dag baaninspecties uit, ook voorafgaand aan de (frequente) baanwisselingen. De andere velden doen ook dagelijks (meerdere) baaninspecties. Hiernaast doen de meeste luchthavens periodiek gedetailleerde vogeltellingen. Voor het vastleggen van de gegevens heeft de KLu het softwareprogramma GORS (Geautomatiseerd Ornithologisch Registratie Systeem) ontwikkeld, waarmee ook diverse rapporten kunnen worden gegenereerd. Naast de Luchtmachtbases (dus ook Eindhoven Airport) gebruiken Schiphol en Maastricht dit KLu programma ook.

2.2.2. Verder doen Schiphol, de KLu en andere luchthavens periodiek een inventarisatie buiten het veld, naar vogel hotspots. Een paar luchthavens (onder andere Schiphol en Lelystad) vinden het evenwel mede aan de overheid om voor de gebieden buiten de hekken verantwoordelijkheid te nemen, aangezien de luchthaven daar geen bevoegdheid heeft om eventuele maatregelen te treffen. Soms worden de tellingen buiten de luchthaven gedaan door een externe partij, in opdracht van lokale overheden of MinlenW. Verder hanteert specifiek de Koninklijke Luchtmacht een lokale vogelstatus, gedefinieerd als normaal, alert en kritiek. De status kritiek heeft consequenties voor de vliegoperaties; trainingen en doorstarts zijn dan niet toegestaan. De vogelradars zouden hiervoor mede een goede informatiebasis kunnen zijn, maar dit is nog niet geïmplementeerd, het vogelradarproject verkeert nog in de uitrol- en validatiefase. Voor het civiele handelsverkeer is dat niet aan de orde. Militaire vluchten vinden vaak plaats op lage hoogte, terwijl civiele vliegtuigen direct naar grote hoogte gaan, waardoor de verblijftijd in vogelgevaarlijke hoogtebanden relatief kort is. Het komt ook voor dat de luchtverkeersleiding waarschuwt voor eventueel vogelrisico. Maar meestal zijn het de gezagvoerders die via de torenfrequentie waarschuwen voor eventueel vogelrisico of melden een vogelaanvaring te hebben gehad. Dat is een safety issue wat verplicht moet worden gemeld. Afhankelijk daarvan kan ook worden besloten tot een runway inspectie.

2.2.3. Voor luchthavens met een formeel Luchthavenbesluit¹¹⁾, bestaat een 6 km vogelbeperkingszone, waarin geen ruimtelijke ordeningsplannen met vogelaantrekkende werking mogen worden geïmplementeerd (bv. waterplassen, afvalopslag, natuurgebieden). Luchthavens die nog niet over een formele 6 km zone beschikken, kunnen/moeten formeel bezwaar aantekenen als ruimtelijke ordeningsplannen vogelaantrekkend zijn en het aanvaringsrisico groter maken. Op basis van een ICAO aandachtspunt om de vogelbeperkingszone uit te breiden naar 13 km, loopt een pilotproject bij Schiphol. De 6 km zone is daar tijdelijk uitgebreid tot 13 km, waaraan op vrijwillige basis door omringende gemeenten, provincies en waterschappen wordt deelgenomen. Het bereik van de vogelradar is overigens ontoereikend om in een 13 km zone gebiedsdekkend te monitoren. De vliegtuigen bevinden zich zeker in de start, maar ook in de landing op 13 km afstand op een hoogte van

¹⁰⁾ Een bijkomend probleem is dat aangevaren vogels *en-route* niet worden gevonden en de aanvaringen in deze vluchtfase niet of anders worden geregistreerd. Reeds sinds de 70-er jaren doet de KLu daarom het veren- en DNA-onderzoek, wanneer na terugkeer van een vlucht vogelresten worden gevonden op vliegtuigen. In de civiele luchtvaart is dat minder/niet gebruikelijk.

¹¹⁾ De luchthavens met een formeel Luchthavenbesluit zijn: Schiphol, Lelystad, Eindhoven. Luchthavens zonder formeel Luchthavenbesluit: Rotterdam, Eelde, Maastricht. Deze luchthavens hebben een zgn. omzettingsbesluit (omzetting van de oude aanwijzing naar een luchthavenbesluit) en daarin is een vogelzone niet opgenomen. Hoewel niet formeel vastgesteld wordt de zone in overleg tussen MinlenW, gemeenten en luchthavens de facto wel al sinds 2003 toegepast.



tenminste 1.800 meter (6.000 ft), dat is ruim boven de risicoband 0-300 meter (0-1.000 ft), zodat het monitoren op deze afstand/hoogte minder relevant is. In eerder onderzoek (MER Lelystad Airport) is vastgesteld dat het aanvaringsrisico op die hoogtes beperkt is. Daarentegen is het monitoren van de vogelbewegingen op lagere hoogtes in een 13 km zone wel relevant.

2.2.4. De Koninklijke Luchtmacht gebruikt naast de lokale preventieve maatregelen een *en-route* (het deel van de vlucht buiten de luchthaven) waarschuwing/restrictiesysteem, gebaseerd op een NATO agreement (STANAG 3879). Doorgaans wordt 1.000 ft aangehouden als de globale hoogtegrens tussen lokaal en *en-route*. Tijdens militaire oefenvluchten vliegen jachtvliegtuigen vaak met hoge snelheid op (lagere) hoogtes, waar ook veel vogels kunnen voorkomen. Jachtvliegtuigen als de F-16 en F-35 hebben ook maar één motor en zijn daarmee meer kwetsbaar voor vogelaanvaringen dan meermotorige civiele vliegtuigen¹²⁾. De behoefte aan informatie over vogelrisico op de *en-route* hoogtes is ontstaan ter bevordering van de vliegveiligheid van het militaire luchtverkeer. Het systeem is gebaseerd op informatie van de weerradars in Nederland en de ons omringende landen¹³⁾. Bij bepaalde vogeldichtheden worden middels een Birdtam (Bird notice to air men) waarschuwingen afgegeven (Birdtam 5/6) of restricties afgekondigd (Birdtam 7/8), waarbij niet beneden een opgegeven hoogte wordt gevlogen¹⁴⁾. Met dit systeem is het aantal vogelaanvaringen met schade 45% afgenomen, een kostenbesparing van miljoenen euro's per jaar. Dit gebeurt vooral tijdens massale vogeltrek, wat slechts een aantal dagen per jaar het geval is. Vliegbepalingen komen gemiddeld 19 dagen/jaar voor, veelal in de hoogteband 0-3.000 ft, met een duur van ongeveer 3 uur en vooral in maart/april en september/oktober/november. Met vogeltrekmodellen wordt een verwachting opgesteld van de vogelmigratie 24 tot 72 uur tevoren. Bij grootschalige vogeltrek bestaat ook kans op plotseling lokaal invallende of vertrekkende groepen vogels.

2.2.5. Dit internationale FlySafe systeem¹⁵⁾ geeft near real-time (half uur) informatie en verwachtingen over grootschalige vogelbewegingen (vogeltrek) in het luchtruim van (vooral) Nederland, België, Denemarken en Duitsland. De militaire luchtvaart van deze landen gebruikt FlySafe voor de uitgifte van Birdtams. Het inzicht in vogelbewegingen (vogeltrek) wordt hiermee ook aanzienlijk verhoogd, met mogelijkheden om vroegtijdig te anticiperen. Bij de civiele luchtvaart bestaat weinig/geen behoefte aan het gebruiken van

¹²⁾ De impact van een vogelaanvaring op vliegtuigen is groot. De vrijkomende kinetische energie is kwadratisch afhankelijk van de (doorgaans hoge) snelheid en de hoek waaronder de aanvaring met het vliegtuig plaatsvindt. En uiteraard ook van het gewicht van de vogel(s).

¹³⁾ Deze radars kunnen individuele zangvogels waarnemen tot een afstand van 60 km, grotere vogels zoals ganzen tot 110 km. Groepen vogels worden op nog grotere afstanden gezien. Geheel Nederland en grote delen van de Noordzee, Waddenzee en Duitsland worden bestreken. Overigens heeft een weerradar als gevolg van de kromming van de aarde niet in het hele bereik zicht op lage hoogtes, op 60 km al niet lager dan circa 300 meter. Op die afstand 'kijkt' een weerradar dus over de lokale risicohoogteband heen.

¹⁴⁾ Birdtam's worden afgegeven in hoogtebanden van 200 meter, tot 4.000 meter hoogte (13.000 ft, bijlage C) en geldig voor geografische gebieden van 1° × 1° (in Nederland ruwweg 60 x 110 km. Meestal betreft de hoogte van de waarschuwingen/restricties hoogtebanden tot 1 km hoogte (3.000 ft). De schaal van Birdtam's is logaritmisch. Dat wil zeggen dat birdtam 6 het dubbele aantal vogels betreft dan 5. Birdtam 7 (wanneer restricties gaan gelden) is het viervoudige van 5.

¹⁵⁾ Het FlySafe Bird Avoidance Model project is geïnitieerd (2008) door de European Space Agency (ESA), in samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht en de Belgian Air Force. www.flysafe-birdtam.eu (tab migration, altitude profiles). De komst van het Europese weerradarnetwerk OPERA biedt naar verwachting Europese mogelijkheden.



FlySafe, onder het argument dat airliners tijdens start en landing maar relatief kort in de risicohoogteband vliegen. Hiernaast hebben civiele vliegtuigen meerdere motoren en zijn ze gecertificeerd om met schade aan een van de motoren nog veilig te kunnen vliegen, zowel tijdens de start als de landing. Slechts in het uitzonderlijke geval dat meerdere motoren uitvallen of dat essentiële besturingssystemen onbruikbaar worden, kan een vogelaanvaring tot een ongeval leiden.

2.3. Correctieve/Repressieve maatregelen

Correctieve maatregelen betreffen het verjagen, wegvangen en in een uiterste geval afschot van risicosoorten ¹⁶⁾. Op de meeste luchthavens bewaken vogelwachten tijdens de vliegoperatie permanent het vogelrisico in het landingsterrein en nemen waar nodig actieve maatregelen om vogels te verjagen ¹⁷⁾. Dit gebeurt met angstkreten van vogels, knallen, lichtkogels en een handheld laser 'zaklamp' ¹⁸⁾. Hier en daar worden ook roofvogels, getrainde honden en roofvogeldrones ingezet. Hiernaast worden (met name) starts tijdelijk opgeschort bij groot aanvaringsrisico. Het advies van de vogelwacht is daarbij leidend ¹⁹⁾; de luchthaven informeert de luchtverkeersleiding dat een bepaalde baan niet meer beschikbaar is en dat deze moet worden 'teruggegeven' aan de luchthaven.

2.3.1. De meeste (niet alle) luchthavens hebben een aantal full-time vogelwachten ²⁰⁾. Hiernaast ook vogelwachten in nevenfunctie. Ze zijn actief gedurende de vliegoperatie, zowel overdag als 's nachts. Lelystad heeft vogelwachten in nevenfunctie, die de dagelijkse vliegactiviteiten ondersteunen. Lelystad heeft aangegeven te gaan investeren in een kwalitatief hoogwaardig Wildlife Management plan, als ook in de opleiding van vogelwachten en in de diversiteit van verjaagmiddelen. Met de intentie daarmee klaar te zijn op het moment dat groot vliegverkeer gaat opereren vanaf Lelystad. Hiernaast wordt op en in de directe omgeving van meerdere luchthavens aan monitoring (met name faunatellingen) en populatiebeheer (schadebestrijding en wildbeheer) gedaan. De ganzenpopulatie in Nederland groeit nog steeds. Het NRV viersporenbeleid ter reducering van het aantal vogelaanvaringen werpt zijn vruchten af en de sporen ondersteunen elkaar (van Bommel, 2020). Dit betreft onder meer alle preventieve maatregelen om de ganzenpopulatie in de 6 km zone van Schiphol zoveel mogelijk te reduceren (onderploegregeling, zonnepanelen, vegetatie, vogeltoets, gras voor graan etc.). Ook is de FBE-Noord-Holland (Faunabeheereenheid) in samenwerking met de WBE'n

¹⁶⁾ Als de vliegveiligheid dat vereist, is afschot mogelijk. Een vogelwacht dient daartoe bevoegd te zijn. Hiernaast zijn een ontheffing van de provincie en een jachtakte hiervoor vereisten.

¹⁷⁾ Op vrijwel alle luchthavens worden de verjaagacties geregistreerd, met uitzondering van Eelde. Op Eelde worden wel bijzonderheden met betrekking tot fauna geregistreerd.

¹⁸⁾ De ervaringen met een vast opgestelde laser zijn niet goed (veiligheidsrisico), daarom worden handheld lasers (agrilasers) gebruikt. Schiphol gebruikt een lichte laser (class 2M). De KLu de zwaardere laser (class 3B) en heeft de vogelwachten daarvoor opgeleid en gecertificeerd. <https://www.sensorpartners.com/knowledgebase/laserveiligheid-en-laserklassen/>.

¹⁹⁾ Op Schiphol is de luchthaven verantwoordelijk voor het beschikbaar stellen van start- en landingsbanen. Ook om een baan te sluiten of niet ter beschikking te stellen voor het vliegverkeer. De LVNL is verantwoordelijk voor het gebruik van de baan. De situatie op de andere luchthavens is analoog, zij het dat daar maar één start/landingsbaan is.

²⁰⁾ Schiphol 20, Eindhoven 7, Rotterdam 2, Eelde 2. Lelystad heeft (nog) geen full-time vogelwachten. Wel zijn 12 medewerkers van de operationele dienst opgeleid tot vogelwacht, die tijdens hun dienst vogelrondes rijden en verjagen als dat noodzakelijk is. Ook Maastricht heeft geen full-time vogelwachten, maar er is altijd minimaal één vogelwacht in nevenfunctie aanwezig tijdens de openingsuren. Vanuit de meldkamer kunnen op afstand bedienbare geluidsgeneratoren individueel worden geactiveerd. Indien de baan 30 minuten niet is gebruikt, wordt voor een vlucht een baancontrole/vogelverjaging gedaan.



(Wildbeheereenheden) rondom Schiphol, de afgelopen jaren in staat geweest om de groei van het aantal ganzen tot staan te brengen en om te buigen naar een lichte daling ²¹⁾. De maximum streefaantallen ganzen in de periode 2016-2018 zijn evenwel niet behaald. Over de andere luchthavens zijn geen effectiviteitscijfers bekend. Hoewel de hekken van de luchthavens soms strak om het banenstelsel heen staan en de vogels ook daar een potentieel risico vormen, hebben Schiphol en Lelystad bijvoorbeeld geen ontheffing voor verjaging of afschot buiten het luchthaventerrein. Dat vereist een ontheffing op de wet natuurbescherming, waarin is gesteld dat verjaging alleen is toegestaan op eigen terrein. Vanuit vliegveiligheidsoptiek is dit een ongewenste situatie. Wel is op land in eigendom van Schiphol een jachtcombinatie Landzijde actief, die deze ontheffing heeft, maar die is niet altijd actief tijdens de vliegoperaties. Voor de KLu is de mogelijkheid tot verjaging buiten de hekken van de luchthavens wél opgenomen in de ontheffing, voor alle vliegbases in Brabant.

2.3.2. Vogelaanvaringspreventie wordt uitgevoerd op basis van lokale procedures, welke direct zijn afgeleid van zowel nationale wetgeving ²²⁾ als ICAO en EU regelgeving voor wildlife strike prevention and aerodromes. De luchtvaartautoriteiten ILT en MLA (Inspectie Leefomgeving en Transport en Militaire Luchtvaart Autoriteit) houden met audits periodiek toezicht op de vogelaanvaringspreventie. De luchthaven dient daarbij aan te tonen dat conform de goedgekeurde lokale procedure wordt gehandeld. Meerdere luchthavens doen ook tussendoor interne audits. In algemene zin zijn de resultaten daarvan positief. Het motto daarbij is: Schrijf op wat je doet en doe wat je hebt opgeschreven. Het gebruik van de vogelradar in de operatie van de luchthavens is overigens nog niet in de procedures verwerkt. Toch zijn regelgeving en toezicht niet afdoende, adequate lokale vogelaanvaringspreventie is in hoge mate afhankelijk van de ervaring en het inzicht van de vogelwachten. Goede (full-time) vogelwachten weten hoe 'hun vogels' vliegen, ze lezen het landschap en ruiken de risico's.

2.4. Technische spoor

De derde pijler van vogelaanvaringspreventie betreft innovatie van werkmethoden en technieken. Naast de reeds genoemde technische middelen (vangkooien, roofvogeldrones, angstkreten) kan een vogelradar (mogelijk) een ondersteunende rol vervullen en aldus een bijdrage leveren aan de vliegveiligheid, zowel in de preventieve als correctieve rol van vogelaanvaringspreventie. Mede om vast te stellen of hiermee gaten kunnen worden gedicht in de gatenkaas die kan leiden tot vogelaanvaringen/ongevallen (bijlage D).

2.5. Conclusie

De stijgende trend in het aantal geregistreerde vogelaanvaringen benadrukt het cruciale belang van effectieve vogelaanvaringspreventie. De Nederlandse luchthavens besteden hier veel aandacht aan, zowel met preventieve als correctieve maatregelen en regelgeving. Zowel op de luchthavens als in de directe omgeving (6 km zone). Goed opgeleide en ervaren vogelwachten spelen in dit proces een centrale rol. Geavanceerde technische middelen (als een vogelradar) kunnen de vogelwachten

²¹⁾ De Provincie en FBE-NH (planvorming) en de WBE'n (uitvoering) zijn structureel actief in het monitoren en reduceren van de ganzenpopulatie rond Schiphol (afschot, nestbehandeling, CO2 vergassing). Voor onderbouwing van de effectiviteit van de correctieve maatregelen en schadebestrijding wordt verwezen naar het Ganzenbeheerplan Schiphol en de jaarlijkse rapportages van de Provincie. Gezien de beschermde status van de Nederlandse fauna (Wet Natuurbescherming) worden alle mogelijke maatregelen overwogen (Faunabeheerplan) alvorens tot populatiereductie over te gaan. Op verzoek van MinlenW worden twee tot vier keer per jaar grootschalige ganzenbeheerochtenden georganiseerd, welke worden gecoördineerd tussen de WBE'n en Schiphol. Hiernaast vraagt Schiphol Bird Control af en toe aan de aanliggende WBE'n om extra aandacht te besteden aan specifieke soorten. Met een zorgvuldige aanpak is de kans dat verstoorde ganzen de banen/funnels kruisen minimaal.

²²⁾ Luchtvaartwet 1958, Wet Luchtvaart 1992, Wet Natuurbescherming 2017, Militaire Luchtvaartwet MLE-MLH 2011.



daarbij mogelijk behulpzaam zijn. Met name tijdens de start en landing van het luchtverkeer en in de risicohoogteband tot 300 meter (1.000 ft). De Koninklijke Luchtmacht gebruikt hiernaast een *en-route* waarschuwing/restrictiesysteem voor oefenvluchten tot (veelal) 1.000 meter (3.000 ft), gebaseerd op gegevens van weerradars (FlySafe). De AGV onderzoekt of vogelradars een positieve bijdrage kunnen leveren aan het reduceren van het aantal vogelaanvaringen.



3. Vogelradar

3.1. Inleiding

Dat vogels kunnen worden gedetecteerd met een radar, is voor het eerst geconstateerd tegen het einde van de Tweede Wereldoorlog. Dienstplichtig bioloog dr. David Lack ontdekte op de grote surveillance radars langs de Engelse oostkust dat bepaalde radarsignalen geen vliegtuigen waren, maar groepen vogels. Dat was het begin van de radarornithologie. Vanaf die tijd wordt de radar gebruikt om onderzoek te doen naar vogeltrek én voor waarschuwingen om vogelaanvaringen te voorkomen. De ontwikkelingen van de radar en de radarornithologie zijn gestaag doorgegaan en momenteel bestaan specifieke 3D vogelradars die zowel individuele als groepen vogels kunnen detecteren met grote nauwkeurigheid. Met een vogelradar kunnen real-time vliegende vogels worden waargenomen en gepresenteerd op een beeldscherm. Specifieke software geeft extra informatie en toepassingsmogelijkheden, zoals classificatie in vogelgrootte, dataopslag en rapportages. Vogelradars kunnen mogelijk een bijdrage leveren aan de vliegveiligheid.

3.2. Doel

Een vogelradar kan voor meerdere doeleinden worden gebruikt, zowel operationeel als tactisch/strategisch. Operationeel betreft dit onder meer ondersteuning van de vogelwachten tijdens de dagelijkse vliegoperatie. Met het real-time radarbeeld kan het inzicht in de vogelsituatie (situational awareness) in het landingsterrein worden verhoogd. Hiermee wordt beoogd bird control effectiever te maken. Tactisch/strategisch betreft het 24/7 monitoring van vogelbewegingen en het in kaart brengen van vogel hotspots ²³⁾. Hiernaast voor risico inschattingen van het aanvaringsrisico als gevolg van ruimtelijke ontwikkelingsprojecten in de vogelbeperkingszone van de luchthavens, nu 6 km (ICAO aandachtspunt 13 km) ²⁴⁾. Of het evalueren van het effect van bepaalde maatregelen en verjaagmethodes. Ook kan het vogelaanvaringsbeleid worden aangepast aan de hand van radardata. Het gebruik van een vogelradar past in het technische (innovatieve) spoor van het NRV-Convenant (Nederlandse Regiegroep Vogelaanvaringen Schiphol) ²⁵⁾.

3.3. Wat

Momenteel bestaan wereldwijd vier vogelradarproducenten voor de luchtvaartsector ²⁶⁾. Een beperkt

²³⁾ Onder monitoring wordt verstaan het systematisch waarnemen en verzamelen van informatie gedurende langere tijd, als signalerende en evaluerende functie.

²⁴⁾ De AGV heeft in eerdere rapportages geadviseerd om gegevens verzamelen over baankruisingen met behulp van vogelradars, teneinde de voorspelbaarheid van de vliegpatronen van de risicosoorten te vergroten en daarmee betere risico inschattingen te kunnen doen.

²⁵⁾ **Doel NRV-Convenant (2016-2018):** Reduceren van vogelaanvaringsrisico op en rond Luchthaven Schiphol, met maatregelen binnen de sporen: (1) Inzet van technische middelen om vogels te detecteren en te verjagen; (2) Voorkomen dan wel mitigeren van (nieuwe) vogelaantrekkende bestemmingen, activiteiten en vormen van grondgebruik rondom de luchthaven en het stimuleren dat bestaande bestemmingen en vormen van grondgebruik een minder grote vogelaantrekkende werking krijgen; (3) Beperken van het voedselaanbod voor vogels met specifieke aandacht voor overzomerende ganzen en (4) Beperken van het aantal overzomerende ganzen op en rondom Luchthaven Schiphol. Naar verwachting zal in 2020 zal een derde NRV-Convenant worden afgesloten, voor de periode 2020-2023. Een vergelijkbaar convenant voor Rotterdam staat in de steigers.

De **NRV-convenantpartijen** zijn: Vereniging Van Nederlandse Verkeersvliegers, Schiphol Nederland, Vereniging Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Landschap Noord-Holland, LTO Nederland, College van B&W Gemeente Haarlemmermeer, Colleges van GS van de Provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht en de Staat der Nederlanden.

²⁶⁾ Naast Robin Radar Systems (RRS, Nederland) zijn dit: DeTect (Verenigde Staten), Accipiter (Canada) en AscendXYZ (Denemarken). DeTect geeft aan 3D te leveren, vergelijkbaar met de Robin Flex, die 3D meet in de opstellingsrichting. Accipiter levert in een specifieke luchtlaag hoogteinformatie. AscendXYZ biedt 2D radars aan.



speelveld, waarin het Nederlandse Robin Radar Systems (RRS) een prominente rol vervult. RRS levert vier types vogelradar, met uiteenlopende karakteristieken (bijlage E). Meerdere producenten leveren een radar die zowel richting (360° rond) registreert, maar hoogte alleen in de opstellingsrichting. RRS claimt met zijn Robin Max radar momenteel de enige ter wereld te zijn die binnen de dome van het bereik (specificaties: 15 km horizontaal, 1 km verticaal) zowel de vliegrichting (track) als ook de hoogte van vogels kan registreren. De AGV heeft dat niet objectief kunnen verifiëren²⁷⁾. Aangezien de AGV haar onderzoek binnen Nederland heeft uitgevoerd en daar hoofdzakelijk alleen Robin radars in gebruik zijn²⁸⁾, heeft de AGV binnen de scope van de opdracht haar bevindingen alleen kunnen doen aan de hand van de ervaringen met Robin radars. De AGV neemt arbitrair aan dat deze bevindingen ook van toepassing kunnen zijn op de radars van andere producenten.

Robin Radar is voortgekomen uit een samenwerkingsverband van het TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium (tegenwoordig TNO Defensie en Veiligheid) en de Koninklijke Luchtmacht. TNO is reeds sinds de Tweede Wereldoorlog actief met radarontwikkelingen voor de krijgsmacht. De Koninklijke Luchtmacht zorgde daarbij voor de kennis over vogeltrek en het gedrag van vogels. Samen hebben ze het vogeldetectiesysteem ROBIN (Radar Observation of Bird INTensity, Engels voor roodborst) ontwikkeld, wat later is gecommercialiseerd in het zelfstandige bedrijf Robin Radar Systems (RRS).

3.4. **Waar**

In Nederland zijn vogelradars momenteel in gebruik op Schiphol, Eindhoven, Rotterdam en de zes militaire vliegbases en de Vliehors Range van de Koninklijke Luchtmacht. Hiernaast zijn en worden vogelradars gebruikt in de windturbinesector (land en zee) en bij het ecologisch adviesbureau Waardenburg (BuWa). Totaal 19 stuks, alle Robin radars²⁹⁾. In het kader van de voorliggende opdracht gaat het dus nog om Lelystad, Eelde en Maastricht. Bij geen van deze drie luchthavens heeft een vogelradar momenteel hoge prioriteit. Gelet op de aanhoudende (politieke) discussies over de vogelproblematiek bij Lelystad Airport, acht de AGV het opmerkelijk dat een vogelradar niet in een vroegtijdig(er) stadium op de agenda is gezet door Lelystad Airport, de Werkgroep Monitoring Lelystad Airport en de provincie Flevoland³⁰⁾. De aanleg/uitbreiding van Lelystad en het onderhoud van de luchthaven zijn voor 15 jaar uitbesteed aan de firma Dura Vermeer. Een van de eisen was dat

²⁷⁾ Copenhagen Airport is *launching customer* van de Robin Max radar in de civiele luchtvaart. RRS kon als enige voldoen aan de full 3D behoefte van Copenhagen, daarom is afgezien van een publieke tender. De Robin Max is gebaseerd op phased array (solid state) technologie, die een veelvoud aan beams kan stapelen (*stacked beams*) tot full 3D.

²⁸⁾ In Nederland is wel ornithologisch onderzoek gedaan met andere radars, maar op kleine schaal en niet specifiek gericht op luchthavens. Zo is in Offshore Windpark Egmond aan Zee onderzoek gedaan met een Detect (Merlin) radar. Ook wordt onderzoek gedaan met een mobiele scheepsradars, om vóór de bouw van windparken risicovolle vliegbewegingen van vogels in kaart te brengen. Om het onderhavige onderzoek niet onnodig te compliceren, zijn deze radars buiten beschouwing gelaten.

²⁹⁾ Schiphol 4x Flex, Eindhoven Flex, Rotterdam Max, 6 vliegbases en Vliehors 3x Max, 4x Flex. Hiernaast in de windturbinesector sector zee 6x Fixed, BuWa Max. Vogelradars voor luchthavens zijn ook geleverd aan Turkije, Duitsland (Berlijn, Frankfurt), Denemarken, India, Maleisië, Australië en de Belgische Luchtmacht.

³⁰⁾ Naar opvatting van de AGV waren daar wel redenen voor. Lelystad Airport wordt een forse luchthaven, openstelling was gepland in 2018. Lelystad en de vogelproblematiek staan hoog op de (politieke) agenda. Over het vogelrisico bij Lelystad Airport leven uiteenlopende opvattingen. De Oostvaardersplassen en andere vogelaantrekkende locaties in de directe omgeving van de luchthaven vormen een potentieel risico. In het Luchthavenbesluit 2015 is het belang van monitoring vastgelegd. In het Voorstel Monitoring (BuWa, 2016), de Nulmeting en het MER 2018 wordt dit bevestigd. Bij de nulmeting was het noodzakelijk een mobiele (scheeps)radar in te zetten. Voor adequate monitoring zijn zowel grondwaarnemingen als radardata van vogelbewegingen vereist. Op Eindhoven (Luchtmacht) en Schiphol zijn vanaf 2012 tests uitgevoerd met vogelradars, vanaf 2017 zijn op Schiphol en de KLu vliegbases elf radars uitgerold. Eerst in 2020 wordt een plan van aanpak monitoring opgesteld voor Lelystad Airport (Arcadis) en een onderzoek gedaan naar nut en noodzaak van een vogelradar voor monitoring bij Lelystad Airport (AGV).



de uitbreiding niet vogelaantrekkelijk mag zijn. Een vogelradar is niet in het bestek opgenomen. Met de gefaseerde groei van het handelsverkeer, zal Lelystad Airport op basis van de resultaten van het monitoringsprogramma en de vogelaanvaringsrapportages, het preventiebeleid (voortdurend) evalueren, waarbij ook nut en noodzaak van de inzet van een vogelradar worden bezien. Overigens laten de gevolgen van de coronacrisis voor de luchtvaartsector en het recente uitstel van de openstelling van Lelystad tot (tenminste) november 2021 zich momenteel nog niet geheel overzien, maar zijn ook naar verwachting van de AGV ingrijpend. Wanneer zicht komt op herstel, kan de planning voor de openstelling van Lelystad worden geactualiseerd, binnen de kaders van nieuw te formuleren beleid. MinlenW heeft immers al aangekondigd dat het luchtvaartbeleid gaat veranderen, kwaliteit komt centraal te staan en van ongeclausuleerde groei kan geen sprake meer zijn. Eelde en Maastricht geven aan dat momenteel de aanvaringsratio beheersbaar is en relatief laag, Eelde 2,5/10.000 vliegbewegingen over de laatste 5 jaar en Maastricht 3,3³¹⁾. Hiernaast is het aantal vliegbewegingen op Eelde en Maastricht substantieel lager dan op Lelystad wordt voorzien. Door Eelde is aangegeven dat nog andere preventieve maatregelen voorhanden zijn, alvorens de aanschaf van een vogelradar te overwegen. En ook dat nog veel aspecten onbekend en niet ingevuld zijn. Daarom wil Eelde afwachten met een dergelijke investering. Bijzonderheid voor Maastricht is dat op de luchthaven een hoogteverschil van 3,5 meter bestaat. Bovendien ligt de luchthaven op een plateau, in de 6 km zone liggen bepaalde gebieden tot 75 meter beneden het maaiveld van de luchthaven (Maasdal). Dit kan tot praktische problemen leiden voor het detecteren van vogels op lage(re) hoogte en het is de vraag of met één radar zou kunnen worden volstaan. Beide velden geven ook aan dat een dergelijke investering voor hun luchthaven een hoog bedrag is en dat nut en noodzaak vooraf moeten zijn aangetoond. Hiernaast is bij het bepalen van hulpmiddelen en maatregelen een realistisch risico assessment van belang. Dit wordt door de AGV onderschreven. Naar analogie met Lelystad zou daarom voor Eelde en Maastricht eerst ook een nulmeting en risicoanalyse kunnen/moeten worden uitgevoerd, alvorens de aanschaf van een radar te overwegen³²⁾. Voor Lelystad zijn een nulmeting en risicoanalyse al uitgevoerd. Daarbij is geconcludeerd dat het vogelrisico beheersbaar is, mits de vogelbewegingen in de directe omgeving van de luchthaven goed worden gemonitord. Over het nut en de noodzaak van een vogelradar in dat proces wordt in hoofdstuk 5 uitvoerig ingegaan. De aanschaf van een vogelradar is overigens een vrije keuze van de luchthavens zelf.

3.5. Kenmerken

3.5.1. De radar genereert een real-time beeld van de vliegbewegingen van vogels (tracks), met een grote detectienauwkeurigheid, die evenwel met de afstand afneemt. Met verschillende symbolen en kleuren worden grootteklassen van vogels gepresenteerd op de monitor. De (Max) radar heeft een rotatiesnelheid van 60 rpm, waardoor het radarbeeld elke seconde wordt verversd. De software berekent de classificatie van de vogel en het vliegp pad (track) op basis van vier rotaties, waardoor de actuele beeldopbouw een vertraging heeft van minimaal vier seconden. De gegevens (locatie, aantallen, route, hoogte, snelheid, vliegrichting ed.) worden 24/7 (dag en nacht), ook met slecht zicht, geregistreerd en opgeslagen. Specifieke

³¹⁾) De (formeel nog niet ingetrokken) doelstelling van de Nederlandse Regiegroep Vogelaanvaringen (NRV Schiphol), onder voorzitterschap van MinlenW, is een vogelaanvaringsratio van maximaal 4/10.000 vliegbewegingen. Deze benadering is in discussie bij de NRV, omdat bij nader inzien niet op minder vogelaanvaringen kan worden gestuurd en het maar beperkt iets zegt over het risico. Eelde, Maastricht en Rotterdam hanteren deze doelstelling nog wel. Op Schiphol en bij de KLu wordt gestuurd op de aanwezigheid van risicovogels in het landingsterrein.

³²⁾ Een andere mogelijkheid is een *radar as service* (data abonnement) concept te overwegen, dat momenteel bij RRS in ontwikkeling is.



details kunnen met een menu worden geselecteerd, wat tevens de beeldrichtheid bepaalt: *Fast flock, Flock, Large bird, Medium bird, Small bird, Aircraft, Vehicle*³³⁾. Ook worden zogenaamde *heat maps* gepresenteerd van locaties met hoge vogelintensiteit (*hotspots*), Schiphol maakt hier dagelijks gebruik van. Bovendien kan de vogeldichtheid boven de start/landingsbanen en in de in/uitvliegpaden (*funnels*) worden gepresenteerd, gecombineerd met een kleuralarmering. De KLu maakt gebruik van deze optie, eveneens bij de landingscircuits die (formaties) jachtvliegtuigen vliegen. Het systeem heeft zowel standaardinstellingen als de mogelijkheid tot gebruikersspecifieke instellingen. De vogelwachten hebben een tablet in de auto, waarop de radarbeelden (near) real-time worden weergegeven. Hiernaast kan het systeem specifieke historische rapportages genereren (report viewer), onder meer naar vogelcategorieën (high, medium en low risk) en risk index. De rapportages omvatten onder meer bird tracks met koers, snelheid en hoogte, runway en airport crossings met locatie en tijd, near misses³⁴⁾, heat maps, over te selecteren periodes en dergelijke. Ook kunnen naar eigen informatiebehoefte grafieken worden samengesteld. Hiernaast is het mogelijk customized grafieken door RRS te laten configureren³⁵⁾.

3.5.2. Op Schiphol bestaat een specifieke situatie. Op het landingsterrein staan vier vogelradars (type Flex) naast de belangrijkste start/landingsbanen. De data van deze radars worden geïntegreerd tot één beeld via de in eigen beheer ontwikkelde Skylark interface. Op het tablet in de auto van de vogelwacht wordt (alleen) het Skylark beeld gepresenteerd. Dit veroorzaakt een vertraging van ongeveer 12 seconden. Hierbij dient in ogenschouw te worden genomen dat de radar ook een inherente vertraging (enkele seconden) heeft, vanwege de rotatiesnelheid.

3.6. Personele en materiële kosten

De kosten van een vogelradar bedragen (orde van grootte): investering Robin Flex 600 K€ en Robin Max 700 K€ (ex BTW) en materiële exploitatie 50 K€/jaar, exclusief eventuele infrastructurele en IT-kosten. De Life Cycle Costs (LCC) van een radar met een levensduur van circa 10 jaar bedragen dus circa 1,1-1,2 M€ (ex BTW). Hiernaast vergt het uitwerken en analyseren van monitordata over langere tijd extra capaciteit en dat heeft ook substantiële financiële consequenties. De kosten hiervan laten zich nog moeilijk inschatten. Het dagelijkse gebruik van een vogelradar vergt geen extra personeel, wel is een opleiding (user training) noodzakelijk om het systeem adequaat te kunnen gebruiken de 3D radarbeelden goed te kunnen interpreteren.

3.7. Voor- en nadelen

De Robin radars zijn nog in ontwikkeling en relatief kort in gebruik. Tijdens de interviews/rondgangen en uit de questionnaires is gebleken dat de radars naast voordelen ook de substantiële nadelen hebben. Als hulpmiddel voor de vogelwachten tijdens de dagelijkse vliegoperatie presteren de radars momenteel nog onvoldoende. Ze worden met name effectief geacht voor metingen om trends in vogelgedrag te genereren (trendmatige monitoring). Het systeem heeft groeipotentieel en de noodzakelijke verbeteringen kunnen mogelijk worden aangebracht. De verwachtingen over de technische specificaties en mogelijkheden van de radar moeten ook beter worden gemanaged (do

³³⁾ Op Schiphol: low risk single, high risk single, high risk group small, high risk group large.

³⁴⁾ Near misses worden alleen op Schiphol en Copenhagen geregistreerd, dat betreft risicovogels (groep of individuele vogels) binnen een straal van 75 meter van een startend/landend vliegtuig. Op de overige velden worden near misses niet bijgehouden. De standaard instelling in de radar is 100 meter en kan worden aangepast naar behoefte van de gebruiker.

³⁵⁾ Copenhagen Airport heeft al meerdere keren gebruik gemaakt van deze mogelijkheid.



not overpromise). De radars hebben uiteenlopende karakteristieken, op de verschillen tussen de types gaat de AGV niet (uitvoerig) in. Op initiatief van Rijkswaterstaat, projectleider van de offshore windparken, is een informele user group opgericht voor gebruikers van Robin radars in Nederland. Het belangrijkste doel hiervan is het uitwisselen van kennis over het gebruik en de betrouwbaarheid van de data, met het oogmerk hierin verbeteringen aan te brengen ³⁶⁾.

3.7.1. Voordelen

- 3.7.1.1. Vogelwachten zijn fysiek niet in staat in de risicohoogteband (300 meter) alle vogelbewegingen visueel waar te nemen, ook niet met een verrekijker en zeker niet in het donker en met slecht zicht. Een radar ziet meer en verder dan het menselijk oog, ook bij duisternis en slecht zicht. Met de radar krijgt de vogelwacht meer informatie over de vogelactiviteiten en hotspots op en buiten de luchthaven. De vogelwachten hebben hiermee een grotere real-time vogel *situational awareness* dan voorheen en kunnen gerichter optreden om vogelaanvaringen te voorkomen.
- 3.7.1.2. Een vogelradar kan vogelaanvaringspreventie effectiever maken. De 'extra radarogen' van de vogelwacht zien, als aanvulling op de visuele waarnemingen, de vogels eerder aankomen en ook hoe ze vliegen. Zeker op een complex en groot veld als Schiphol (6 banen op 2.800 hectare) kan met een radar de inzet van vogelwachten gerichter plaatsvinden. Vogels op de grond worden overigens niet gedetecteerd. Bij de regionale en militaire velden is de situatie eenvoudiger, omdat die (veelal) maar één baan hebben. De ervaring van vogelwachten speelt overigens ook een belangrijke rol, ze herkennen vaak vaste patronen (slapen/ foerageren) van de lokale vogels en het risico wat dat mogelijk oplevert.
- 3.7.1.3. De radar registreert 24/7 (dag en nacht) vogelbewegingen, binnen het bereik van de radar. Met een radar kan het vlieggedrag van vogels over langere tijd gedetailleerd in beeld en kaart worden gebracht (monitoring). Wanneer meerdere jaren data zijn verzameld, schept dit mogelijkheden voor (offline) onderzoek naar onder meer de timing van vogelbewegingen, vliegintensiteit, vlieghoogte en precieze routes die vogels volgen. In combinatie met grondwaarnemingen heeft dergelijke monitoring ook de potentie om er verwachtingsmodellen uit te ontwikkelen en risicoanalyse te doen ten aanzien van vliegveiligheid. Ook kan de impact van vogelaantrekkende ruimtelijke ordeningsprojecten worden gemonitord en kunnen vogel hotspots in kaart worden gebracht. Het analyseren van radardata kan mede leiden tot effectiever preventiebeleid, onder andere het habitatmanagement. De radar kan een aanvulling zijn, waar conventionele middelen ontoereikend zijn.
- 3.7.1.4. De (geclassificeerde) radarbeelden kunnen worden 'teruggespoeld' en opnieuw worden bekeken. Dit kan voor allerlei doeleinden worden gebruikt. Voor de korte termijn onder andere voor het evalueren van verjaagacties, het in combinatie met de visuele waarnemingen van de vogelwachten herkennen van vliegpatronen van bepaalde soorten in specifieke kortere periodes, het nagaan van de vogelaanwezigheid en -dichtheid en dergelijke. Voor de lange termijn gaat het meer om structurele data-analyse, waarbij 'even terugspoelen' eigenlijk niet aan de orde is.

³⁶⁾ De huidige leden zijn: Rijkswaterstaat, Universiteit van Amsterdam, Bureau Waardenburg, Koninklijke Luchtmacht en Robin Radar Systems.



- 3.7.1.5. Het systeem heeft een ingebouwd rapportagetool, waarvan de kenmerken en mogelijkheden hierboven zijn beschreven. Naast de standaard rapporten is in overleg met RRS ook maatwerk mogelijk.
- 3.7.1.6. De opbouwfase van/met het systeem is nog gaande, zodat nog aanpassingen kunnen worden verwacht en ook noodzakelijk zijn. De full 3D Max radar/technologie is relatief nieuw en bestaat vier jaar, de Flex radar bestaat 8 jaar. Met name de software beschikt over groeipotentieel. Hiernaast moet ook de ervaring met en het vertrouwen in de radar nog groeien. Adequate opleiding is daarvoor randvoorwaardelijk.

3.7.2. Nadelen en ontwikkelpunten

- 3.7.2.1. Het belangrijkste doel van de grootste gebruikers (Schiphol en KLu) met de radar is het verhogen van de vogel *situational awareness* bij de vogelwachten. En de verwachting dat hiermee bird control effectiever kan worden en het aantal vogelaanvaringen zal afnemen. Schiphol en de KLu hebben inmiddels de nodige ervaring met de vogelradars, maar voorbeelden en cijfers over de effectiviteit van de radars zijn niet voorhanden. Of met het verhogen van de situational awareness daadwerkelijk vogelaanvaringen kunnen worden voorkomen, kan dus niet worden aangetoond. Overigens worden met weerradargegevens wel aantoonbaar *en-route* vogelaanvaringen op grotere hoogtes voorkomen (FlySafe) en is het aantal (militaire) vogelaanvaringen met schade 45% afgenomen.
- 3.7.2.2. De betrouwbaarheid van de radar voor detectie en classificatie naar vogelgrootte voldoet nog niet aan de verwachtingen. Detectie is afhankelijk van de afstand en het vrije zicht (*line of sight*) van de radar. Vogelwachten ervaren relatief veel valse positieven en negatieven. Dat wil zeggen dat vogels worden gezien die niet op de radar zichtbaar zijn en andersom. Vanwege het wisselende reflectieoppervlak zijn vogels van voren/achteren minder ver zichtbaar dan van opzij. Hiernaast worden niet alle vogeltracks op de monitor gepresenteerd, omdat ongeveer vier omwentelingen nodig zijn om het 3D beeld inclusief de track samen te stellen. Hierdoor worden 'gemiste' vogels mogelijk wel gedetecteerd, maar niet altijd als zichtbare tracks weergegeven. Vlakbij de grond zijn vogels ook moeilijk waarneembaar door de radar. Andere valse tracks betreft het weergeven van vliegtuigen als voertuigen en ook worden soms 'vliegende schepen' waargenomen. Hiernaast voldoet de rubricering (classificatie) van waargenomen (groepen) vogels in grootteklassen niet aan de verwachtingen/eisen. Zo kunnen niet altijd groepen vogels van een enkele vogel worden onderscheiden. Dit wordt beschouwd als een belangrijke tekortkoming.

Birdstrike Management Ltd. (UK) heeft in 2017 een validatie gedaan van de Robin 3D Flex radars op Schiphol. De resultaten waren een detectie nauwkeurigheid van 91% en een juiste classificatie van 80% ³⁷⁾, het correct indelen van de vogels in grootte categorieën. Van de Robin Max is nog geen volledige validatie uitgevoerd. Uiteraard is een structureel en gedocumenteerd validatieprogramma noodzakelijk, om objectief te kunnen vaststellen in hoeverre de radarbeelden overeenkomen met de werkelijkheid

³⁷⁾ Schiphol heeft in een presentatie (NLBSCtee 13 de 2018) gemeld dat 96% van de vogels wordt gedetecteerd door de radars.



³⁸⁾ Op basis hiervan dient het systeem goed te worden gekalibreerd. Eerst dan acht de AGV automatische gegevensverzameling zinvol. In het validatie- en inregelproces zou een optische check met een warmtebeeldcamera (reikwijdte tot 5 km) behulpzaam kunnen zijn, dan zie je wat je meet. Een goede validatie en kalibratie is ook van invloed op de appreciatie en het daadwerkelijk gebruik van de radar door de vogelwachten. Een adequaat gebruik van de radar vereist ook vakbekwame en goed opgeleide vogelwachten, wat een belangrijke randvoorwaarde is. Het systeem ziet niet 100% van de vogels en het vergt training en ervaring om het goed te kunnen gebruiken.

De KLu heeft de 3D Flex zelf gevalideerd, hiervan is geen rapport beschikbaar. De validatie van de Max is nog niet afgerond. Uit de validatie van de Flex is gebleken dat het onderscheid naar vogelgroepen niet voldoet aan de eisen. Tijdens de validatie kwamen weinig observaties voor waarbij visueel geen vogel werd gezien, terwijl de radar wel een vogel weergaf. De foutieve waarnemingen betreffen meestal vogels die hoog vlogen of werden veroorzaakt door regenbuien. Bij de Max radars komen foutieve tracks relatief meer voor, pluisjes en insecten genereren valse tracks. Een goede kalibratie is essentieel. De betrouwbaarheid van het systeem wordt door de vogelwachten en de back offices soms verschillend ervaren.

3.7.2.3. De KLu acht verbetering van de classificatie van de radars noodzakelijk. In de classificatie van vogels tot ongeveer 1 kg zit te veel overlap en het is onduidelijk of het een middelgrote vogel, grote vogel of groep kleine vogels betreft. CLSK heeft RRS verzocht een andere classificatie uit te rollen, die erg lijkt op die van Schiphol en het accent legt op vliegveiligheid ³⁹⁾. Een groep vogels is risicovoller voor een tweemotorig vliegtuig dan een enkele grote vogel, omdat meermotorige vliegtuigen zijn ontworpen om ook te kunnen vliegen op één motor. Aanpassingen van de radarsoftware worden naar verwachting in 2020 geïnstalleerd. Wanneer de classificatie is aangepast aan de validatie, heeft Bureau Natuur CLSK veel vertrouwen in het systeem en denkt dat de radar een belangrijke bijdrage gaat leveren aan de vliegveiligheid. De AGV kan zich over deze toekomstverwachting nog geen oordeel vormen.

3.7.2.4. Het effectieve bereik van de radar heeft beperkingen. Met de afstand treedt verlies van detectie op, (begrijpelijk) worden de kleine soorten als eerste niet meer gedetecteerd. Maar voor een volledig beeld van alle groottes geven de gebruikers aan dat het bereik dan drie tot maximaal vier km is. Op Schiphol is het radarbereik (Flex) betrouwbaar tot drie km buiten het veld. Hoewel RRS aangeeft dat het realistisch is om uit te gaan van vijf km voor classificatie, wordt die afstand in de praktijk niet gehaald. Ook worden laag vliegende vogels moeilijker gedetecteerd, vanwege

³⁸⁾ Bureau Waardenburg heeft een 'validation guidance document' opgesteld, een specifieke methode om een vogelradar op zee te valideren (offshore windpark Luchterduinen). Op zee is maar een beperkt aantal observatieposities beschikbaar, daarom bevat dit document weinig relevante informatie voor de validatie van een vogelradar op een luchthaven. Daarvoor kan beter een specifieke validatiemethode worden ontwikkeld.

³⁹⁾ De beoogde classificatie door de KLu is: (1) Flock-large, groepen grote vogels > 1.000 gram, (2) Medium-large bird, vogels tussen 100-1.000 gram, (3) Small bird, vogels < 100 gram, (4) Insect, geen vogels. Bovendien zullen groepen kleine vogels niet als aparte groep maar als medium-large bird of small bird worden weergegeven, afhankelijk van de reflectie. Het accent ligt op groepen grote vogels, die vormen het grootste vliegveiligheidsrisico.



achtergrond interferentie en grondclutter ⁴⁰⁾. De specificaties van de radars geven een groter bereik aan ⁴¹⁾, dit betreft het (theoretisch) technische bereik. Voor trendmatige monitoring van vliegbewegingen wordt het feitelijke bereik door meerdere gebruikers als laag gekwalificeerd. RRS geeft aan dat de optimalisatie hiervan gaande is.

Vanwege de energiebundel detecteert de radar vanaf een afstand van circa 50 meter. Bovendien wordt het zicht van een radar bepaald door de *line of sight* en bestaan 'blinde vlekken' vanwege gebouwen, bossen en dergelijke.

- 3.7.2.5. Vogelsoorten worden niet herkend, de radar ziet alleen vogelgrootte. Aan soortherkenning bestaat wel grote behoefte bij de gebruikers. Met gespecialiseerde systemen is het mogelijk om op basis van de vleugelslagfrequentie (*wing beats*) soort(groep)en te herkennen. Dan is het echter niet meer mogelijk om alle vogels binnen het bereik van de radar te volgen (tracken). Maar één geselecteerde vogel of groep vogels wordt dan gevolgd met de radar. Dit gaat ten koste van het totaalbeeld. Vooral nog is dat met de Robin radars niet mogelijk en is herkenning van vogelsoorten nog (verre) toekomstmuziek.
- 3.7.2.6. De informatiedichtheid op de monitor wordt door de meeste vogelwachten als hoog ervaren en is soms moeilijk te relateren aan de veldsituatie. Dit bemoeilijkt een goede interpretatie van de radarbeelden. Zo lijkt op de radar het veld soms vol met vogels, terwijl dat visueel meevalt. De hoogte waarop de vogels vliegen is alleen zichtbaar op het beeldscherm van de Flex radar als de verticale radar van het systeem de track heeft 'gelockt' en dat is alleen in de baanrichting. Ook de eerder genoemde insecten en clutter zijn verstorend. Hiernaast worden alle baankruisingen van vogels gepresenteerd, waaronder ook vogels die geen risico vormen vanwege de hoogte waarop ze vliegen. Dit laatste is te corrigeren met een software aanpassing, zodat alleen relevante informatie wordt geprojecteerd over de start/landingsbanen en de in/uitvliegfunnels, gecombineerd met een kleuralarmering. De KLu maakt gebruik van deze optie, zowel bij de Max als de Flex radar, maar dit moet nog wel worden ingeregeld op de lokale situatie. Overigens is het voor de vogelwachten belangrijk om te zien dat vogels onderweg zijn naar de baan of de in/uitvliegpaden. Want als de vogels eenmaal in de funnels vliegen is de vogelwacht altijd te laat, omdat er dan geen tijd meer is om ze te verjagen. De hoge informatiedichtheid is de keerzijde van de grotere vogel *situational awareness*. Naast de noodzakelijke softwareaanpassingen noodzaakt dit ook tot een adequate training om de radarbeelden juist te interpreteren.
- 3.7.2.7. Bij regen en mist varieert de kwaliteit van het radarbeeld van niet optimaal tot slecht, vanwege clutter (ongewenste reflecties). Hierdoor worden ook foutieve tracks gegenereerd. In een (langdurige) regenbui kan een radar geen vogels detecteren, omdat hij niet altijd vogels kan onderscheiden van de reflectie van waterdruppels. De radar beschikt over een regenfilter, maar als dat actief is slaat bij regen de monitor dicht. Bij de nieuwste Robin systemen is het regenfilter dynamisch, het treedt bij regen langzaam in werking en bouwt ook weer langzaam af. In de overgangsfase

⁴⁰⁾ Specificaties (Robin website): **Max** 15 km horizontaal, 1 km verticaal .. **3D Flex** 10 km, 4,5 km .. **3D Fixed** 10 km, 6 km .. **2D Lite** 8 km. Dit is de instrumented range, het (theoretisch) technische bereik van de radar.

⁴¹⁾ Phillips et al. 2018 geven met betrekking tot de detectiehoogte aan dat de (Accipiter) radar effectiever is boven 100 meter, vanwege de *beam geometry*, achtergrond interferentie en grondclutter. De AGV heeft geen informatie hoe de Robin radars op dit aspect presteren.



worden nog wel vogeltracks gegenereerd, maar deze worden vaak veroorzaakt door regendruppels die foutief als vogel worden geclassificeerd.

- 3.7.2.8. Stralingsveiligheid eist bij de offshore windturbines het gedeeltelijk afschermen van de radarbundel, waardoor zichtsector wordt beperkt.

3.8. Toekomstige ontwikkelingen

- 3.8.1. In de toekomst zullen de radardata en de bird control activiteiten per radar standaard worden gecombineerd. De vogelwacht legt zijn waarnemingen en verjaagacties namelijk vast in dezelfde database waarin de radardata worden opgeslagen, op de servers van de gebruiker. Daarmee wordt ook de effectiviteit van verjaagacties vastgelegd. Hiermee kunnen de preventieve en reactieve maatregelen worden geoptimaliseerd, mogelijk gericht en efficiënter.
- 3.8.2. Interpretatie van de radargegevens gebeurt nu nog grotendeels handmatig. Daardoor zijn grote hoeveelheden gegevens, hoewel in principe geschikt, nu niet eenvoudig te gebruiken voor verder onderzoek. Schiphol zal zogenaamde *data crunchers* gebruiken om meer informatie uit de data te halen. In de toekomst zal niet alleen het tellen, maar ook het interpreteren van de gegevens kunnen worden geautomatiseerd. Daarmee worden betere voorspellingen en ruimtelijke interpretaties mogelijk. En ook het combineren met andere databronnen (zoals weerradars), waarmee meer inzicht kan worden verkregen over vogeltrek en hoe trekvogels reageren op veranderingen in landschap, weer en klimaat. Dit is evenwel (nog) geen unanieme behoefte in de civiele luchtvaartsector.
- 3.8.3. Het oplossen van de hiervoor genoemde tekortkomingen en probleemaspecten (ontwikkelpunten) vereist naar opvatting van de AGV hoge prioriteit. Dit betreft onder meer de detectie- en classificatieproblemen (betrouwbare indeling vogelklassen), het daadwerkelijke bereik en het onderscheidend vermogen tussen vogels en andere objecten.
- 3.8.4. RRS kan binnen afzienbare tijd ook 'data abonnementen' leveren, bijvoorbeeld voor regionale luchthavens die nog geen eigen radar willen aanschaffen. Onder de term *radar as service* plaatst en bedient RRS dan een radar op de luchthaven, tegen nog vast te stellen jaarlijkse all-in kosten. Dat betreft dus alleen operationele kosten. Hiermee zou zonder grote investering nut en noodzaak van een vogelradar kunnen worden onderzocht voor de lokale situatie.
- 3.8.5. Gebruikers hebben de wens om de vogelradar te kunnen gebruiken als 'buienradar', die een aantal uren vooruit kan kijken. Schiphol doet momenteel onderzoek naar het gebruik van een voorspellend model, waarmee op basis van historische data zou kunnen worden gesignaleerd wanneer vogelrisico per start/landingsbaan kan voorkomen.
- 3.8.6. Het technisch al mogelijk vogel- en droneradars te integreren in één netwerk, waarmee zowel vogels als drones kunnen worden gedetecteerd en gepresenteerd. Verder is naast het classificeren van vogels ook de classificatie van drones in ontwikkeling. Rotterdam en Kopenhagen zijn hiervoor test-luchthavens.
- 3.8.7. **Radarnetwerk**
- 3.8.7.1. Met het koppelen van de vogelradars in een netwerk, zou zelfs een dagelijks of periodiek 'vogelweerbericht' voor Nederland kunnen worden gegenereerd. Behoeft aan een dergelijk radarnetwerk bestaat momenteel niet bij de civiele luchthavens. De KLu is er al wel mee bezig, met het oog op de missies van jachtvliegtuigen op lage



hoogte (*en-route*). Het tussen de luchthavens delen van uit radardata verkregen trends zou mogelijk ook meerwaarde kunnen hebben. Hoewel een vogelradar voornamelijk is bedoeld als lokaal systeem en elke luchthaven specifieke (vogel)omstandigheden kent, acht de AGV nader onderzoek naar dit onderwerp interessant en zinvol.

3.8.7.2. Een conceptuele stap verder is het koppelen van de vogelradars in een netwerk met andere radartypes, zoals weerradars. Daarmee zou een totaalbeeld/model van de regionale, landelijke en zelfs Europese vogeltrek kunnen worden gevoed met actuele gegevens. Het bestaande (al geavanceerde) FlySafe systeem zou hiermee een boost kunnen krijgen en het voorspellende vermogen ook lokaal kunnen vergroten. Vogeltrek op grotere hoogte heeft immers ook invloed op de vogelaanwezigheid op de lagere risicohogtes, dus het samenvoegen van de gegevens is geen verkeerde gedachte. Dergelijke toekomstvisies zijn dichterbij dan we denken, de kennis is deels al aanwezig en in het kader van 'Nederland innovatieland' dienen dergelijke conceptuele ideeën naar opvatting van de AGV niet te worden genegeerd.

3.9. **Conclusie**

Een vogelradar kan worden ingezet als real-time hulpmiddel voor het verhogen van de situational awareness van de vogelwachten tijdens de dagelijkse vliegoperatie. Hiernaast voor het langdurig monitoren van vogelbewegingen op en in de directe omgeving van de luchthaven. De combinatie van deze gebruiksmogelijkheden maakt de radar een potentieel waardevol hulpmiddel. In het wereldwijde speelveld van vier vogelradarproducenten, heeft Robin Radar Systems een prominente positie. In Nederland zijn momenteel 19 Robin vogelradars in gebruik, zowel op de civiele als de militaire luchthavens. De life cycle costs van een Max radar over 10 jaar bedragen ongeveer 1,2 M€ (ex BTW). Voor de dagelijkse inzet van de radar is geen extra personeel benodigd. De kosten van het uitwerken en analyseren van de monitordata naar verwachting substantieel, maar laten zich nog moeilijk inschatten. Naast voordelen hebben de radars ook tekortkomingen, waarvan de betrouwbaarheid en classificatie de belangrijkste exponenten zijn. Daarom worden de vogelradars momenteel niet geschikt geacht voor de dagelijkse vliegoperatie. Wel is de radar bruikbaar voor het doen van langdurige metingen om trends in kaart te brengen. Vooraf zijn validatie en kalibratie (inregelen) van de vogelradars noodzakelijk. De regionale luchthavens Lelystad, Eelde en Maastricht achten de aanschaf van een vogelradar momenteel nog niet opportuun. Vooraf zijn een nulmeting en risicoanalyse noodzakelijk. Voor Lelystad zijn die al uitgevoerd. De Robin radars zijn nog in ontwikkeling en relatief kort in gebruik. Het verbeteren van het systeem vereist hoge prioriteit. De geschetste toekomstige ontwikkelingen zijn welkom en de conceptuele toekomstvisies zijn interessant.



4. Gebruik van de vogelradar op de luchthavens

4.1. Inleiding

Op de luchthavens kan een vogelradar worden gebruikt voor directe ondersteuning van de vogelwacht bij de dagelijkse vliegoperatie. Hoofddoel hierbij is het verhogen van de situational awareness over de vogelsituatie, om daarmee bird strikes te voorkomen en de vliegveiligheid te verbeteren. Hiernaast kan de radar worden gebruikt voor het real-time monitoren van naderende vogels in de 6 km zone, ter 'early warning' van de vogelwacht. Verder voor langdurige monitoring en dataverzameling binnen het bereik van de radar, zowel op de luchthaven als daarbuiten, voor trendanalyse. Op een luchthaven is vogelaanvaringspreventie met name relevant voor de drie direct betrokken partijen: luchthaven, luchtverkeersleiding en luchtvaartmaatschappij. De vogelwacht speelt hierin een centrale rol. Een gehoorde slogan is: De radar moet functioneren als een rookmelder, de bird controller en verbeterd beleid zijn de blussers.

4.2. Dagelijkse vliegoperatie

4.2.1. Zoals eerder opgemerkt stijgt het aantal (geregistreerde) vogelaanvaringen over de afgelopen jaren, waarmee effectieve vogelaanvaringspreventie van cruciaal belang blijft. Een vogelradar presenteert de radarbeelden real-time op een tablet in het voertuig van de vogelwacht ⁴²⁾, waarmee hij op het landingsterrein continu de vogelsituatie in de gaten kan houden. Vooral in het donker en bij slecht zicht wordt met een radar veel meer waargenomen dan visueel. Waar komen de vogels vandaan, hoe hoog en snel vliegen ze, welke richting vluchten ze na verjaging etc. Afhankelijk van zijn risico-inschatting kan de vogelwacht zien naar welke locatie hij moet gaan om vogels te verjagen. De complexiteit van het landingsterrein is hierop ook van invloed, op Schiphol zes banen op 2.800 ha. met grote onderlinge afstanden. De regionale velden hebben maar één baan en zijn overzichtelijker. Ook kan tijdelijk het starten van een specifieke baan worden opgeschort of een baan kortstondig buiten gebruik worden genomen. Het advies van de vogelwacht hierover is bindend. Tijdelijke baansluitingen komen overigens maar een beperkt aantal keren per jaar voor. Wel wordt regelmatig een baan niet gebruikt, omdat de vogelwacht een runway-check moet uitvoeren. Met de informatie van (betrouwbare) radars kan de effectiviteit van bird control worden verhoogd en de inzet van vogelwachten gerichter plaatsvinden. De inschatting van de vogelwacht is leidend, zijn ogen en ervaring zijn belangrijk. Schriftelijke procedures/werkinstructies voor het gebruik van de vogelradar en het voorkomen van vogelaanvaringen zijn bij geen van de luchthavens aangetroffen. Wel beschikken de luchthavens over algemene instructies voor vogelaanvaringspreventie.

De appreciatie van de door de AGV gesproken/bevraagde vogelwachten van zes luchthavens, zowel civiele als militaire, over de meerwaarde van een vogelradar met de huidige karakteristieken, is in meerderheid sceptisch. Slechts één vogelwacht toonde zich gematigd positief. De back offices zijn er iets positiever over. Vanwege de eerder geschetste problemen en tekortkomingen van de radars, kwalificeren de vogelwachten de radar momenteel als onbetrouwbaar. Daarom wordt de radar in de praktijk niet intensief gebruikt. Bovendien heeft Skylark (Schiphol) een vertraging van ongeveer 12 seconden, wat hieraan niet bijdraagt. De AGV heeft veel van de aangegeven tekortkomingen daadwerkelijk in de praktijk gezien. Gedocumenteerde objectieve validatie over de betrouwbaarheid van de radars is evenwel maar beperkt beschikbaar. Momenteel is/blijft visuele waarneming de belangrijkste informatiebron voor de actieve vogelverjaging. In toenemende mate komen

⁴²⁾ Zie voorbeelden van de radarbeelden in bijlage F.



hiervoor overigens ook warmtebeeldcamera's in de belangstelling (KLu in 2020). De radar is ondersteunend en niet leidend bij beslissingen tot ingrijpen. De radar registreert, maar verjaagt geen vogels en kan het werk van vogelwachten niet overnemen. Met de vogelradar worden niet aantoonbaar vogelaanvaringen voorkomen. Er zijn geen voorbeelden bekend waarbij op enkel radarinformatie is ingegrepen in de vliegoperaties. Wel wordt op Schiphol, op visuele waarnemingen van de vogelwachten, het starten opgehouden bij een te grote vogelconcentratie. Dat komt ongeveer 15 per jaar voor. Indien de betrouwbaarheid van de radar voldoende zou zijn, wordt hij door allen wél als een waardevol hulpmiddel beschouwd, wat bird control beslist effectiever kan maken. Een goede opleiding en training dragen hier ook aan bij. Hoewel de radars momenteel nog onvoldoende presteren voor directe operationele inzet, wordt wel de situational awareness over de vogelsituatie op en rond de luchthaven verhoogd. Mede op basis van de eigen waarnemingen (op Schiphol, Eindhoven en Leeuwarden) onderschrijft de AGV deze appreciatie.

- 4.2.2. Van luchtverkeersleidingszijde wordt gehoord dat in tegenstelling tot de starts het landingspatroon van de vliegtuigen op Schiphol doorgaans niet of nauwelijks wordt onderbroken in geval van vogelaanvaringsrisico. Stilstaande of taxiënde vliegtuigen kunnen makkelijker even worden vertraagd dan landende vliegtuigen. Op Schiphol gaan de landingen in een strak ritme met korte tijdsintervallen (gemiddeld 40 vliegtuigen per uur, een spacing van 1,5 minuut) en zijn heel lastig te onderbreken ⁴³⁾. Het in de lucht houden van vliegtuigen kan ook veiligheidsrisico's opleveren die groter zijn dan de kans op een vogelaanvaring. Zoals eerder toegelicht is de fysieke impact van een vogelaanvaring tijdens de landing kleiner dan in de start. Daarenboven hanteren veel luchtvaartmaatschappijen een protocol om de landing door te zetten in geval van een (dreigende) vogelaanvaring ⁴⁴⁾. Ook KLM en EASA beschouwen een *go around* bij een vogelaanvaring als risicovoller dan het doorzetten van de landing. Daarbij speelt het onder controle krijgen/houden van een vliegtuig een belangrijke rol. De ramp met de Belgische Hercules op Vliegbasis Eindhoven (1996) is daarbij dé zwarte les geweest. Wanneer de crew de landing had doorgezet, was het naar opvatting van vele deskundigen minder tragisch afgelopen.
- 4.2.3. Een ander relevant aspect ter zake van de vogelradar betreft de verantwoordelijkheid van de vogelwachten en andere betrokkenen in relatie tot het gebruik van de radar. De AGV heeft in een aantal interviews een situatie aan de orde gesteld van een (hypothetisch) onderzoek van een vogelaanvaring met ernstige gevolgen, waarbij de bird controller niet correctief is opgetreden. Op de nadien teruggedraaide radarbeelden waren de 'boosdoeners (vogels)' evenwel duidelijk zichtbaar. De vogelwachten hadden dat risico dus kunnen/moeten onderkennen en passende maatregelen moeten nemen. De AGV vraagt zich af hoever de verantwoordelijkheid van de betrokkenen, waaronder de vogelwachten, in een dergelijk geval gaat. Vanuit de gescheiden verantwoordelijkheden op de civiele (regionale) velden, geeft de luchthaven (waar de vogelwachten toe behoren) volgens een vaste procedure de banen vrij voor gebruik. De luchtverkeersleiding (LVNL) gaat ervan uit dat de baan bruikbaar is en dirigeert alleen het luchtverkeer op/van die banen. Wat betreft aansprakelijkheid geeft

⁴³⁾ Gedurende de zomer bedraagt het aantal starts en landingen tussen de 1.500-1.600 vliegbewegingen per dag, in de winter 1.300 tot 1.500.

⁴⁴⁾ De KLM richtlijnen 'Crew actions for a bird strike during approach or landing' zijn: If the landing is assured, continuing the approach to landing is the preferred option. If more birds are encountered, fly through the bird flock and land.



LVNL aan dat deze, gelet op hun taak zoals omschreven in de ICAO- en EU-regelgeving ⁴⁵⁾, bij de luchthavens berust. Een eventueel onderzoek kan kritische vragen oproepen voor alle betrokken partijen (luchthaven, luchtverkeersleiding, toezichthouders). Vogelwachten maken zich hier zorgen over. Zelfs wanneer de radar 100% betrouwbaar zou zijn, is de hierboven geschetste stellingname naar opvatting van de AGV niet houdbaar en zal naar verwachting contraproductief werken. Geen van de doorgaans zeer betrokken vogelwachten wil immers verantwoordelijk zijn voor een (ernstige) vogelaanvaring die wellicht had kunnen worden voorkomen. Dit sluit aan bij een constatering van de Onderzoeksraad voor Veiligheid in een rapport over een *runway incursion* door een vogelwacht (OVV, 2013), dat het werkgebied van vogelwachten hectisch is. Ook vanuit deze invalshoek is een structurele en gedocumenteerde validatie en adequate kalibratie van de radar van groot belang. De verantwoordelijkheidsvraag is naar opvatting van de AGV een onderbelicht aspect, dat aandacht behoeft.

4.3. **Monitoren voor ‘early warning’**

De vogelradar kan ook gebruikt worden voor het waarnemen van naderende laagvliegende (groepen) vogels in de 6 km zone, ter ‘early warning’ van de vogelwacht. De radar wordt hiervoor weinig gebruikt. Wel is op Rotterdam de radar met name aangeschaft voor waarnemingen buiten de luchthavens. Woensdrecht monitort met name in de winterperiode de omvangrijke meeuwenstroom buiten de hekken van het veld. Vliegbasis Leeuwarden heeft het initiatief genomen om in het kantoor van de vogelwachten een grote monitor aan de muur te hangen, waarmee voorafgaand aan de vliegoperatie (onder de koffie) de vogelsituatie in de gehele 6 km zone kan worden bekeken en onderling besproken. Toch blijken de vogelwachten in algemene zin meer geïnteresseerd in de vogelsituatie binnen ongeveer 1 km van de baan, vogels die een direct risico kunnen betekenen. De radar wordt bijna uitsluitend gebruikt voor het monitoren van de vogelsituatie binnen de hekken van de luchthaven en niet voor ‘early warning’.

4.4. **Trendmatige monitoring**

In het navolgende hoofdstuk 5 wordt uitvoerig ingegaan op het mogelijke gebruik van een vogelradar voor langdurige trendmatige monitoring. Vanwege de onderzoeksvraag is dit hoofdstuk hoofdzakelijk gericht op de situatie van Lelystad Airport. Voor het waarnemen van trends over langere periodes achten de AGV en ook de meeste stakeholders de vogelradar bij uitstek geschikt.

4.5. **Verschillen in inzet per luchthaven**

Er zijn verschillen in de wijze waarop het radarsysteem wordt ingezet op de verschillende luchthavens. Naar verwachting van de AGV zal dit onderwerp ook wel in de eerder genoemde user group (para 3.7) aan de orde komen voor uitwisseling van ervaringen, teneinde de inzet te optimaliseren.

4.5.1. **Amsterdam Airport Schiphol**

Schiphol heeft vier vogelradars (Robin 3D Flex), die in de baanrichting staan opgesteld bij de belangrijkste startbanen ⁴⁶⁾. Ze worden gebruikt voor de dagelijkse operatie en voor analyse doeleinden. De vogelwachten hebben een tablet in de wagen, waarop het Skylark beeld van de hele luchthaven (near) real-time wordt gepresenteerd en ook meldingen kunnen worden verwerkt, zoals verjaagacties en baanvrijgave na inspectie. Ook kan hij *heat maps* oproepen

⁴⁵⁾ Dit betreft onder meer ICAO Annex 14 en ICAO Document 9137. Hiernaast EU 139/2014 Organisation and Operations Requirements for Aerodromes, including Acceptable means of compliance (AMC) and Guidance material (GM) to Authority.

⁴⁶⁾ De 3D Robin Flex radars van Schiphol staan bij de Polderbaan (18R-36L), Zwanenburgbaan (18C-36C), Kaagbaan (06-24) en nabij de kruising van de Buitenveldertbaan (09-27) en de Aalsmeerbaan (18L-36R).



op zijn tablet, van locaties met hoge vogelintensiteit (*hotspots*), De vogelwacht krijgt hiermee een beter inzicht in de vogelsituatie (situational awareness). De radar laat onder meer heat maps van high risk birds zien, waarop de bird controller via de snelste weg naar de betreffende locatie kan gaan. De tot ongeveer 12 seconden vertraging van het Skylark beeld werkt wel belemmerend. Het landingsterrein op Schiphol is tamelijk complex, met grote afstanden en rijtijd tussen de banen. Met het blote oog of met een verrekijker is niet het gehele veld te overzien, de radars zijn daarbij behulpzaam. Tijdens de vliegoperaties zijn vaak meerdere banen in gebruik, separaat voor starten en landen. Het aantal dienstdoende vogelwachten is hierop afgestemd. De vogelwachten zien elkaars positie ook op het tablet. Op Schiphol wordt binnen de hekken ook gemonitord, om informatie over high risk vogels te verzamelen en terugkerende vliegpatronen van baankruisende vogels in kaart te brengen. Voor analysedoeleinden worden gedurende twee jaar data verzameld, ter beantwoording van vragen als: hoe vaak worden de banen overvlogen, hoeveel vogels bevinden zich in de in/uitvliegpaden, hoeveel near misses (75 meter) vinden plaats en dergelijke. Met de analyse van de gegevens wordt gestart omstreeks april 2020. Dat kan leiden tot conclusies over de effectiviteit van het preventiebeleid en welke banen het best kunnen worden gebruikt. Baankeuze is momenteel hoofdzakelijk gebaseerd op geluid, wind en verkeersaanbod. Het vogelrisico zou daar ook een aspect van kunnen zijn. Wanneer een baan niet 'vogelveilig' wordt geacht, kan trouwens nu ook al worden besloten hem niet vrij te geven, wat af en toe voorkomt. De monitoring beperkt zich veelal tot het beïnvloedingsgebied van de luchthaven en strekt zich doorgaans niet uit tot buiten de hekken van het veld, zodat over de eventuele meerwaarde van de radar in die rol geen duidelijkheid bestaat. Schiphol heeft de ambitie de vogelradar in de toekomst te kunnen gebruiken als een 'buienradar', met een vooruitblik van een paar uur. Dit zou de effectiviteit van bird control verder kunnen verhogen. Zoals eerder opgemerkt dient hiervoor een voorspellend model te worden ontwikkeld, wat in de windturbinesector al gebeurt.

4.5.2. **Rotterdam The Hague Airport**

Op basis van een compliance check op de EASA-regelgeving voor bird hazard management, door Birdstrike Management Ltd (BML, UK, 2016), heeft Rotterdam een Robin Max vogelradar aangeschaft, primair voor waarneming buiten de luchthaven. Rotterdam wil 'naar buiten kijken', omdat rondom de luchthaven veel ganzenoverlast is en dat wil monitoren, trends analyseren en rapporteren. Rotterdam hanteert bij het monitoren een 13 km zone. Maar vanwege beperkingen in het bereik van de radar overziet hij niet de hele 13 km zone. Met een radar verwacht Rotterdam pro-actiever te kunnen zijn met informatie over vogelactiviteit buiten de luchthaven. Inzet van de radar bij de dagelijkse vliegoperatie is secundair. De radar is recent (september 2019) geïnstalleerd en wordt momenteel 'getuned'. Ook de werkwijze is nog in ontwikkeling. Hij staat opgesteld op een gebouw op 14 meter hoogte (Belair gebouw ter hoogte van baankop 24) en op enige afstand van de baan. Het is een compromis tussen de behoefte aan externe monitoring en directe inzet bij de vliegoperatie. De radar is nog niet operationeel in gebruik genomen. De dekking dicht bij de grond over een deel van de baan is/was slecht. De beoogde primaire inzet van de radar op Rotterdam verschilt dus van de inzet op Schiphol en bij de KLu, waar de radar primair wordt ingezet voor de dagelijkse vliegoperatie en secundair voor monitoring. Ook Rotterdam heeft buiten de hekken van de luchthaven geen zeggenschap, terwijl het ganzenprobleem steeds groter wordt.

4.5.3. **Koninklijke Luchtmacht**

4.5.3.1. De Koninklijke Luchtmacht (KLu) heeft radars geplaatst op alle zes vliegbases en op de Vliehors Range. Robin Max radars op Leeuwarden, Volkel en de Vliehors, Robin 3D Flex radars op de overige velden, waaronder Vliegbasis/Airport Eindhoven.



Zoals bekend verondersteld is de KLu verantwoordelijk voor de bird control voor alle vliegverkeer op Eindhoven, dus ook voor het civiele luchtverkeer van Eindhoven Airport. Evenals op Schiphol worden ook bij de KLu de radars primair ingezet voor ondersteuning van de dagelijkse vliegoperatie en ter verhoging van de situational awareness van de vogelwachten. Anders dan op Schiphol worden de radarbeelden direct gepresenteerd op de tablets in de bird control wagen. Op een separate unit worden de meldingen gedaan en de verjaagacties (angstkreten) geïnitieerd. Een verder verschil met Schiphol is dat de KLu een lokale vogelstatus hanteert (normaal, alert en kritiek), die bij de status kritiek consequenties heeft voor de vliegoperaties. Ook heeft de KLu korte communicatielijnen, de vogelwacht en de luchtverkeersleiding werken intensief samen en onderhouden (momenteel nog) rechtstreeks contact. Bij een dreigend risico kan het verkeer meteen worden omgeleid. De luchtverkeersleiders zijn doorgaans erg betrokken, er zijn zelfs verkeersleiders die fungeren als vervangend vogelwacht. Voor aanvang van hun missie worden de vliegers geïnformeerd over de vogelstatus. Ingrijpen bij militaire oefenvluchten is doorgaans minder problematisch dan op Schiphol, omdat daarop geen/minder strakke slottijden van toepassing zijn. Het vanwege vogelrisico kort ophouden van civiel verkeer op Eindhoven is evenmin problematisch, omdat het aantal civiele vliegbewegingen aanzienlijk lager is dan op Schiphol. Daadwerkelijke operationele inzet (bv. de Quick Reaction Alert Force) wordt uiteraard nooit onderbroken. Voor het overige is de werkwijze vergelijkbaar met die van Schiphol. Procedures en werkinstructies voor het gebruik van de vogelradar zijn nog niet afgerond.

- 4.5.3.2. De KLu heeft veel (ecologische) kennis en ervaring met/over het gebruik van radargegevens voor monitoring van vogel(trek)bewegingen. De Luchtmacht is al decennia innovatief bezig op dit terrein, veel in samenwerking met TNO. Sinds 2003 heeft de KLu ook samenwerking met de Universiteit van Amsterdam (UvA), bij het ontwikkelen van voorspellingsmodellen van vogelmigratie⁴⁷⁾. Het is begonnen in 1984 met de Flycatcher radar⁴⁸⁾ en de grote landdekkende luchtverdedigingsradars bij Wier en Nieuw Milligen. Hieruit is ook de Robin radar voortgekomen. Hiernaast is de KLu intensief betrokken bij FlySafe, de ervaringen met dit systeem zijn positief. Het *en-route* waarschuwing/restrictiesysteem heeft immers aangetoond dat er 45% van de vogelaanvaringen met schade mee wordt voorkomen. In deze filosofie wil de KLu de vogelradar ook als waarschuwingssysteem gaan gebruiken, de uitwerking hiervan is gaande.

4.6. Luchtverkeersleiding

- 4.6.1. Anders dan op de Luchtmacht vliegbases zijn de verantwoordelijkheden op een civiele luchthaven gescheiden. Zo is de luchthaven Schiphol verantwoordelijk voor bird control en geeft na een inspectie via de Flow Manager Airside (FMA), een luchthavenfunctie, de banen vrij voor gebruik. De luchthaven is wettelijk verplicht de banen vrij te houden van obstakels en is tevens verantwoordelijk voor wildlife/bird control. Dat heeft ook consequenties ter zake

⁴⁷⁾ De UvA is ook internationaal betrokken bij het ontwikkelen van voorspellingsmodellen en is deelnemer aan de GloBAM-ENRAM onderzoeksprojecten (Global Bird Avoidance Model, European Network for Radar surveillance of Animal Movement). Het onderzoek richt zich met name op de interpretatie van weerradardata en het ontwikkelen van een operationeel netwerk voor Noordwest-Europa.

⁴⁸⁾ De Flycatcher was de radar van een luchtverdedigingssysteem, een radargeleid 40 mm kanon.



van liability. Op de regionale luchthavens werkt het vergelijkbaar. Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) is een separate organisatie en handelt (uitsluitend) het luchtverkeer af op/van die banen. Op zowel Schiphol als de regionale civiele luchthavens verzorgt LVNL de lokale luchtverkeersleiding, de KLu op Airport/Vliegbasis Eindhoven. LVNL maakt gebruik van banen die door de luchthaven zijn vrijgegeven, waarbij de baan ook is gecontroleerd op 'vogelveiligheid'. De vogelwachten onderhouden contact met de luchtverkeersleiding, via het zogenaamde 'baankanaal' of rechtstreeks. LVNL ontvangt informatie over vogelrisico van de vogelwacht, indien direct gevaar bestaat voor het luchtverkeer. Adviezen van de vogelwachten zijn dwingend en worden door de luchtverkeersleiding doorgaans 'blind' opgevolgd en waar nodig gecommuniceerd met de gezagvoerders. Vier keer per dag vindt overleg plaats tussen Schiphol, LVNL en KNMI, waarbij ook de vogelsituatie ter sprake komt.

4.6.2. Op de militaire vliegbases behoren deze drie entiteiten (vliegveld, verkeersleiding, vliegtuigen) momenteel nog tot dezelfde organisatie en ressorteren onder één eindverantwoordelijke 'baas' (commandant). Bird control raakt al deze organisatiedelen en de onderlinge interactie en samenwerking zijn groot. Binnen afzienbare tijd gaat de Luchtmacht luchtverkeersleiding over naar LVNL en houdt de zelfstandige militaire luchtverkeersleiding op te bestaan. Daarmee zal LVNL ook de luchtverkeersleiding op de militaire vliegbases gaan verzorgen. Naar verwachting van de AGV zal de werkwijze ter zake van bird control op de militaire velden dan dezelfde worden als op de civiele luchthavens.

4.6.3. De AGV heeft ook onderzocht of het interpreteren van de vogelradar niet beter door de luchtverkeersleiding zou kunnen worden gedaan. Dit vanuit de stelling dat verkeersleiders vanwege hun achtergrond en ervaring met radars, de 3D vogelradarbeelden wellicht beter kunnen interpreteren dan de vogelwachten. Het goed interpreteren van radarbeelden vereist kennis en ervaring, waarvoor een goede opleiding noodzakelijk is. Hiernaast is goede vogelecoloogische kennis vereist om de informatie van een vogelradar goed te kunnen interpreteren. Naar opvatting van de AGV dient hieraan in de opleiding van de vogelwachten overigens ook meer aandacht te worden besteed. In alle interviews met veel verschillende partijen is steeds en consistent uitgelegd dat dit de werklast van de verkeersleider op de toren te boven gaat. De verkeersleiders zijn intensief en geconcentreerd bezig met het dirigeren van het luchtverkeer, het gelijktijdig observeren van een vogelradar wordt als onwerkbaar beschouwd ⁴⁹⁾. De primaire taak van de luchtverkeersleiding is het separeren van vliegtuigen en van vliegtuigen en voertuigen op het landingsterrein, afleiding daarvan is absoluut niet gewenst. De torenverkeersleiding kijkt naar buiten en maakt alleen in specifieke omstandigheden gebruik van radarinformatie. Verder hebben verkeersleiders geen ecologische kennis van vogels en hun gedrag. Op de toren zit één gecertificeerde verkeersleider, die twee banen controleert; bij grotere drukte soms twee verkeersleiders. De assistent op de toren is geen verkeersleider en heeft andere taken. De AGV is tot de conclusie gekomen dat het interpreteren van de vogelradarbeelden niet bij de luchtverkeersleiding moet worden ondergebracht.

4.6.4. Om de vogelradar te kunnen gebruiken als 'buienradar', is een voorspellend model nodig. Het voor de vogeltrek op grotere hoogtes al ontwikkelde model, zou wellicht kunnen worden uitgebreid naar de lagere luchtlagen. Als tevens de radar adequaat is gevalideerd en gekalibreerd, zou zelfs automatische alarmering van de luchtverkeersleiding mogelijk zijn, waarop onder meer tot tijdelijke opschorting/baansluiting zou kunnen worden besloten. LVNL

⁴⁹⁾ Bovendien behoort het ook niet tot de wettelijke taken van de luchtverkeersleiding, Wet Luchtvaart artikel 5.23 en EU 923/2012.



geeft aan dat zoiets in de huidige situatie alleen maar interessant is, als de vogelradarinfo zichtbaar is op de approachradar. Uiteraard moeten dan de drempelwaarden (risico, hoogte, richting) voor een dergelijke radaralarmering absoluut betrouwbaar zijn, zodat geen 'vals alarm' afgaat of het radarbeeld van het vliegverkeer wordt verstoord. Het is voorstelbaar dat dit binnen afzienbare tijd technisch haalbaar wordt. Maar over deze mogelijkheid wordt binnen de luchtverkeersleiding nog niet serieus nagedacht en een dergelijke ontwikkeling vereist veel onderzoek op werkbaarheid. Conceptueel wordt momenteel al een stap verder gedacht. Het betreft een doorontwikkeling, waarbij op basis van 3D vogeltracks automatisch de start van een vliegtuig kort kan worden vertraagd, totdat een potentiële aanvaringskoers niet meer bestaat (Air Traffic Management Seminar 2019). Zeker in combinatie met de aanstaande introductie van het Remote Tower System (RTS)⁵⁰⁾, is dit geen science fiction meer. Dat de radar vogelsoorten gaat herkennen, is nog verdere toekomstmuziek. De huidige rol van de bird controller (waarnemen, verjagen) zal daarom naar verwachting van de AGV voorlopig niet veranderen. Het gros van de aanvaringen vindt plaats op en rond de banen, vaak door onvoorspelbaar gedrag van de vogels en op lage hoogte. Dergelijke conceptuele toekomstvisies zijn naar opvatting van de AGV wel interessant en potentieel positieve ontwikkelingen.

4.7. **Gebruikers (KLM)**

De luchtvaartmaatschappijen (gebruikers als KLM) vormen een derde zelfstandige schakel in het operationele proces en dragen geen enkele verantwoordelijkheid voor bird control. Met uitzondering van meldingen van vogelaanvaringen of het vermoeden daarvan. Gezagvoerders melden aan de verkeersleiding als ze niet willen starten in verband met aanwezig vogelrisico. De gezagvoerder is de wettelijk eindverantwoordelijke voor de vlucht. Ook wordt gemeld wanneer een vogelaanvaring heeft plaatsgevonden tijdens start/landing of *en-route*. Starts worden dan opgehouden totdat de baan is gecontroleerd door bird control, landingen gaan gewoon door. Naar informatie van LVNL komt 70% van de meldingen van vliegers. De KLM verzamelt gemelde vogelaanvaringen middels Air Safety Reports en deelt relevante informatie daaruit met de Luchthaven Schiphol. De KLM ervaart geen verlaging van het aantal vogelaanvaringen sinds de introductie van de vogelradars op Schiphol.

4.8. **Conclusie**

Met de vogelradar kan het inzicht in de vogelsituatie op de luchthaven worden verhoogd en kunnen verjaagacties gericht plaatsvinden. De vogelradar is momenteel nog te onbetrouwbaar om hem te kunnen kwalificeren als nuttig hulpmiddel voor bird control tijdens de dagelijkse vliegoperatie. Structurele validatie en adequate kalibratie van de radar zijn van groot belang. De radar wordt bijna uitsluitend gebruikt voor het monitoren van de vogelsituatie rond het banenstelsel en niet voor 'early warning' in de 6 km zone. De inzet en omstandigheden waarin de vogelradar wordt gebruikt, verschillen per luchthaven. Met als belangrijkste verschil dat Schiphol en de KLu de radar hoofdzakelijk gebruiken voor de operatie en Rotterdam voor monitoren buiten de luchthaven. Het interpreteren van de vogelradarbeelden moet niet bij de luchtverkeersleiding worden ondergebracht. De verantwoordelijkheden van de vogelwachten ten aanzien van waarnemingen met een vogelradar zijn nog onderbelicht en niet vastgelegd in procedures. De huidige rol van de bird controller (waarnemen, verjagen) zal voorlopig niet veranderen.

⁵⁰⁾ Volgens de huidige planning gaat LVNL in het najaar van 2021 het RTS introduceren op Eelde en Maastricht.



5. Monitoring Lelystad Airport

5.1. Inleiding

Naast de potentieel ondersteunende rol van de (24/7 registrerende) vogelradar bij de dagelijkse vliegoperatie, kan hij ook worden gebruikt voor trendmatige monitoring van vogelaantallen/bewegingen en het in kaart brengen van vogel hotspots in de 6 km vogelbeperkingszones van de luchthavens⁵¹⁾. Daaronder valt natuurlijk ook de luchthaven zelf. Enerzijds als basis voor goed onderbouwde risicoanalyses en waar nodig beleidsaanpassingen en beheersmaatregelen. Anderzijds ter verbetering van de voorspelbaarheid van vogelbewegingen in de omgeving van de luchthaven. Ervaring met een volledige risicoanalysecyclus is beperkt tot de nulmeting en het MER bij Lelystad Airport. Voor de andere luchthavens is een dergelijke risicoanalyse nooit uitgevoerd. De reeds in gebruik zijnde vogelradars op de andere luchthavens worden momenteel niet/weinig voor dergelijke monitoring gebruikt, wel worden de data opgeslagen. Naast het verzamelen van vogelgegevens met grondwaarnemingen, kan een vogelradar naar opvatting van de AGV een geschikt aanvullend hulpmiddel zijn voor de noodzakelijke luchtwaarnemingen. Als eerder gezegd is automatische gegevensverzameling evenwel eerst zinvol na validatie en kalibratie van de radars, een grotere betrouwbaarheid van de radar is hiervoor noodzakelijk. Vanuit de opdracht aan de AGV, wordt speciaal ingezoomd op nut en noodzaak van een vogelradar voor monitoring van vogelaantallen en -bewegingen bij Lelystad Airport. Naar verwachting van de AGV zijn de bevindingen over Lelystad ook bruikbaar voor de andere regionale luchthavens.

5.2. Achtergrond monitoring Lelystad Airport

5.2.1. Op basis van het milieueffectrapport (MER) 2014 over Lelystad Airport, is in 2015 het Luchthavenbesluit vastgesteld. Hiermee werd een gefaseerde groei naar uiteindelijk 45.000 vliegbewegingen groot commercieel luchtverkeer (handelsverkeer) mogelijk⁵²⁾, dit betreft narrow-body 737/320-achtige vliegtuigen. De general aviation (kleine luchtvaart) zal in de eindfase naar verwachting afnemen van 110.000 naar maximaal 46.500 bewegingen. Gelet op het herhaalde uitstel van de openstelling van Lelystad en de huidige COVID-19 crisis, die ingrijpende consequenties heeft voor de luchtvaart, is de planning van het groeipad inmiddels volledig achterhaald. Verder wordt in de Luchtvaartnota 2020-2050 ingezet op vermindering van de negatieve effecten van de luchtvaart voor leefomgeving en klimaat, van ongeclausuleerde groei van Schiphol is niet langer sprake meer. Ook dit heeft consequenties voor Lelystad. In het MER 2014 is op basis van grondwaarnemingen een inschatting gedaan van vogelbewegingen in de lucht. Het onderzoek spitste zich met name toe op de hoogteband 0-300 meter (0-1.000 ft). Het vogelaanvaringsrisico werd als minimaal beoordeeld. Eerder was al besloten dat startend/landend verkeer van Lelystad niet over de Oostvaardersplassen zal vliegen. Verder zijn in de Nulmeting 2017-2018 de vogelbewegingen

⁵¹⁾ De Robin Max radar heeft een bereik (instrumented range, het (theoretisch) technische bereik) van 15 km met een hoogte van 1 km, wat in de praktijk aanzienlijk minder is. Hiermee is hij naar verwachting wel geschikt voor monitoring in de 6 km zone. Het bereik is ontoereikend voor de volledige dekking in een mogelijk toekomstige 13 km zone. Zoals in para 2.2.3 is aangegeven bevinden de vliegtuigen zich zeker in de start, maar ook in de landing op 13 km afstand op een hoogte van tenminste 1.800 meter (6.000 ft), dat is heel ruim boven de belangrijkste risicoband 0-300 meter (0-1.000 ft). Het monitoren van de vogelmigratie op lagere hoogtes in een 13 km zone is natuurlijk wel relevant.

⁵²⁾ Het gefaseerd uitbreiden van het aantal vliegbewegingen betreft een ingroeipad van 4.000-7.000-10.000 vliegtuigbewegingen, in de periode 2020-2023. Bij 7.000 vliegtuigbewegingen wordt een eerste evaluatie gedaan. Na de herindeling van het luchtruim in 2023 is doorgroei tot 25.000 mogelijk. Na een tweede evaluatie bij 25.000 vliegbewegingen wordt doorgegroeid naar 45.000, te bereiken in 2033. De aansluitroutes worden mogelijk verhoogd van 6.000 (1.800 meter) naar 9.000 ft (2.750 meter). Dit betreft minimale vlieghoogtes, in de praktijk kan vaak sneller worden gestegen naar grotere hoogtes.



in een straal van 6 km rond de luchthaven geïnventariseerd, deels met een mobiele scheepsradar, als uitgangssituatie voor de openstelling voor handelsverkeer. De nulmeting bevestigt eveneens het beeld van het MER 2014, maar acht een adequaat vervolg monitoringsprogramma voor lagere hoogtes noodzakelijk ⁵³⁾. In 2018 is het MER 2014 geactualiseerd. Voor het trekvogelaanvaringsrisico is daarbij gebruikt gemaakt van een dataset van de Koninklijke Luchtmacht. Geconstateerd is dat het risico op vogelaanvaringen op Lelystad Airport vergelijkbaar is met dat voor de andere luchthavens in Nederland en geen duidelijk verhoogd vogelaanvaringsrisico bestaat op hoogtes tot 3.200 meter (10.000 ft). Ook dat de start/landingsprocedures van Lelystad Airport niet leiden tot een verhoogd veiligheidsrisico en dat monitoring van de vogelbewegingen in de omgeving van de luchthaven volstaat. Geen extra aandacht wordt noodzakelijk geacht voor trekvogels boven 600 meter (2.000 ft). MinlenW heeft de Tweede Kamer toegelicht dat de uitgevoerde onderzoeken een representatief beeld geven van het vogelaanvaringsrisico, zowel dicht bij Lelystad Airport als op de aansluitroutes.

- 5.2.2. Vogelecoloogen hebben uiteenlopende opvattingen of vogels in de omgeving van Lelystad een risico vormen tijdens start en landing, maar ook op de grotere hoogtes (aansluitroutes). Voor het risico tijdens start en landing concludeert BuWa (Lensink, 2014-2018) dat geen duidelijk hoger veiligheidsrisico bestaat. Over de grotere hoogtes delen BuWa en het Bureau Natuur CLSK de opvatting dat vliegtuigen zich maar kort in de risicohoogteband 0-300 meter (0-1.000 ft) bevinden en daarboven geen verhoogd risico bestaat. Op grotere hoogtes komen nauwelijks risicovolle vogeldichtheden voor en vinden geen/nauwelijks vogelaanvaringen plaats. Hiernaast betreft dat veelal trekkende zangvogels, doorgaans op ruime afstand van elkaar. Ook het verkeer naar Schiphol vliegt op deze hoogtes en routes, in een langzame daling naar de luchthaven. Monitoring in de directe omgeving van Lelystad Airport volstaat. Deze conclusies zijn gebaseerd op data die de KLu in de periode 2012-2017 heeft verzameld en geanalyseerd. MinlenW heeft deze bevindingen overgenomen. Tevens is door MinlenW aangegeven dat bijna 98% van alle aanvaringen plaatsvindt beneden 3.000 ft (900 meter), gebaseerd op informatie over vogelaanvaringen met militaire vliegtuigen. Civiël handelsverkeer vliegt slechts kort en alleen in de directe omgeving van de Lelystad lager dan 3.000 voet. Boven deze hoogte is het risico op vogelaanvaringen gering. De aansluitroutes liggen op een hoogte van 6000 voet (1.800 meter) of hoger. MinlenW acht het aanvaringsrisico beheersbaar, mits de vogelbewegingen in de directe omgeving van de luchthaven goed worden gemonitord.
- 5.2.3. Andere deskundigen ⁵⁴⁾ geven aan dat grote aantallen trekvogels kunnen voorkomen op hoogtes tot zelfs 3.500 meter. Dit blijkt onder andere uit een recent onderzoek naar een nieuwe methodiek om vogelvliegbewegingen af te leiden uit weerradarbeelden (Kranstauber et al. 2020). FlySafe waarnemingen bevestigen dat op die hoogtes inderdaad vogels voorkomen. Bijlage C laat een Birdtam 5 waarschuwing zien op 3+ kilometer hoogte,

⁵³⁾ De noodzaak tot monitoring is ook in het Luchthavenbesluit Lelystad Airport (2015) opgenomen: Om de kans op vogelaanvaringen niet alleen bij de realisering van het voornemen te minimaliseren, maar ook om adequaat te kunnen reageren op veranderende omstandigheden en onvoorziene ontwikkelingen, is monitoring van de vogelpopulatie en van de foerageerpatronen in de omgeving van de luchthaven van belang.

⁵⁴⁾ Universiteit van Amsterdam (UvA, Bouten et al. 2020, Bouten 2019, Dokter 2013), vogelexpert en radarornitholoog Buurma (1984) en trekvogeldeskundige Piersma (RUG, 2020).



op een willekeurige dag ⁵⁵⁾. Maar het aantal uren per jaar dat dit voorkomt is laag. En naarmate de hoogte toeneemt, neemt de kans op hoge vogeldichtheden af. Van de luchtvaartmaatschappijen komen zelden meldingen van vogelaanvaringen op deze hoogtes ⁵⁶⁾. Hiernaast wordt aangevoerd dat in de avond en nacht hoge vogelconcentraties voorkomen langs de IJsselmeerkust, Friesland en de Flevopolders. Deze vogelroutes lopen precies door de geplande aansluitroutes van/naar Lelystad. Daarmee zou een risico bestaan, zowel op lage hoogtes als op de aansluitroutes. In antwoorden op recente Kamervragen, geeft MinlenW aan dat in het hierboven aangehaalde onderzoek gebruik is gemaakt van dezelfde KLu dataset die ten grondslag ligt aan het MER 2018. Het leidt dan ook niet tot andere inzichten en de conclusies van het geactualiseerde MER 2018 blijven onverkort van kracht. Daarenboven concludeert Altenburg & Wymenga (2016) dat onvoldoende rekening is gehouden met vliegbewegingen van specifieke risicosoorten ⁵⁷⁾ op lagere hoogte, met de daarmee gepaard gaande verstorings- en aanvaringsrisico's. Nader onderzoek naar de effecten en risico's ten aanzien van de Oostvaardersplassen werd door A&W noodzakelijk geacht. De Raad van State heeft een beroep van de Vogelbescherming tegen de uitbreiding van Lelystad, waarin ook deze bevindingen zijn onderzocht, ongegrond verklaard. Hiermee beschouwt de AGV de onderbouwde standpunten van MinlenW als leidend.

5.3. **Noodzaak monitoring**

- 5.3.1. De noodzaak tot monitoren komt niet alleen voort uit de conclusie van MinlenW dat het aanvaringsrisico bij Lelystad beheersbaar wordt geacht, mits de vogelbewegingen adequaat worden gemonitord. Want ook internationale en nationale regelgeving ⁵⁸⁾ verplicht luchthavens om aanvaringsrisico op en in de omgeving van de luchthaven te beoordelen, door het voortdurend (laten) verzamelen en evalueren van informatie over risicosoorten. De regelgeving geeft overigens niet aan hoe de monitoring en beoordeling moeten worden uitgevoerd. De luchthavens hoeven dit ook niet zelf te doen, maar zijn er wel verantwoordelijk voor. Naar opvatting van de AGV wordt aan deze verantwoordelijkheid niet door alle regionale luchthavens voldoende invulling gegeven. Weliswaar voert een aantal velden periodiek inventarisaties uit op en rond het luchthaventerrein, maar andere luchthavens hebben niet/nauwelijks behoefte aan monitoring buiten de luchthaven en

⁵⁵⁾ Birdtam 5 betreft een dichtheid van meer dan 10 vogels/km³. De schaal van de Birdtam's is logaritmisch, dat wil zeggen dat bij Birdtam 6 de vogeldichtheid twee maal zo groot is als bij Birdtam 5, dus > 20 vogels/km³. Birdtam 7 een dichtheid van 40 vogels/km³ en bij 8 een dichtheid van 80 vogels/km³. Bij Birdtam 5-6 worden waarschuwingen gegeven aan het militaire luchtverkeer. Bij Birdtam 7-8 gaan restricties gelden.

⁵⁶⁾ Slechts sporadisch komen vogelaanvaringen voor op grote hoogte. Zo heeft een KLM Boeing 737 in 2012 op 4.000 meter (13.000 ft) boven de Pyreneeën een aanvaring gehad met een gierzwaluw, waarbij de 'neus' (radome) van het vliegtuig fors is ingedeukt. De bekende aanvaring van de US Airways Airbus A320 in 2009 met een groep canadese ganzen (Hudson ditch) vond plaats op een hoogte van 860 meter (2.800 ft). Dat is hoog voor ganzen, hoewel ook wel eens een aanvaring met een groep ganzen is gemeld op 3 km hoogte.

⁵⁷⁾ Kiekendieven en ganzen, maar mogelijk ook aalscholvers, lepelaars en grote zilverreigers.

⁵⁸⁾ (1) ICAO, Annex 14, Chapter 9, Aerodromes: The wildlife strike hazard on, or in the vicinity of an aerodrome shall be assessed through the collection of information ... on or around the aerodrome constituting a potential hazard to aircraft operations and an ongoing evaluation of the wildlife hazard by competent personnel. (2) ICAO Doc 9137, AN/901, Airport Services Manual Part 3, Wildlife Control and Reduction: The Aerodrome operator shall assess the wildlife hazard on, and in the surrounding of the aerodrome. (3) EU Basic Regulation (artikel 38 lid 2) verplicht de luchthaven om activiteiten en ontwikkelingen in de omgeving te monitoren, die een onacceptabel veiligheidsrisico met zich mee brengen. (4) EU 139/2014 ADR.OPS.B.020 Wildlife strike hazard reduction. (5) Regeling Veilig Gebruik Luchthavens en andere Terreinen (RVGLT), van toepassing op luchthavens van regionale betekenis en overige luchtvaartterreinen.



beschouwen dit ook niet als primaire taak⁵⁹⁾. Ook is het argument gehoord dat met monitoren buiten de hekken van de luchthaven geen vogelaanvaring kan worden voorkomen, omdat weinig invloed op de omgeving kan worden uitgeoefend. Naar opvatting van de AGV mag deze (ICAO, EASA) monitoring verantwoordelijkheid niet worden genegeerd. Ook het Rijk acht monitoring van de vogelpopulatie en foerageerpatronen in de omgeving van de luchthaven van belang, teneinde adequaat te kunnen reageren op veranderende omstandigheden en onvoorziene ontwikkelingen (Nota van Toelichting bij het Luchthavenbesluit Lelystad). Daarin wordt aandacht gevraagd voor “de inschatting van de risico’s van vogelaanvaringen op de vliegveiligheid en bij de verdere uitvoering het gezamenlijk met de exploitant monitoren van de vogelpopulatie en de vogeltrek ten behoeve van eventuele maatregelen”. Ook in het luchthavenbesluit (2015) wordt dus al monitoring voorzien. Op basis van bovenstaande factoren acht de AGV de noodzaak tot monitoring op en rond Lelystad aangetoond.

- 5.3.2. Voor Schiphol heeft MinlenW op basis van het NRV-Convenant een monitoringprogramma opgezet, specifiek gericht op ganzen. Sinds 2008 worden al extra maatregelen genomen tegen de ganzen rondom Schiphol. In de evaluatie van het NRV-Convenant 2016-2018 (van Bommel, 2020) wordt aanbevolen dit monitoringprogramma voort te zetten en daarbij ook de vogelradar in te zetten, in combinatie met veldkennis. Naar opvatting van de AGV zou in dit programma ook de betrouwbaarheid van de radars verder kunnen worden getoetst. Voor de luchthavens Lelystad, Rotterdam en Maastricht, leek het de NRV wenselijk om ook daar een monitoringprogramma uit te voeren. Voor Lelystad wordt inmiddels een plan van aanpak voor monitoring opgesteld (Arcadis⁶⁰⁾). Voor Eelde en Maastricht is hieraan geen invulling gegeven. Bij het structureel in kaart brengen van de vogelbewegingen op en in de directe omgeving van Lelystad kan een vogelradar naar opvatting van de AGV een belangrijke rol vervullen. Voor de grotere hoogtes (aansluitroutes) zouden weerradargegevens (FlySafe) daaraan mogelijk complementair kunnen zijn. Gelet op de AGV-aanbeveling om een nulmeting en risicoanalyse uit te voeren voor Eelde en Maastricht, is een dergelijk monitorprogramma ook relevant en zinvol voor deze luchthavens.

5.4. **Monitoring**

- 5.4.1. Op basis van de interviews⁶¹⁾, de aanpak in het MER en de Nulmeting, alsmede de geschetste kennisleemte over relevante vogelsoorten (BuWa, 2016), komt de AGV tot de conclusie dat structurele monitoring (grond- en luchtwaarnemingen) buiten de hekken van de luchthaven momenteel nog niet goed op poten staat. Dit geldt overigens ook voor de andere luchthavens. Structurele monitoring heeft zich tot nu toe beperkt tot een incidenteel onderzoek (nulmeting). De momenteel gangbare monitoring betreft hoofdzakelijk periodieke grondwaarnemingen van verschillende vogelsoorten, grotendeels door vrijwilligers. Deze monitoring is gefragmenteerd, voor de risicosoorten niet volledig

⁵⁹⁾ Met uitzondering van Rotterdam, waar speciaal voor dat doel de vogelradar is aangeschaft.

⁶⁰⁾ In opdracht van MinlenW stelt Arcadis momenteel een plan van aanpak op voor monitoring bij Lelystad Airport. Het ‘Voorstel monitoring vogels rond Vliegveld Lelystad ten behoeve van de veiligheid van het luchtverkeer en de kwaliteitsbewaking van omliggende natuurgebieden’ (Lensink, 2016) ligt hieraan ten grondslag.

⁶¹⁾ De interviews met onder andere Lelystad Airport, Provincie Flevoland en Gemeente Lelystad, de leden van de Werkgroep Monitoring Lelystad Airport, Fauna- en Wildbeheereenheid Flevoland, Stichting Faunabeheer Flevoland en Sovon Vogelonderzoek Nederland.



gebiedsdekkend (bijlage G) en wordt niet in alle gevallen uitgevoerd volgens een landelijk gestandaardiseerd protocol. Landschapskenmerken (gewasveranderingen) worden evenmin gemonitord. Hiernaast worden de vogelbewegingen niet structureel vastgelegd met luchtwaarnemingen. Het Arcadis plan van aanpak zou hier antwoord op kunnen/moeten geven, maar dit is nog niet afgerond en openbaar.

- 5.4.2. De AGV betwijfelt of de huidige periodieke grondtellingen een representatief beeld geven. De samenhang ontbreekt en verantwoordelijkheden zijn niet belegd. Meerdere organisaties zijn actief met de grondtellingen buiten Lelystad Airport ⁶²⁾. Naar verwachting realiseren de betrokken organisaties hun uiteenlopende individuele doelstellingen wel, maar een integraal volledig gebiedsdekkend jaarrond beeld vanuit vliegveiligheidsoptiek wordt niet gegenereerd. Op de luchthaven zelf is een *wildlife coordinator* (nevenfunctie) verantwoordelijk voor de monitoring en vogeltellingen. De vliegbewegingen van de risicosoorten zijn slechts incidenteel in kaart gebracht (nulmeting) en analyse en vertaling naar vliegveiligheidsrisico vindt niet structureel plaats. Bij de nulmeting was voor de inzet van een radar onvoldoende budget beschikbaar, maar inzet van een radar werd door de opdrachtnemer wel noodzakelijk geacht om de inschatting van de vogelbewegingen te bevestigen en ook bij nacht te kunnen meten. Gedurende een jaar is twee dagen per maand gemeten met een mobiele scheepsradar en een laser rangefinder om de hoogte te bepalen ⁶³⁾. Ondanks de wat beperkte inzet van de radar, worden de resultaten van de metingen wel representatief geacht. Coördinatie van de gegevens tot één bruikbare dataset vindt niet plaats en de verantwoordelijkheden (wie is verantwoordelijk, welke gegevens zijn benodigd, wie coördineert, wie analyseert ed.) zijn onvoldoende of niet belegd. Naar opvatting van de AGV moet de monitoring bij Lelystad Airport een flinke spa dieper gaan en beter worden gestructureerd. Hiermee kan ook een voorbeeld/standaard worden gezet voor de andere luchthavens, indien daartoe de noodzaak wordt onderkend na een nulmeting en risicoanalyse. Lelystad is een gevoelig dossier en de jaarrond zeer vogelrijke Oostvaardersplassen, ander open water en landbouwgebieden liggen om de hoek, met potentiële vogelbewegingen en baan/funnelkruisingen op lage hoogte. Ook de verantwoordelijkheden moeten goed worden belegd en vastgelegd. Naar opvatting van de AGV kan een vogelradar een belangrijke bijdrage leveren aan het continu en op een gestandaardiseerde manier verzamelen van gegevens over vogelbewegingen op en rond de luchthaven. Omdat een vogelradar geen vogelsoorten kan onderscheiden en alleen vliegende vogels registreert, zijn ook kwalitatief goede grondtellingen noodzakelijk en belangrijk. De vogelradar is daarop een aanvulling.
- 5.4.3. Voor adequate monitoring en analyse van vogelbewegingen is het essentieel naast de vliegrichting en andere parameters ook over hoogte informatie te beschikken. Daarom is voor de beoogde monitoring in de 6 km zone met name een full 3D vogelradar geschikt. De radar registreert over langere periodes 24/7 alle belangrijke parameters van de vogelbewegingen in de 6 km zone (bijlage G), zoals locatie, aantallen, vliegroute, hoogte, snelheid, high/low risk, runway crossings, near misses en dergelijke ⁶⁴⁾. Ook registreert de

⁶²⁾ Zoals Sovon Vogelonderzoek Nederland, Stichting Faunabeheer Flevoland (SFF) en Wildbeheereenheid Flevoland (WBE).

⁶³⁾ Per maand één dag bij baankop 05 en één dag bij baankop 23.

⁶⁴⁾ De data bestaan uit ruwe data, individuele tracks en een samenvatting van de tracks. De individuele tracks worden maar een half jaar opgeslagen (bron: UvA). UvA modelexpert Bouten pleit nadrukkelijk voor het langdurig systematisch opslaan van alle data, van zowel vogel- als weerradars en deze geïntegreerd toegankelijk te maken. Dat kan een belangrijke bijdrage leveren aan structurele research. Hiervoor zou een nationale infrastructuur moeten worden opgezet.



radar de vogelbewegingen in het donker. Gelet op de beperkingen in het bereik van de radar, is het nog onduidelijk of de gehele 6 km zone kan worden gemonitord op risicosoorten. Met filtering van de data over langere tijd tot bruikbare gegevens en analyse hiervan kunnen trends in het vlieggedrag worden vastgesteld en vertaald naar aanvaringsrisico in de in/uitvliegpaden (funnels) van het luchtverkeer, met een zekere verwachtingswaarde. Op basis daarvan kunnen ook maatregelen worden genomen, zoals in hoofdstuk 2 beschreven. De validatie en analyse van de gegevens vereist grondige ecologische (biologische) kennis en ervaring. Uit de combinatie van grondtellingen (mens en verrekijker) en radarmeting van vogelbewegingen, kan naar verwachting ook worden vastgesteld om welke vogelsoorten het gaat. Naar opvatting van de UvA is hiervoor wel meer research noodzakelijk. Ook is het technisch mogelijk om informatie over de vogelsoort, aantal en eventueel vlieggedrag direct te koppelen aan de door de radar geregistreerde vogeltracks (taggen) en die informatie op te slaan in dezelfde radardatabase. De AGV is tot de conclusie gekomen dat voor adequate monitoring zowel grondtellingen als luchtwaarnemingen met een 3D vogelradar noodzakelijk zijn ⁶⁵). De geconstateerde tekortkomingen van de radar (detectie, classificatie, bereik, clutter, blinde vlekken) kunnen daaraan momenteel wel afbreuk doen.

5.5. **Mobiele vogelradar**

Wanneer wordt besloten een vogelradar op Lelystad Airport te plaatsen, zal die (hoogstwaarschijnlijk) statisch worden opgesteld en zoals op de andere luchthavens primair worden ingezet voor de dagelijkse vliegoperatie en het monitoren van vliegbewegingen op de luchthaven. Uiteraard registreert de radar 24/7 ook alle vogelbewegingen, maar alleen binnen het bereik van de radar en buiten de blinde vlekken. Zo moest voor de nulmeting op twee locaties buiten het veld worden gemonitord om een onbelemmerd radarbeeld zonder obstakels te krijgen. Een mobiele radar geeft meer flexibiliteit en kan overal en tijdelijk worden opgesteld, dus kan ook in de blinde vlekken meten. Ook zou een mobiele radar (tijdelijk) kunnen worden ingezet voor het monitoren van bv. de Oostvaardersplassen of andere potentiële risicogebieden. De vogelradar van de luchthaven kan hier niet voor worden ingezet, vanwege zijn stationaire opstelling en primaire taak. Een vaste opstelling geeft ook meer mogelijkheden om de fouten eruit te filteren. Momenteel beschikt één ecologisch adviesbureau over een mobiele radar, maar het is niet realistisch om die permanent in te zetten voor monitoren in de 6 km zone. Wanneer Lelystad een vogelradar zou installeren, wordt geadviseerd daarmee eerst in de hieronder voorgestelde pilot ervaring op te doen. Op basis van de evaluatie van de pilot zou (centraal) kunnen nagedacht over een mobiele radar. Wanneer een landelijk netwerk van vogelradars zou worden overwogen (para 3.8.8) is ook het beschikbaar houden van een enkele mobiele vogelradar voor specifiek veldonderzoek een optie, aangezien die ook kan functioneren in het vaste netwerk.

5.6. **Pilot monitoring Lelystad Airport**

5.6.1. Om de effectiviteit van de inzet van een vogelradar in een monitoringcyclus te onderzoeken, geeft de AGV een pilot monitoring Lelystad Airport in overweging, waarin de radarwaarnemingen met grondtellingen worden gecombineerd en geanalyseerd. Dit betreft een conceptueel voorstel op hoofdlijnen, de uitwerking ervan valt buiten de scope van de opdracht. Bij gebleken succes zou de monitorcyclus ook een blauwdruk kunnen vormen voor

⁶⁵) In de evaluatie van het NRV Convenant Schiphol 2016-2018 (van Bommel, 2020) wordt ter zake van monitoring eveneens intensieve samenwerking tussen de vogelradar (3D data) en veldkennis aanbevolen om na te gaan waar ganzen en andere risicovolle vogelsoorten vandaan komen, waar ze naar toe trekken en mogelijke manieren om dit te beïnvloeden.



de andere luchthavens. Omdat het handelsverkeer op Lelystad na de openstelling gefaseerd zal toenemen, biedt dit een mooie gelegenheid voor een dergelijke pilot. De aanschaf van een radar is niet noodzakelijk voor een pilot, want tijdelijke 'huur' (*radar as service*) wordt in de nabije toekomst ook mogelijk (para 3.8.4). Dit biedt tevens gelegenheid ervaring op te doen met een vogelradar voor de primaire taak. De AGV denkt initieel aan een 3-jaar cyclus⁶⁶⁾, waarin gegevens over de risicosoorten en omgevingsfactoren/invloeden worden verzameld⁶⁷⁾ en vervolgens geanalyseerd en vertaald naar vliegveiligheidsrisico (meten, valideren, analyseren). Hierbij zou gebruik kunnen worden gemaakt van bestaande structuren, mede om de haalbaarheid daarvan te onderzoeken, eventueel onder begeleiding van een klankbord/werkgroep. Naar opvatting van de AGV dient daarvoor standaardisatie en structuur in de grondtellingen te worden aangebracht. Daarbij dient ook een probleemspecifieke aanpak en vraagstelling (welke informatie hebben we nodig) te worden vastgesteld, met name gericht op de lokale risicosoorten. Een daartoe gekwalificeerde organisatie zou verantwoordelijk kunnen worden gemaakt voor het uitgeven van uniforme richtlijnen, de organisatie van de volledig gebiedsdekkende grondtellingen van de risicosoorten en de validatie van de verzamelde gegevens. De momenteel al betrokken partijen zouden hun tellingen en waarnemingen kunnen voortzetten 'as usual', maar binnen het kader van de vooraf vastgestelde eenduidige protocollen en aanpak.

5.6.2. Hiernaast kunnen de data van de vogelradar in een dergelijke pilot wellicht ook worden gebruikt voor de noodzakelijke (verdere) validatie en kalibratie van de radar. De combinatie van de radargegevens met de grondwaarnemingen, zoals hierboven toegelicht, kan de analyse vereenvoudigen en de grondtellingen bevestigen. Het eens per drie jaar filteren van de verzamelde data naar bruikbare gegevens en analyseren/vertalen daarvan naar vliegveiligheidsrisico, zou moeten gebeuren door een gezaghebbende onderzoekorganisatie⁶⁸⁾. Zoals eerder opgemerkt vereist dit grondige ecologische (biologische) kennis en ervaring. De hieruit resulterende rapportage zou een geldigheidsduur kunnen hebben van twee tot drie jaar. Ook tussentijds kunnen veranderingen worden bewaakt, in bijvoorbeeld vogelpopulatie, vliegpatronen, gewasontwikkeling, seizoensinvloeden en vogelaantrekkende projecten. Veranderingen gaan meestal geleidelijk en dienen zich vaak al aan in de grondwaarnemingen. Na de eerste cyclus zou de pilot moeten worden geëvalueerd. Onder meer om te onderzoeken of een op die wijze gestructureerde aanpak meerwaarde heeft, de verantwoordelijkheden goed zijn belegd, een stationaire radar volstaat, aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn en de juridische kaders voldoende ruimte geven. De impact van een pilot ten opzichte van de huidige werkwijze kan naar inschatting van de AGV relatief beperkt zijn. De financiële consequenties van het analyseren van de monitordata van een pilot laten zich nog moeilijk concreet inschatten.

⁶⁶⁾ Een 3-jaar cyclus, teneinde de variatie te ondervangen, zoals jaarverschillen door weersinvloeden etc.

⁶⁷⁾ Aantallen, aanwezigheid, vliegbewegingen, soort, vlieggedrag, route, baankruisingen, hoogte, frequentie, tijden, weersinvloeden/omstandigheden, seizoensinvloeden, voedselaanbod (gewaskeuze) ed.

⁶⁸⁾ Voor de coördinatie van de grondtellingen en risicoanalyse ten aanzien van vliegveiligheid kan onder meer worden gedacht aan respectievelijk Sovon Vogelonderzoek Nederland (Sovon), de Stichting Faunabeheer Flevoland (SFF) en ecologische adviesbureaus als Waardenburg (BuWa), uiteraard ieder op zijn eigen expertisegebied. Zo is Sovon (non-profit, ANBI) een onafhankelijke wetenschappelijke kennisorganisatie met als hoofdtaak het in kaart brengen van (veranderingen in) verspreiding en aantallen van alle wilde vogelsoorten in Nederland en het leveren van advies en onderzoek ten behoeve van beleid en beheer. De SFF (non-profit) heeft als doel de fauna te beheren en schade veroorzaakt door fauna bij de grondgebruikers te voorkomen en te bestrijden, door onder andere uitvoering te geven aan het faunabeleid van de provincie als bedoeld in artikel 10 en 11 van de verordening uitvoering Wet natuurbescherming Flevoland 2016 en het faunabeheerplan van de FBE Flevoland. BuWa (profit) is een onderzoeks-, advies- en ontwerpbureau dat werkt op het gebied van ecologie, milieu en landschap. BuWa heeft al meerdere opdrachten uitgevoerd ter zake van het vogelrisico bij Lelystad Airport.



5.7. **Conclusie**

Over het vogelrisico bij Lelystad Airport hebben deskundigen uiteenlopende opvattingen. Op basis van de onderbouwing van de diverse standpunten beschouwt de AGV de stellingname van MinlenW als leidend. Het aanvaringsrisico is beheersbaar, mits de vogelbewegingen in de directe omgeving van de luchthaven goed worden gemonitord. Ook rapporten, internationale regelgeving, het Luchthavenbesluit Lelystad en antwoorden op Kamervragen bevestigen de noodzaak tot structureel monitoren. De reguliere monitoring bij Lelystad beperkt zich nu hoofdzakelijk tot gefragmenteerde grondtellingen en vogelbewegingen zijn slechts incidenteel in kaart gebracht. Een integraal gebiedsdekkend jaarrond beeld en vertaling daarvan naar vliegveiligheidsrisico en een toekomstverwachting ontbreken. De grondtellingen dienen adequaat te zijn, een full 3D vogelradar is daarop een noodzakelijke aanvulling. Voor specifiek veldonderzoek kan een mobiele vogelradar meerwaarde hebben. Ter beperking van investeringskosten zou inhuur (*radar as service*) kunnen worden overwogen, mede om ervaring op te doen met een vogelradar. Een op conceptuele hoofdlijnen beschreven pilot monitoring Lelystad (3 jaar cyclus) wordt aanbevolen.



6. Vogelproblematiek in de windturbinesector

6.1. Inleiding

- 6.1.1. Waar het met de inzet van vogelradars op luchthavens gaat om het voorkomen van vogelaanvaringen bij vliegtuigen, gaat het in de windturbinesector om het voorkomen van vogelslachtoffers. Ook in de windturbinesector wordt gebruik gemaakt van vogelradars, waaruit ervaringen naar voren komen, die kunnen worden getoetst aan en vergeleken met de ervaringen op de luchthavens. Het AGV-onderzoek naar de vogelproblematiek in de windturbinesector is daarom met name gefocust op de ervaringen met de vogelradars. Alvorens in te zoomen op de rol van de vogelradar, ter inleiding wat algemene achtergrondinformatie over de windturbinesector.
- 6.1.2. Conform het overheidsbeleid (klimaatakkoord) moet in 2030 in totaal 84 TWh worden geproduceerd met windenergie op land en zee, alsmede zonne-energie. Om een indruk te geven, dat is circa 70% van ons huidige elektriciteitsverbruik. In deze plannen spelen windturbines op land en zee een belangrijke rol. Volgens de huidige planning staan in 2030 naar verwachting ongeveer 3.400 windturbines op land en op zee (bijlage H). Het grootste deel (twee derde, 2.300) op land, waaraan alle provincies een aandeel leveren. Hiernaast een substantieel deel (een derde, 1.100) in grote windparken op zee. Door de draaiende wieken (rotorhoogtes tot 250 meter) worden ook veel vogelslachtoffers gemaakt, van in totaal naar schatting 50.000/jaar in 2020 oplopend tot 68.000/jaar in 2030 ⁶⁹⁾. In windpark Eemshaven vallen jaarlijks circa 1.500-2.200 zangvogelslachtoffers ⁷⁰⁾ en in een offshore windkavel ongeveer 1.200. De eindsituatie is voorzien in 2050, de geplande datum waarop Nederland klimaatneutraal moet zijn. Dat betekent dat het aantal windturbines ook na 2030 nog substantieel verder zal stijgen en dus ook het aantal vogelslachtoffers. Mede gelet op de Wet natuurbescherming (artikel 3.1) dienen vogelslachtoffers zoveel mogelijk worden voorkomen. De hoge aantallen aanvaringsslachtoffers noodzaken tot afdoende mitigerende maatregelen ⁷¹⁾. Nederland loopt in Europa voorop met het ontwikkelen van een voorspellingsmodel voor de nachtelijke zangvogeltrek en een daarop gebaseerde start/stop procedure. In de Eemshaven wordt gewerkt aan de 'show case Eemshaven', waarvan de eerste resultaten bekend zijn. In de sector zee zijn ook twee deels vergelijkbare onderzoeksprojecten gaande, in het offshore windpark Luchterduinen (bijlage H), maar hierover zijn nog weinig resultaten vrijgegeven ⁷²⁾.

⁶⁹⁾ Vooral op de Noordzee (Brenninkmeijer et al. 2018). Uit een rapport over de natuurwaarden bij Windpark Noordoostpolder (Klop et al. 2019) wordt geconcludeerd dat het aantal slachtoffers daar vergelijkbaar is met de Eemshaven. Op zee kunnen geen slachtoffers worden geteld, het betreft daarom een educated guess (expert oordeel).

⁷⁰⁾ De mortaliteit onder vogels in Windpark Eemshaven bedraagt ongeveer 2.900 aanvaringsslachtoffers per jaar, dit betreft het totaal van alle vogelsoorten (Klop & Brenninkmeijer, 2014). De meest voorkomende slachtoffers zijn (in aflopende volgorde): zilvermeeuw, spreeuw, kokmeeuw, bonte strandloper, gierzwaluw, wilde eend, merel en koperwiek.

⁷¹⁾ Nederland laat via de Wnb-vergunning/ontheffing in een aantal windparken monitoren of het verwachte aantal slachtoffers overeenkomt met het gevonden aantal. Bovendien worden in parken met verwachte hoge aantallen slachtoffers mitigerende maatregelen voorgeschreven. Deze worden weer gemonitord om de effectiviteit ervan te controleren.

⁷²⁾ Het project Eemshaven wordt aangestuurd door de Provincie Groningen, de onderzoeken bij Luchterduinen vallen onder de regie van Rijkswaterstaat Wozep (Wind op Zee Ecologisch Programma).



6.2. Sector Land Eemshaven

6.2.1. De Eemshaven is gesitueerd op een belangrijke (zang)vogeltrek, vanuit Scandinavië en Rusland naar Zuid-Europa en Afrika, zowel in het voorjaar als het najaar. Het betreft een breedfronttrek met stuwung langs de kust en een sterke verdichting bij de Eemshaven (bijlage H). In de Eemshaven vallen relatief veel vogelslachtoffers onder trekkende zangvogels. Daarom wordt een plan ontwikkeld om het windpark stil te zetten op momenten van massale vogeltrek (start/stop procedure). Met proefnemingen is vastgesteld dat stilstand van de turbines zeer effectief is om het aantal vogelslachtoffers te beperken. De migratie vindt vaak 's nachts plaats, in een breedfronttrek over heel Nederland en soms zelfs tot een hoogte van circa 2.000 meter (6.500 ft). Tijdens een nacht kunnen wel 2 miljoen zangvogels over Nederland trekken, met pieken van tienduizenden in een uur over de Eemshaven. Tijdens die nachten zou het hele windpark stilgezet moeten worden. Het elektriciteitsnetwerk heeft echter onvoldoende buffers om ad hoc een dergelijke stilstand (dalpiek) op te kunnen vangen. Wanneer de verwachting van massale vogeltrek 2 dagen (48 uur) tevoren bekend is, kan de netbeheerder op de stilstand anticiperen. Uit een haalbaarheidsstudie blijkt dat het mogelijk is om een voorspellend model te ontwikkelen voor nachtelijke zangvogeltrek op rotorhoogte. Daarbij zal gebruik worden gemaakt van de (historische) gegevens van de weerradar op het Duitse waddeneiland Borkum en de gegevens van een Robin Max radar in de Eemshaven ⁷³⁾. Permanente plaatsing van vogelradars in de Eemshaven is niet voorzien.

6.2.2. Voor het onderzoek zijn gedurende twee trekseizoenen (najaar 2018, voorjaar 2019) de metingen van een tijdelijk bij het windpark Eemshaven opgestelde Robin Max radar vergeleken met simultaan uitgevoerde metingen met de weerradar op Borkum ⁷⁴⁾. De weerradar geeft geen betrouwbare metingen op rotorhoogte, de vogelradar wel. Daarom is gevalideerd of de met de vogelradar gemeten trekintensiteit op rotorhoogte overeenkomt met de metingen van de Borkum weerradar op grotere hoogte. Hoewel de radars op verschillende schaal en hoogte meten, komt de timing van de gemeten vogeltrekpieken overeen. Het betreft dezelfde nachten en ook de aanvang van de trek komt overeen, direct na zonsondergang. Ondanks de nodige discrepanties is de overall conclusie dat het nog te ontwikkelen model in staat wordt geacht om de nachtelijke zangvogeltrek op rotorhoogte 48 uur vooraf te voorspellen, ook op basis van historische gegevens. Stilstand van de windturbines (vooral nog handmatig, automatisch is technisch mogelijk) gedurende ongeveer 10 pieknachten per jaar zal naar verwachting afdoende effect sorteren. Definitieve beslissingen hierover moeten nog worden genomen. In de Wnb-ontheffingen (Wet natuurbescherming) is voor nieuwe turbines in de Eemshaven een monitoringverplichting opgenomen, om te verifiëren of het model en de stilstand werken als verwacht ⁷⁵⁾. Als de

⁷³⁾ Voor het ontwikkelen van een voorspellend model voor vogeltrek is een dataset van meerdere jaren nodig (Bouten et al, 2019). Daarom is onderzocht of het mogelijk is een voorspellingsmodel te ontwikkelen op basis van historische gegevens. Het FlySafe/KLu voorspellingsmodel werd niet bruikbaar geacht voor specifiek de Eemshaven, omdat dit is ontwikkeld voor heel Nederland en boven 200 meter. De afwijkingen in de najaarstrek waren groot, in het voorjaar klein. Voor de Luchtmacht voldoet het systeem wel en is bruikbaar in een operationele setting.

⁷⁴⁾ De gemeten parameters zijn temporele patronen in intensiteit (MTR) en hoogteverdeling van nachtelijke (zang)vogeltrek.

⁷⁵⁾ Hiernaast worden ook andere creatieve oplossingen overwogen. De Nederlander Roel May, woonachtig in Noorwegen, heeft aangetoond dat een deels zwart gekleurde turbinewiek het aantal slachtoffers overdag met 70% reduceert. Het werkt niet voor nachtelijke trekvogels en kan dus de start/stop procedure niet vervangen. De huidige grijze kleur van de wieken in Nederland is conform internationale regelgeving voorgeschreven door de luchtvaartautoriteit (ILT). Ook is de suggestie geopperd om LED lampjes op de wieken aan te brengen, zodat de vogels ook 's nachts de turbines zouden kunnen ontwijken.



financiering hiervoor tijdig in orde komt, zal het voorspellingsmodel naar verwachting in 2023 gereed zijn. De Eemshaven is een proeftuin, die in de toekomst model moet/kan staan voor windparken op land in Nederland.

- 6.2.3. De Max radar heeft in dit onderzoek adequate ondersteuning geleverd en zijn meerwaarde bewezen. Met de radar konden vragen worden beantwoord die met alleen het menselijk oog en oor onmogelijk konden worden beantwoord. De radar registreert ook in het donker, wanneer de vogeltrek plaatsvindt. Ook wordt op hoogtes gemeten, waarop visuele tellingen niet mogelijk zijn. De 3D vogeltracks worden in 4 grootteklassen opgeslagen. Wel kwamen de reeds eerder aangegeven beperkingen van de vogelradar ook hier tot uiting. Het bereik van de radar voor kleine (zang)vogels in de Eemshaven was maximaal 3 km horizontaal en een hoogte van 300 meter ⁷⁶⁾, fors lager dan de specificaties. Voor monitordoeleinden en metingen is dit bereik laag. Ook werd (begrijpelijk) hinder ondervonden van obstakels, waardoor blinde vlekken in het radarbeeld bestonden. Hiervoor hebben de onderzoekers een work-around gevonden. Als nadeel werd ook ervaren dat de indeling in grootteklassen (classificatie) niet aan de verwachtingen voldeed. Bovendien kwamen ook hier tekortkomingen in de detectiebetrouwbaarheid van de radar naar voren en werden vliegtuigen, 'vliegende schepen', auto's en insecten als vogels geregistreerd. Dat de radar geen soorten kan onderscheiden, moest worden beschouwd als een gegeven. De radar kon alleen in algemene zin informatie verzamelen over de nachtelijke trek van vogels. Het precieze verloop van de nachtelijke trek (intensiteit, vlieghoogte) van specifieke soorten bleef een kennisleemte. De radar is uitgerust met een regenfilter, maar bij regen zag de radar niet veel meer. Het uiteindelijke resultaat van het onderzoek is evenwel bruikbaar en kwalitatief voldoende.

6.3. Sector Zee Luchterduinen

- 6.3.1. Bij het offshore windpark Luchterduinen (ter hoogte van Hollandse Kust Zuid, bijlage H) lopen sinds 2018 twee onderzoeksprojecten. Hierover zijn nog geen resultaten vrijgegeven, de beschikbare informatie is dus summier. Het eerste is analoog aan het project in de Eemshaven, het verzamelen van gegevens over nachtelijke (zang)vogeltrek om een voorspellingsmodel te kunnen ontwikkelen. Met dit model zal een start/stop procedure worden aangestuurd om de windturbines stil te zetten op momenten van intensieve migratie. Het tweede project betreft onderzoek naar het ontwijkgedrag van zeevogels (met name meeuwen) bij een windpark. Dit is onder meer van belang voor de vergunningverlening aan windparkeigenaren. Met het onderzoek (toegepaste kennis) naar vogelbewegingen kunnen ook de meest geschikte locaties (minst risicovolle posities) van de windparken worden bepaald.
- 6.3.2. Momenteel staan ongeveer 300 windturbines op zee. Tot 2030 worden circa 800 turbines bijgeplaatst, verdeeld over 16 windkavels. In 2030 wordt met deze 1.100 turbines ongeveer 49 TWh geleverd, ongeveer 40% van het huidige elektriciteitsverbruik. Bij de offshore windparken zijn/worden zes Robin 3D Fixed radars geplaatst ⁷⁷⁾, betaald door MinEZK. De

⁷⁶⁾ Het Eemshavenonderzoek was alleen gericht op kleine vogels. Voor grote(re) vogels is het bereik groter.

⁷⁷⁾ (1) Luchterduinen aug 2018, (2) Borssele Alpha zomer 2019, (3) Borssele BSA voorjaar 2020, (4) Platform K14 ntb, (5) Platform Hollandse Kust Zuid ntb, (6) Hollandse Kust Noord ntb. De radars worden geplaatst op variabele hoogte, tussen 18 tot 50 meter boven zeeniveau. Dit is afhankelijk van het platform en de veiligheidseisen die daar gelden.



vogelradars zullen voornamelijk worden ingezet voor ecologisch onderzoek.

6.3.3. In algemene zin zijn de ervaringen met de offshore vogelradars goed. De onderzoekers hebben aangegeven met de verzamelde data ⁷⁸⁾ rond het windpark een voorspellingsmodel te kunnen ontwikkelen. Zonder vogelradar was dat niet mogelijk geweest. Ingebruikname van het model is voorzien in 2022, vooralsnog wordt gestart met een handmatige procedure (*human interface*). Na verdere ontwikkeling van het model zouden permanente radars in de verdere toekomst wellicht niet meer nodig zijn. Daarover wordt eerst besloten als het model is gevalideerd en gekalibreerd. Naar verwachting dienen de windturbines enkele nachten per jaar te worden stilgezet, met name tijdens de zangvogeltrek. Op basis van bestaande modellen (FlySafe) en de ervaringen in de Eemshaven wordt verwacht dat de pieknachten voldoende tevoren (48 uur) kunnen worden voorspeld en aangekondigd. De offshore Robin Fixed radar bij Luchterduinen heeft voor zangvogeltrek maar een bruikbaar bereik van onder de 3 km horizontaal en ongeveer 1 km meter verticaal, aanzienlijk lager dan de specificaties (bijlage E). Ook met de Fixed radar is het bereik laag voor de onderzoeksdoeleinden. Tekortkomingen die eveneens softwareverbetering eisen zijn datafiltering, rubricering in vogelgroottes (classificatie), het behouden van vogeltracks en het uitfilteren van zee- en regenclutter. Illustraties van eigenaardigheden zijn negatieve vlieghoogtes, ‘vliegende schepen’ en golven die als vogels worden gedetecteerd. Hiernaast moesten meet-uren met meer dan negen minuten regen en zeeclutter uit de database worden verwijderd, waardoor een deel van de data niet bruikbaar was. Zangvogels worden wel goed gezien door de radar. Voor soortherkenning dienen overdag visuele waarnemingen te worden gedaan. Omdat de radars op een platform bij een turbine worden geplaatst en relatief dichtbij andere windmolens, bestaan vanwege de *line of sight* van de radars ook blinde vlekken. Ook worden de radarstralen teruggekaatst van de (metalen) turbinepalen. Bovendien worden de radars in het kader van stralingsveiligheid gedeeltelijk afgeschermd. Dit alles heeft het onderzoek gehinderd, maar het uiteindelijke resultaat is bruikbaar en kwalitatief voldoende.

6.4. **Conclusie**

De ervaringen met vogelradars in de windturbinesector kunnen worden getoetst aan en vergeleken met de ervaringen op de luchthavens. De bevindingen over de radars bij de landzijdige en offshore projecten zijn grotendeels overeenkomstig. In algemene zin zijn de ervaringen met de vogelradars in de windturbinesector goed, zonder radars was het niet mogelijk geweest voorspellingsmodellen te (gaan) ontwikkelen. Maar met de ook hier manifeste nadelen en tekortkomingen van de radars moest tijdens de onderzoeken terdege rekening worden gehouden en dit heeft de onderzoeken gehinderd. Het uiteindelijke resultaat is bruikbaar en kwalitatief voldoende.

⁷⁸⁾ De metingen zijn uitgevoerd volgens een protocol (BuWa, 2019).



7. Conclusies en aanbevelingen

- 7.1. In het onderzoek naar nut en noodzaak van vogelradars op de regionale luchthavens en voor monitoring bij Lelystad Airport, heeft de AGV alle relevante Nederlandse stakeholders intensief kunnen bevragen, veldonderzoek gedaan en veel documenten bestudeerd. Dit heeft voldoende inzicht gegeven in de mogelijk toegevoegde waarde van vogelradars. Aangezien de regionale velden Eindhoven en Rotterdam al een vogelradar hebben, betreft het onderzoek alleen Lelystad, Eelde en Maastricht. Daarbij heeft de AGV ook opvattingen/meningen versus belangen van de betrokkenen in beschouwing genomen. Aldus denkt de AGV zich een afgewogen en onafhankelijke mening te hebben kunnen vormen.
- 7.2. Het aantal geregistreerde vogelaanvaringen in Nederland over de afgelopen vijf jaar neemt toe. Een trend kan worden afgeleid van het aantal aanvaringen per 10.000 vliegbewegingen (aanvaringsratio). De meeste vogelaanvaringen vinden plaats bij de start of landing beneden 300 meter (1.000 ft). Effectieve bird control blijft van cruciaal belang. Het gebruik van geavanceerde hulpmiddelen, zoals een vogelradar, kan daarbij meerwaarde hebben. Hoewel wereldwijd vier vogelradarproducenten actief zijn, heeft de AGV in het onderzoek en binnen de kaders van de opdracht alleen Nederlandse Robin radars kunnen betrekken. Gelet op deze beperking heeft de AGV (arbitrair) moeten aannemen dat haar conclusies ook in algemene zin van toepassing kunnen zijn.
- 7.3. Het onderzoek en de conclusies van de AGV hebben zich uitgestrekt over drie belangrijke aspecten.
- 7.3.1. Bij de dagelijkse vliegoperatie kan de radar fungeren als 'extra ogen' voor de bird controller. De radar kijkt verder dan visuele waarneming en kan ook in het donker een goed hulpmiddel zijn. Het inzicht in de vogelsituatie (situational awareness) van de vogelwachten kan ermee worden verhoogd. Aangezien het radarbeeld niet altijd overeenkomt met de werkelijkheid, wordt de betrouwbaarheid van de radar momenteel nog onvoldoende geacht. De effectiviteit van de radar, het daadwerkelijk voorkomen van vogelaanvaringen, is niet aangetoond. De AGV acht een structurele validatie en kalibratie van de radar noodzakelijk. Gelet op andere beperkingen, zoals het niet herkennen van vogelsoorten, zal een vogelradar nooit visuele waarnemingen kunnen vervangen. Bovendien kan het verjagen van vogels alleen door vogelwachten worden gedaan. De bruikbaarheid van de radar als direct hulpmiddel voor de vogelwachten wordt door de AGV momenteel nog onvoldoende geacht.
- 7.3.2. Voor monitoring van vogelbewegingen binnen de 6 km zone van luchthavens is een vogelradar naar opvatting van de AGV een bruikbaar instrument. Deze conclusie is gebaseerd op de ervaringen met vogelradars in de windturbinesector. Concrete ervaringen met vogelradars voor trendmatige monitoring bij de regionale luchthavens zijn nog niet voorhanden. Ter beheersing van het aanvaringsrisico is radarmonitoring over langere tijd, in combinatie met hierop afgestemde grondwaarnemingen, voor Lelystad noodzakelijk. Met analyse van de gegevens kunnen trends in het vlieggedrag van vogelsoorten worden vastgesteld en vertaald naar aanvaringsrisico in de in/uitvliegpaden, met een zekere geldigheidsduur. Automatische gegevensverzameling met een vogelradar is evenwel eerst zinvol na validatie en kalibratie van de radar. Informatie van weerradars (FlySafe) zou daaraan mogelijk complementair kunnen zijn, voor beoordeling van het risico op grotere hoogtes (aansluitroutes). De AGV beveelt een pilotcase monitoring Lelystad aan, waarin ervaring kan worden opgedaan met een volledige monitorcyclus en het gebruik van de radar. Bij gebleken succes zou dit een blauwdruk kunnen vormen voor de andere regionale luchthavens (Eelde en Maastricht).



Naar analogie met Lelystad acht de AGV voor Eelde en Maastricht ook een risicoanalyse en nulmeting gewenst, waaronder grondtellingen in combinatie met radarluchtwaarnemingen, alvorens de aanschaf van een vogelradar te overwegen. Op basis van de resultaten kunnen conclusies worden getrokken over nut en noodzaak van een vogelradar voor deze velden. De aanschaf van een vogelradar is overigens een vrije keuze van de luchthavens zelf.

7.3.3. Ook in de windturbinesector (landzijdig Eemshaven en offshore Luchterduinen) is/wordt gebruik gemaakt van vogelradars, voor onderzoek en ontwikkeling van voorspellingsmodellen voor de nachtelijke zangvogeltrek en voor onderzoek naar het ontwijkgedrag van zeevogels. De ervaringen met vogelradars in deze sector zijn relevant voor het gebruik ervan op luchthavens. In de onderzoeken hebben de radars hun meerwaarde bewezen, hoewel ook hier de eerder geconstateerde tekortkomingen manifest zijn, met name in het bereik en de detectiebetrouwbaarheid. Dat heeft belemmerend gewerkt op de onderzoeken. Met de mogelijkheden en beperkingen van radars moest terdege rekening worden gehouden in de opzet van het onderzoek. Het uiteindelijke doel van de proefnemingen, het met radarwaarnemingen en analyse daarvan leggen van een basis voor de ontwikkeling van een voorspellingsmodel, is evenwel bereikt. Zonder vogelradar was dat niet mogelijk geweest.

7.4. Bij alle drie aspecten hierboven kan een vogelradar (potentieel) meerwaarde hebben, hoewel ook duidelijke tekortkomingen aan het licht zijn getreden. De AGV is van opvatting dat de betrouwbaarheid van de radar moet worden verbeterd, alvorens hem als een adequate ondersteuning van de vogelwachten te kunnen kwalificeren. De vogelradar voorkomt momenteel geen vogelaanvaringen, maar kan wel het risico erop verkleinen. Voor monitoring van vogelbewegingen acht de AGV een vogelradar een bruikbaar instrument. De levensduurkosten van een vogelradar over tien jaar bedragen 1,2 M€. De dagelijkse inzet van de radar vergt geen extra personeel. De kosten van het uitwerken en analyseren van de monitordata zijn naar verwachting substantieel, maar laten zich nog moeilijk inschatten. De AGV heeft vijf hoofdargumenten voor haar advies om een vogelradar op Lelystad te plaatsen: (1) Potentieel bruikbaar hulpmiddel voor de vogelwacht, (2) verplichte en geadviseerde trendmatige monitoring op en rond de luchthavens, (3) voor adequate monitoring zijn zowel grond- als radarluchtwaarnemingen noodzakelijk, (4) monitoring in het donker is alleen mogelijk met een radar, (5) aangetoonde bruikbaarheid in de windturbinesector. Op basis van haar onderzoek komt de AGV tot de overall conclusie: **Vogelradar? Ja, maar .. !!**

7.5. Aanbevelingen:

- (1) Structurele validatie (detectie, classificatie, kalibratie) van de radarbeelden/instellingen.
- (2) Een stationaire full 3D vogelradar installeren (of huren) op Lelystad Airport.
- (3) Een nulmeting en risicoanalyse uitvoeren voor de luchthavens Eelde en Maastricht.
- (4) De verantwoordelijkheden en coördinatie van grond- en luchtmonitoring structureren.
- (5) De effectiviteit van een monitoringscyclus onderzoeken in een 'pilot monitoring Lelystad Airport'.
- (6) Ietwat off topic, maar belangrijk: Op orde brengen van de definities en rapporteringen over vogelaanvaringen om te komen tot eenduidige betrouwbare cijfers.



Bijlage A – Lijst geïnterviewde stakeholders

Interviews en Questionnaires			
1	9 dec 2019	Amsterdam Schiphol Airport	
2	10 dec 2019	Lelystad Airport	
3	10 dec 2019	Provincie Flevoland en Gemeente Lelystad	
4	11 dec 2019	Bureau Waardenburg	
5	12 dec 2019	Robin Radar Systems	
6	13 dec 2019	Apus7777	
7	3 feb 2020	Staf Commando Luchtstrijdkrachten	
8	3 feb 2020	Vliegbasis Eindhoven	
9	4 feb 2020	Rotterdam The Hague Airport	
10	4 feb 2020	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat	
11	5 feb 2020	Onderzoeksraad voor Veiligheid	
12	6 feb 2020	Luchtverkeersleiding Nederland	
13	6 feb 2020	Fauna Beheer Eenheid N-Holland	
14	7 feb 2020	Vliegbasis Leeuwarden	
15	10 feb 2020	Universiteit van Amsterdam	
16	10 feb 2020	KNJV namens WBE Flevoland	
17	17 feb 2020	Arcadis 's-Hertogenbosch	
18	18 feb 2020	MinlenW (RWS) .. Windturbinesector zee	



Interviews en Questionnaires			
19	18 feb 2020	Militaire Luchtvaart Autoriteit	
20	19 feb 2020	KLM Integrated Safety Services Organisation	
21	19 feb 2020	Fauna Beheer Eenheid Flevoland	
22	20 feb 2020	SOVON Vogelonderzoek NL	
23	20 feb 2020	Schiphol Bird Control	
24	21 feb 2020	Windpark Eemshaven (Provincie Groningen)	
25	21 feb 2020	Groningen Airport Eelde	
		Questionnaire	
26		MinlenW / ILT en ABL	
27		Maastricht Aachen Airport	
28		Vliegbasis Gilze-Rijen	
29		Vliegbasis Woensdrecht	
		Van interview afgezien	
30		Provincie Noord-Holland	Vacant



Bijlage B – (On)betrouwbaarheid cijfers vogelaanvaringen

Ter inleiding op het aspect vogelaanvaringspreventie, wilde de AGV een illustratief overzicht presenteren met basic cijfers over de toename van het aantal geregistreerde vogelaanvaringen per luchthaven over de laatste vijf jaar (blz. 50 hieronder). Het gaat om de cijfers van het handelsverkeer, dit betreft 737/320-achtige vliegtuigen, zoals op Lelystad is voorzien. Dat bleek een weerbarstig onderwerp. Na een *deep dive* in de cijferproblematiek is de AGV tot de conclusie gekomen dat de rapporteringen en statistiek over vogelaanvaringen niet geheel op orde zijn. De door ILT-ABL versus de door de luchthavens aangeleverde cijfers (aantal gemelde vogelaanvaringen en aanvaringsratio per 10.000 vliegbewegingen) wijken fors van elkaar af. De cijfers over Schiphol verschillen bijvoorbeeld een factor 2. De betrouwbaarheid van de tabel hieronder is daarom discutabel. Naar opvatting van de AGV zijn de verschillen te wijten aan meerdere factoren. Zo worden uiteenlopende uitgangspunten gehanteerd door betrokken partijen, niet alle luchthavens hanteren hetzelfde systeem. Het uitfilteren naar alleen de aanvaringen bij handelsverkeer, was ook niet altijd mogelijk. Verder is de definitie van een vogelaanvaring onduidelijk of wordt verschillend geïnterpreteerd ⁷⁹⁾ wat leidt tot uiteenlopende criteria en interpretaties wat nu precies als vogelaanvaring moet worden gekwalificeerd en gerapporteerd. Hiernaast komen (drie)dubbele en soms uiteenlopende meldingen voor, van zowel de luchthaven als de luchtverkeersleiding en de luchtvaartmaatschappij, die alle rapportageplicht hebben conform verordening EU 376/2014. De kwaliteit van de meldingen laat eveneens te wensen over. Een adequate coördinatie van deze meldingen blijkt daardoor niet altijd mogelijk. Bij de meldingen dienen ingevolge EU 376/2014 tenminste 13 olopend tot 40 velden te worden ingevuld, wat niet bijdraagt aan de meldingsbereidheid en de nauwkeurigheid van de meldingen. Vanuit de sector is aangegeven dat waarschijnlijk ook niet alle vogelaanvaringen worden gemeld. De meldplicht is wel onderwerp tijdens de periodieke audits door ILT. De AGV beveelt aan hierin landelijk een betere structuur aan te brengen en te bewerkstelligen dat alle betrokken partijen zoveel mogelijk eenduidig te werk gaan, zodat alle partijen over dezelfde betrouwbare cijfers beschikken ⁸⁰⁾. Naar opvatting van de AGV zou ILT-ABL hierin het voortouw kunnen nemen, uiteraard in overleg met de sector. Het recent opgerichte Netherlands Birdstrike Committee (NBC ⁸¹⁾) zou als platform kunnen dienen. Het onderwerp 'definitie bird strike' staat geagendeerd bij het NBC. Eenduidige rapportages en betrouwbare cijfers zijn naar opvatting van de AGV essentieel, omdat op basis daarvan soms belangrijke conclusies en maatregelen worden gebaseerd.

⁷⁹⁾ Een dode vogel op de startbaan wordt soms aangemerkt als vogelaanvaring, soms als fauna-incident, soms als wildlife strike, soms als niets. Het is niet duidelijk hoe vogelslachtoffers door *downwash* en *jetblast* worden gerubriceerd. Een aanvaring met een gans (4 kg) telt even zwaar als met een boerenzwaluw (20 gram). Er worden uiteenlopende hoogtegrenzen gehanteerd, waarop een vogelaanvaring nog aan een luchthaven wordt toegerekend. De definitie 'near miss' wordt niet eenduidig gehanteerd of niet gebruikt. Geen onderscheid wordt gemaakt in lichte of ernstige vogelaanvaringen en ja/ nee met schade. Schade is een verplicht aspect van de melding, maar ontbreekt meestal. Voor de term 'vogelaanvaring' wordt overigens steeds vaker het begrip 'wildlife strike' gehanteerd, waartoe ook andere fauna-aanvaringen (ree, haas e.d.) worden gerekend, onder andere door de KLu. Schiphol gebruikt het begrip fauna-incident.

⁸⁰⁾ Ten aanzien van de aanvaringscijfers van Eindhoven Airport adviseert de AGV dat het ABL en de KLu bilateraal concrete afspraken maken over de uitwisseling en stroomlijning van de gegevens. Formeel heeft de KLu geen meldingsplicht aan ABL.

⁸¹⁾ In het NBC zijn naast Schiphol (voorzitter) alle regionale luchthavens vertegenwoordigd. Hiernaast ook de KLu, LVNL, MinlenW, ILT, NVL en twee luchtvaartmaatschappijen (KLM, EasyJet).



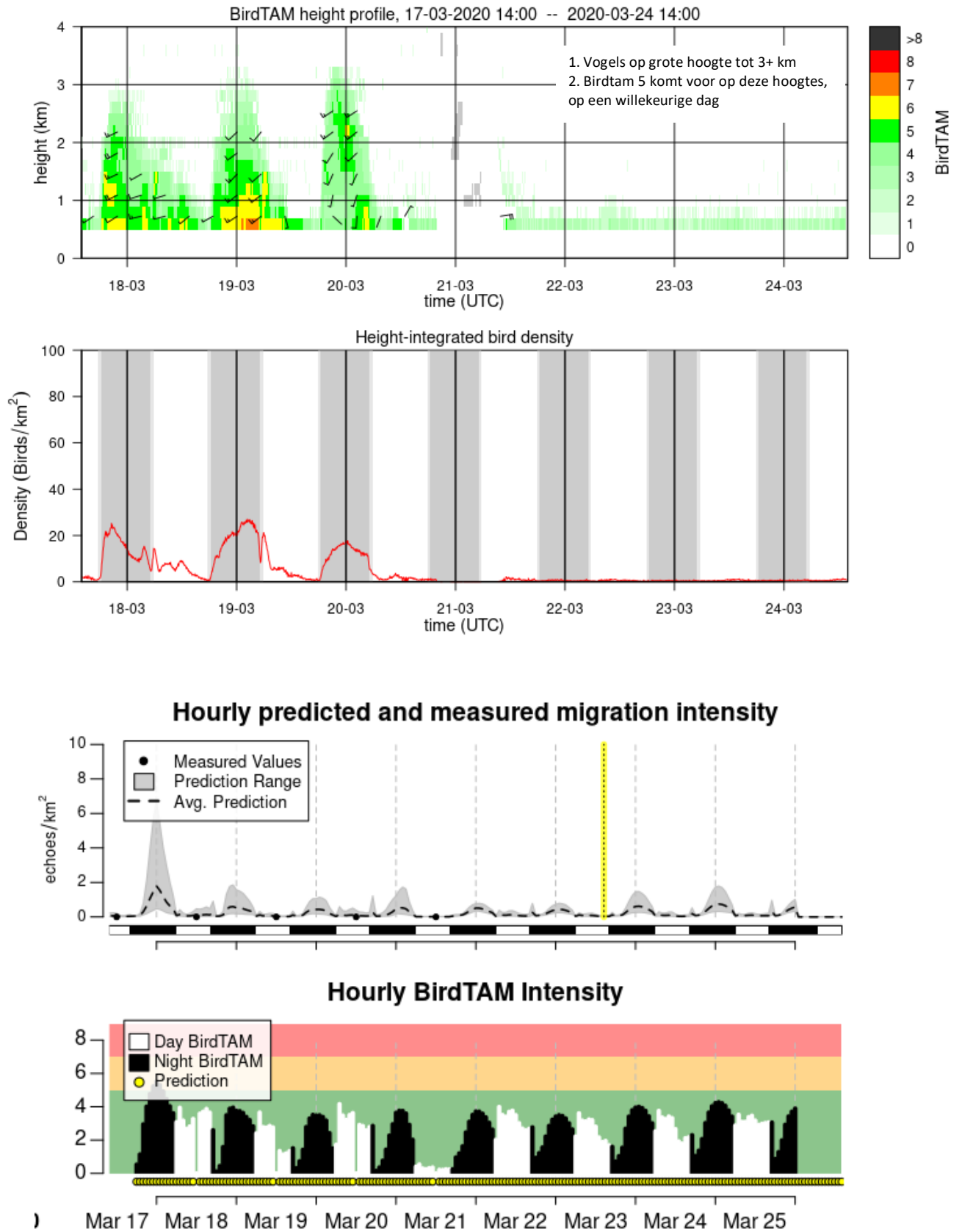
Vliegbewegingen .. Bird hits .. Bird hit ratio/10.000 vliegbewegingen 2015-2019							
	Gem.	Totaal	2015	2016	2017	2018	2019
Amsterdam Airport Schiphol	484.526	2.422.628	450.673	478.864	496.739	499.444	496.908
Opgave ABL over SPL .. Bird hits	482	2.412	335	441	395	558	683
Bird hit ratio	9,9		7,4	9,2	8,0	11,2	13,7
Opgave SPL over SPL .. Bird hits	214	1072	191	198	142	212	329
Bird hit ratio	4,4		4,2	4,1	2,9	4,2	6,6
Opgave SPL over KLM .. Bird hits	165	826	188	164	133	177	164
Bird hit ratio	7,1		8,4	6,7	5,7	6,6	8,1
Eindhoven Airport	34.384	171.918	28.835	30.910	34.929	37.035	40.209
ABL .. Bird hits	28	141	27	26	26	43	19
Bird hit ratio	8,3		9	8	7	12	5
KLU .. Bird hits	57	286	51	42	35	71	81
Bird hit ratio	16,1		17,7	13,6	10,0	19,2	20,1
Rotterdam The Hague Airport	18.074	90.368	19.022	19.055	16.270	17.615	18.406
ABL .. Bird hits	24	119	18	24	17	21	39
Bird hit ratio	7,5		6,0	8,7	6,3	5,9	10,5
RTHA .. Bird hits	18	90	15	26	15	9	25
Bird hit ratio	3,5		3,0	5,0	3,0	1,7	4,8
Groningen Airport Eelde	3.221	16.107	2.372	2.482	3.428	4.435	3.390
ABL .. Bird hits	14	71	4	15	18	7	27
Bird hit ratio	8,0		2,6	11,4	14,9	4,7	6,6
GAE .. Vliegbeweg.				1.200	1.347	957	962
Bird hits				3	3	1	4
Bird hit ratio	2,5						
Ratio .. CBS gegevens				12,1	8,8	2,3	11,8
Maastricht Aachen Airport	5.114	25.571	4.065	3.931	4.419	6.013	7.143
ABL .. Bird hits	3	14	3	4	2	2	3
Bird hit ratio	3,0		3,0	3,8	2,0	2,5	3,7
MAA .. Bird hits	4	18	3	4	3	3	5
Bird hit ratio	3,3		2,5	4,4	2,1	4,2	3,2
Vliegbasis Eindhoven			5.338	4.882	4.186	4.155	4.807
KLU .. Bird hits	1	6	2	0	1	2	1
Bird hit ratio	2,6		3,7	0,0	2,4	4,8	2,1
Vliegbasis Leeuwarden	10.007	50.035	7.049	8.113	12.971	9.553	12.349
KLU .. Bird hits	8	40	11	7	9	5	8
Bird hit ratio	8,6		15,6	8,6	6,9	5,2	6,5
Vliegbasis Volkel	7.083	35.415	6.558	7.012	5.947	5.946	9.952
KLU .. Bird hits	6	29	11	2	9	2	5
Bird hit ratio	8,6		16,8	2,9	15,1	3,4	5,0

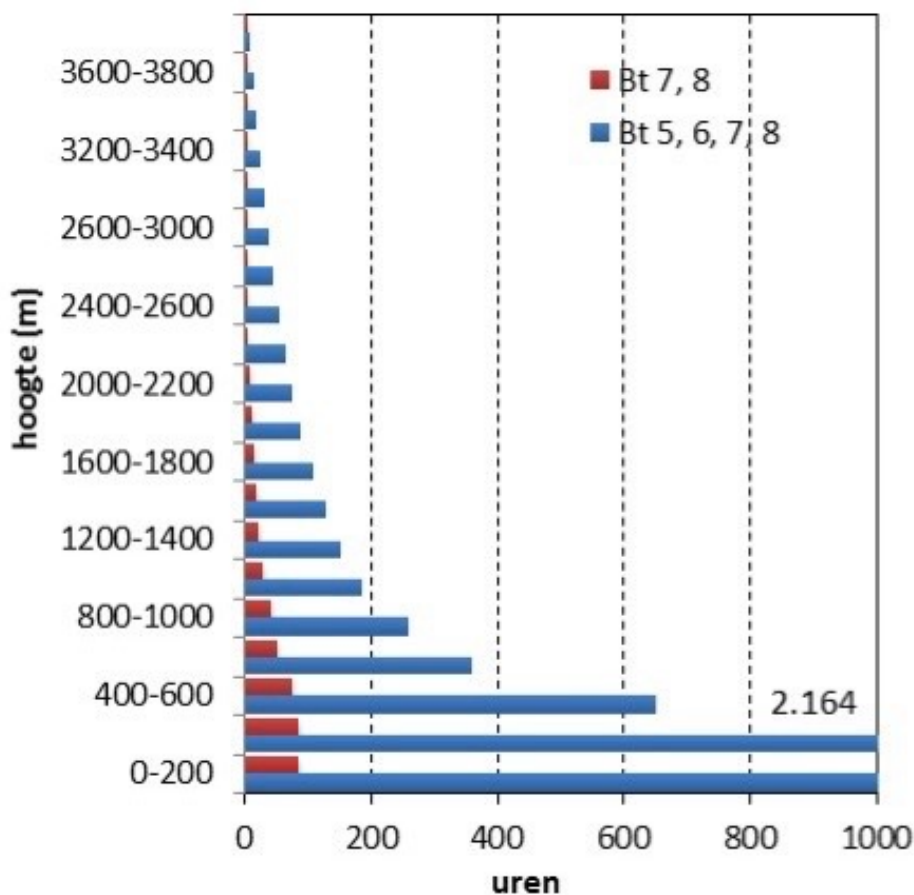


1. Bronnen: CBS StatLine, ILT-ABL, Luchthavens, KLu.
2. Vliegbewegingen (totaal aantal starts en landingen) en bird hits betreffen handelsverkeer, militaire transportvliegtuigen en jachtvliegtuigen.
3. Betreft geregistreerde aanvaringen.
4. De door ILT-ABL en de luchthavens aangeleverde cijfers wijken fors van elkaar af.
5. Handelsverkeer: Alle verkeersvluchten van luchtvaartmaatschappijen met als doel het vervoeren van reizigers, vracht en post tegen betaling. Deze vluchten worden uitgesplitst naar regelde en onregelde vluchten.
6. Schiphol Bird Control heeft vastgesteld dat de Bird Hit Ratio gebaseerd op alleen KLM gegevens betrouwbaarder is dan wanneer gebaseerd op alle maatschappijen.
7. Vliegbewegingen Koninklijke Luchtmacht zijn exclusief operationele uitzendingen.
8. Den Helder Airport/Maritiem Vliegbasis De Kooy, Vliegbasis Gilze-Rijen, Vliegbasis Woensdrecht zijn in het kader van het onderzoek (groot commercieel verkeer) minder relevant, het betreft hoofdzakelijk helikopters of heel kleinschalig handelsverkeer. Lelystad Airport is ook niet relevant, betreft momenteel nog general aviation (kleine luchtvaart).



Bijlage C – FlySafe en MER 2018 Lelystad





Bron: MER Lelystad 2018 (data KLu gemeten met KNMI weerradar De Bilt, meetperiode 2012-20170).

Totaal van Birdtam 5-8 (blauw) en Birdtam 7-8 (rood) tot 4.000 meter (13.000 ft). Hieruit blijkt dat naarmate de hoogte toeneemt, de kans op hoge vogeldichtheden afneemt.

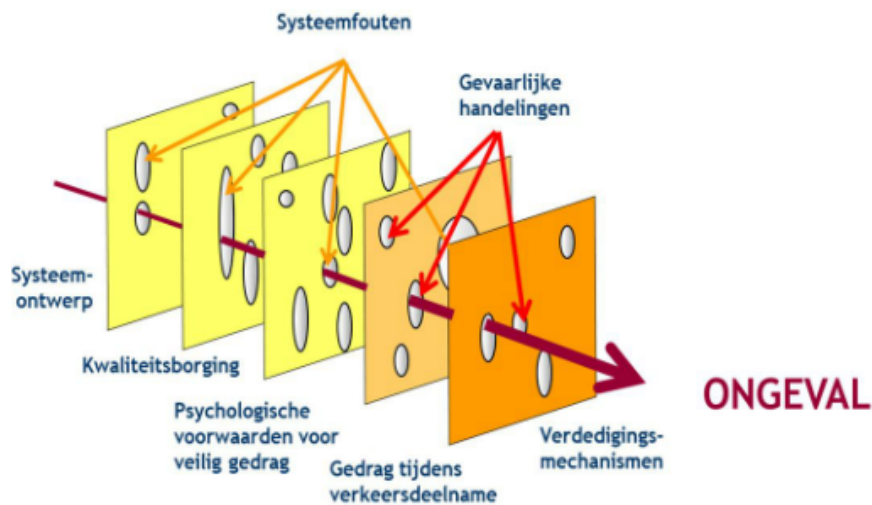
1. **Waarschuwingen + restricties** (Birdtam 5-8, meer dan 10 vogels/km³) waren van kracht gedurende 2.164 uur per jaar tot 400 m (1.300 ft) hoogte en gedurende 109 uur tot 1.800 m (6.000 ft).

2. **Restricties** (birdtam 7-8, meer dan 40 vogels/km³) waren van kracht gedurende 83 uur per jaar tot 400 m hoogte en gedurende 13 uur per jaar tot 1.800 m.

De schaal van de Birdtam's is logaritmisch. Dat wil zeggen dat 6 tweemaal het aantal vogels betreft dan bij 5. Birdtam 7 is het viervoudige van 5 en Birdtam 8 het achtvoudige van 5.

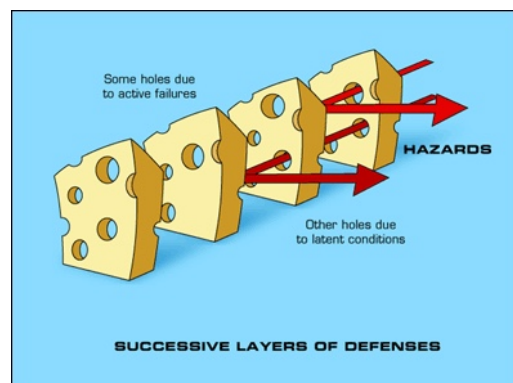


Bijlage D – Gatenkaas theorie



Gatenkaas theorie. De kans op een ongeval is doorgaans laag en heeft meestal/altijd meerdere oorzaken, aangegeven met gaten in de kaas. Pas wanneer alle gaten in één lijn staan, vindt het ongeval daadwerkelijk plaats. Eén van die gaten zou mogelijk kunnen worden gedicht met een vogelradar.

NB .. Het figuur is niet afgestemd op vogelaanvaringen, maar geeft wel een indruk van de theorie, welke ook van toepassing is op vogelaanvaringen.







Bij gaten in de vogelaanvaringskaas kan worden gedacht aan:

1. Laag opvliegende (groep) risicovogel(s).
2. Vogel niet zichtbaar op de radar.
3. Vogelwacht aan de andere kant van de baan bezig met verjagen.
4. Vliegtuig gaat precies op dat (verkeerde) moment airborne.
5. Vogelwacht moet visueel waarnemen en kijkt niet voortdurend op de monitor (tablet).
6. Vogelwacht ziet de vogels, maar maakt (professionele) inschatting dat geen direct gevaar bestaat.
7. Onverwachte vogelbeweging, bijvoorbeeld als een predator (buizerd, valk) nadert.



Bijlage E – Robin vogelradars

			
2D Lite	3D Fixed	3D Flex	Max®
Pulse	Pulse	Pulse + FMCW	FMCW
S-Band 3050MHz	S-Band 3050MHz plus X-Band 9410MHz	S-Band 3050MHz plus X-Band 9650MHz	X-Band 9650MHz
Real-time position and track in 2D	Real-time position and track in (semi) 3D – in a fixed direction	Real-time position and track in (semi) 3D – in a configurable direction	Real-time position and track in full 3D – in all directions all of the time
30kW peak power output	60kW peak power output (S-Band) 25kW peak power output (X-Band)	60kW peak power output (S-Band) 400mW average power output (X-Band)	20W average power output
1.3s track update rate	1.3s track update rate	1.3s track update rate (Horizontal) - 3.0s track update rate (Vertical)	1.0s track update rate
8km instrumented range	10km instrumented range (Horizontal) 6km instrumented range (Vertical)	10km instrumented range (Horizontal) - 4.5km instrumented range (Vertical)	15km instrumented range

Max

Single sensor radar (phased array technologie) met hoge rotatiesnelheid (60 rpm). De vogeltracks (locatie, richting, hoogte, snelheid) worden elke seconde ververs. De beeldopbouw van de tracks vergt vier rotaties. Volledig 3D bereik tot 15 km en 1 km hoogte. Het systeem beschikt over software voor rapportage en analyse. Wordt gebruikt in de civiele luchtvaart, offshore windparken en voor veldonderzoek.

3D Flex

Combinatie van een horizontale (S-band) en een verticale (Frequency Modulated Continuous Wave, FMCW) radar. De horizontale radar detecteert 360° tot 10 km en de verticale radar voor hoogte-informatie in een vastgestelde richting tot 6 km. De Flex heeft drie scanmodes: scanning, staring, automatic acquisition. Wordt gebruikt in de civiele luchtvaart, offshore windparken en voor veldonderzoek.

3D Fixed

Combinatie van een horizontale (S-band) en verticale (X-band pulse) radar. De horizontale radar detecteert 360° tot 10 km en de verticale radar voor hoogte-informatie in een vastgestelde richting tot 6 km. Wordt gebruikt in de civiele luchtvaart en offshore windparken.

2D Lite

Detecteert en trackt 360° tot 8 km.



Bijlage F – Voorbeelden radarbeelden

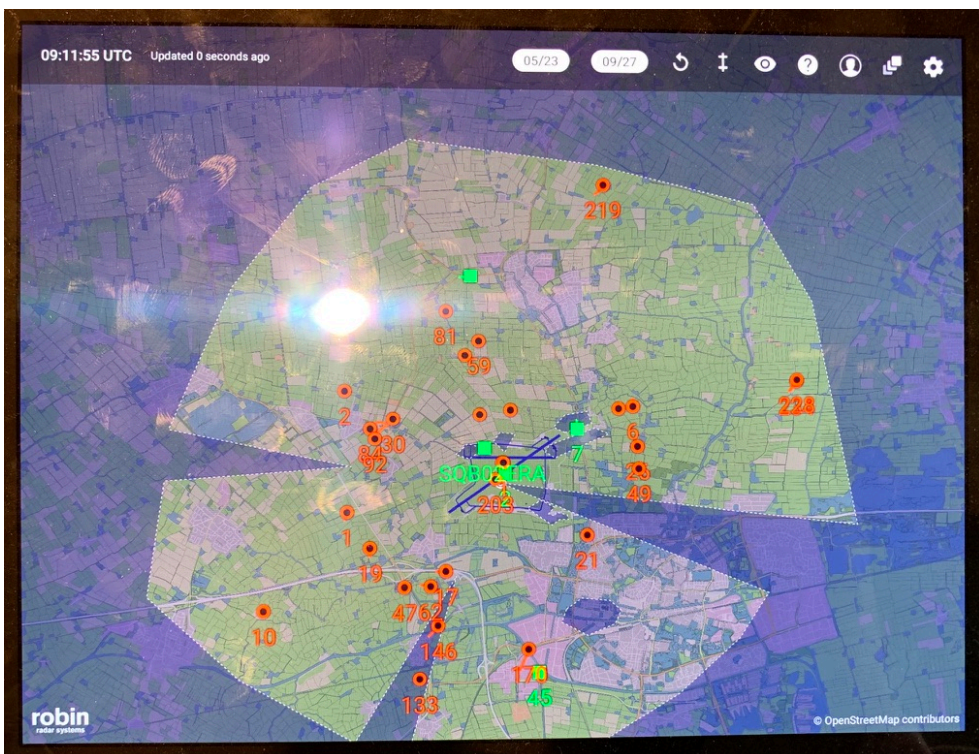


Dit betreft een situatie op Schiphol op 25 juli 2019, waarbij de Polderbaan (18R-36L) tijdelijk is gesloten op aangeven van de bird controller, vanwege een grote groep duiven tijdens maaien/oogsten. Dit doet rond de oogst met regelmaat voor. Het is niet duidelijk of de vogelradar (3D Flex) hierbij een rol heeft gespeeld. Links het rechtstreekse beeld van de vogelradar, zoals in gebruik in het back office. Het beeld rechts is van Skylark, zoals in gebruik in de bird control voertuigen.





Radardisplay (3D Flex) in de bird control wagen op Vliegbasis/Airport Eindhoven. De gekleurde 'kikkervisjes' zijn vogeltracks, de kleuren worden verklaard in de legenda. De blauwe vlakken zijn blinde vlekken.



Radarbeeld (Max) Vliegbasis Leeuwarden, op maximaal bereik, vanuit de bird control wagen. Vogeldrukke en blinde vlekken (ook op de basis zelf) zijn duidelijk zichtbaar.

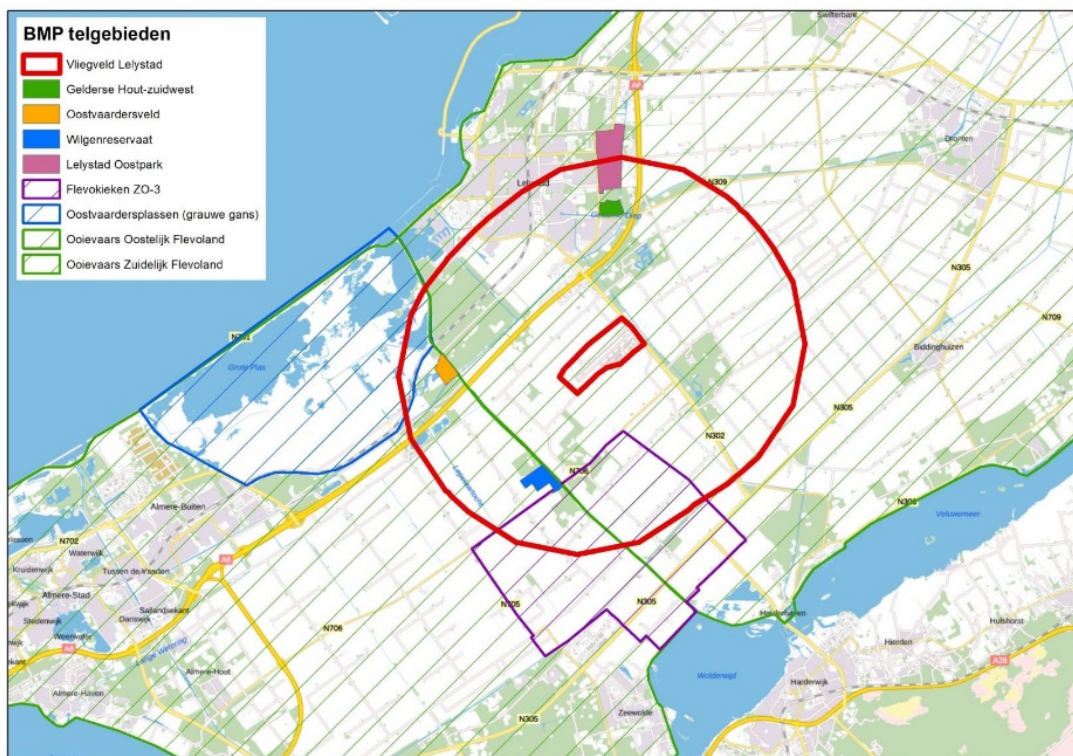
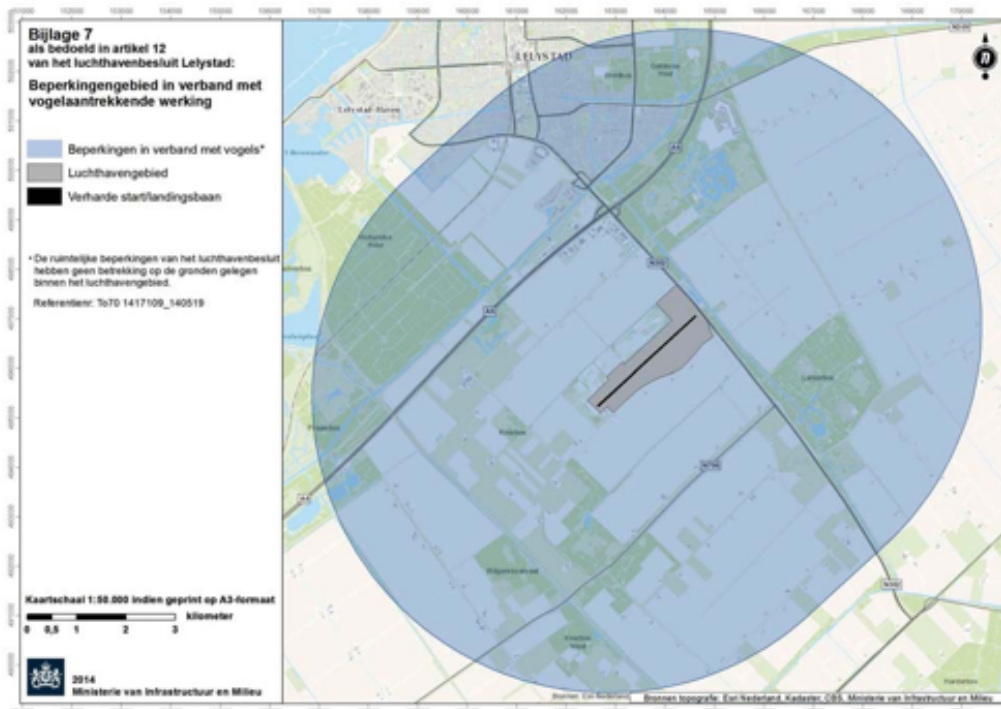




Radarbeelden Vliegbasis Leeuwarden (Robin Max), vanuit de bird control wagen. De bovenste foto geeft een druk beeld, terwijl de praktijk meeviel. De cijfers op het beeldscherm geven de hoogte aan (in meters). Op de onderste foto is de funnelalarmering zichtbaar; moet nog worden ingesteld op de Leeuwarden situatie.

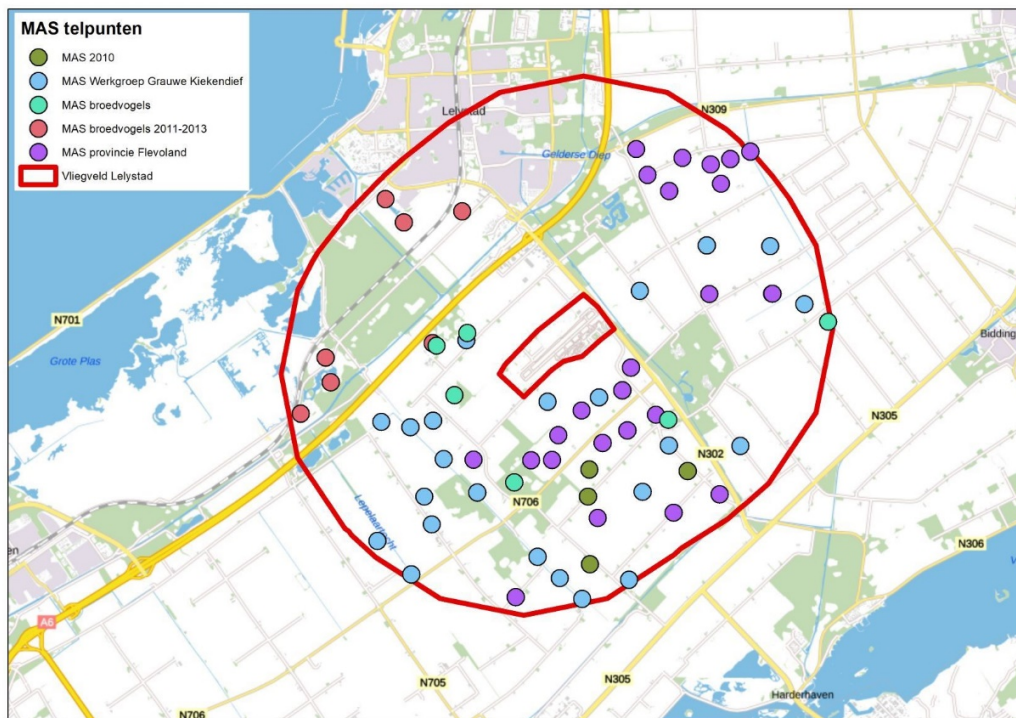


Bijlage G – Vogelbeperkingszone (6 km) en grondtellingen Lelystad Airport

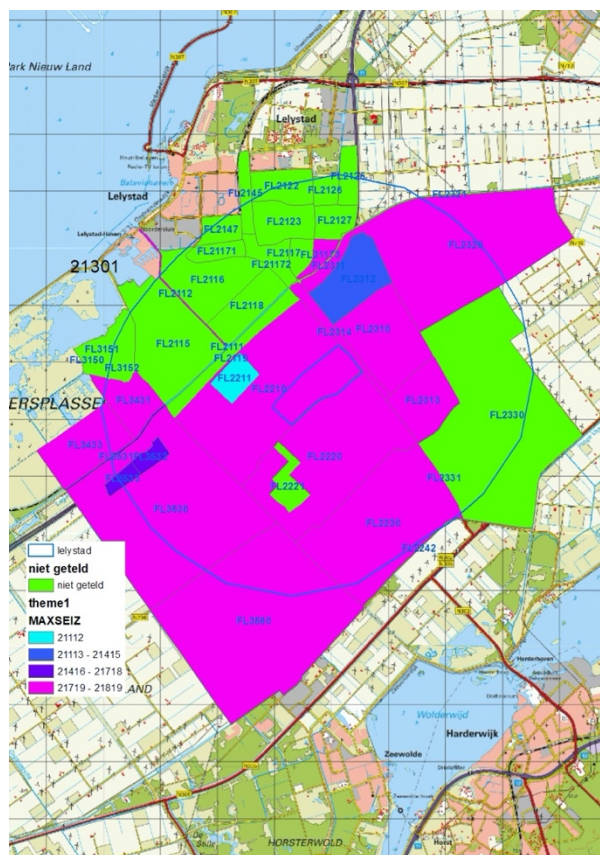


Breodvogel Monitoring Plots (deels) binnen de 6 km zone om luchthaven Lelystad.
(Bron afbeeldingen: Sovon Vogelonderzoek Nederland).





Telpunten van het Meetnet Agrarische Soorten (MAS) binnen de 6 km zone.



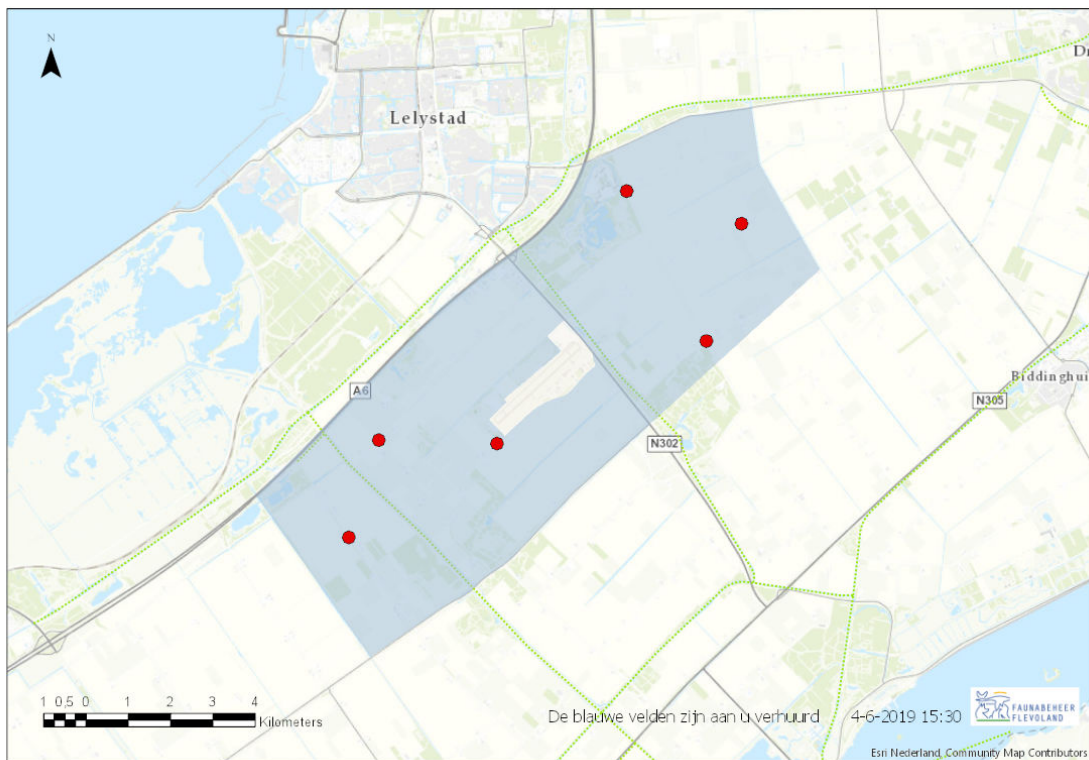
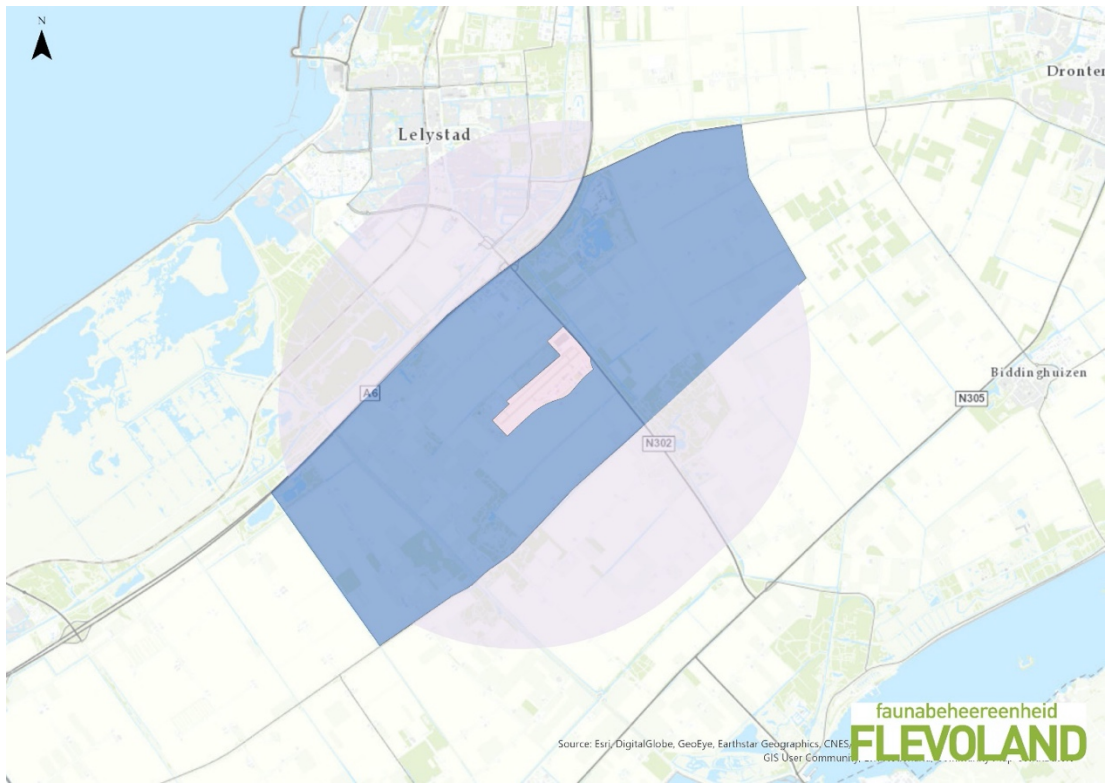
Telgebieden van het Meetnet Watervogels (deels) binnen de 6 km zone.





Telling slaappleatsen binnen of nabij de 6 km zone.





Door Faunabeheereenheid Flevoland en Stichting Faunabeheer Flevoland beoogde grondtellingssector.

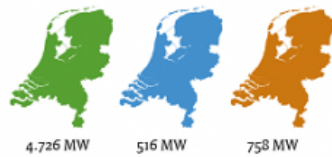


Bijlage H – Windparken Land en Zee

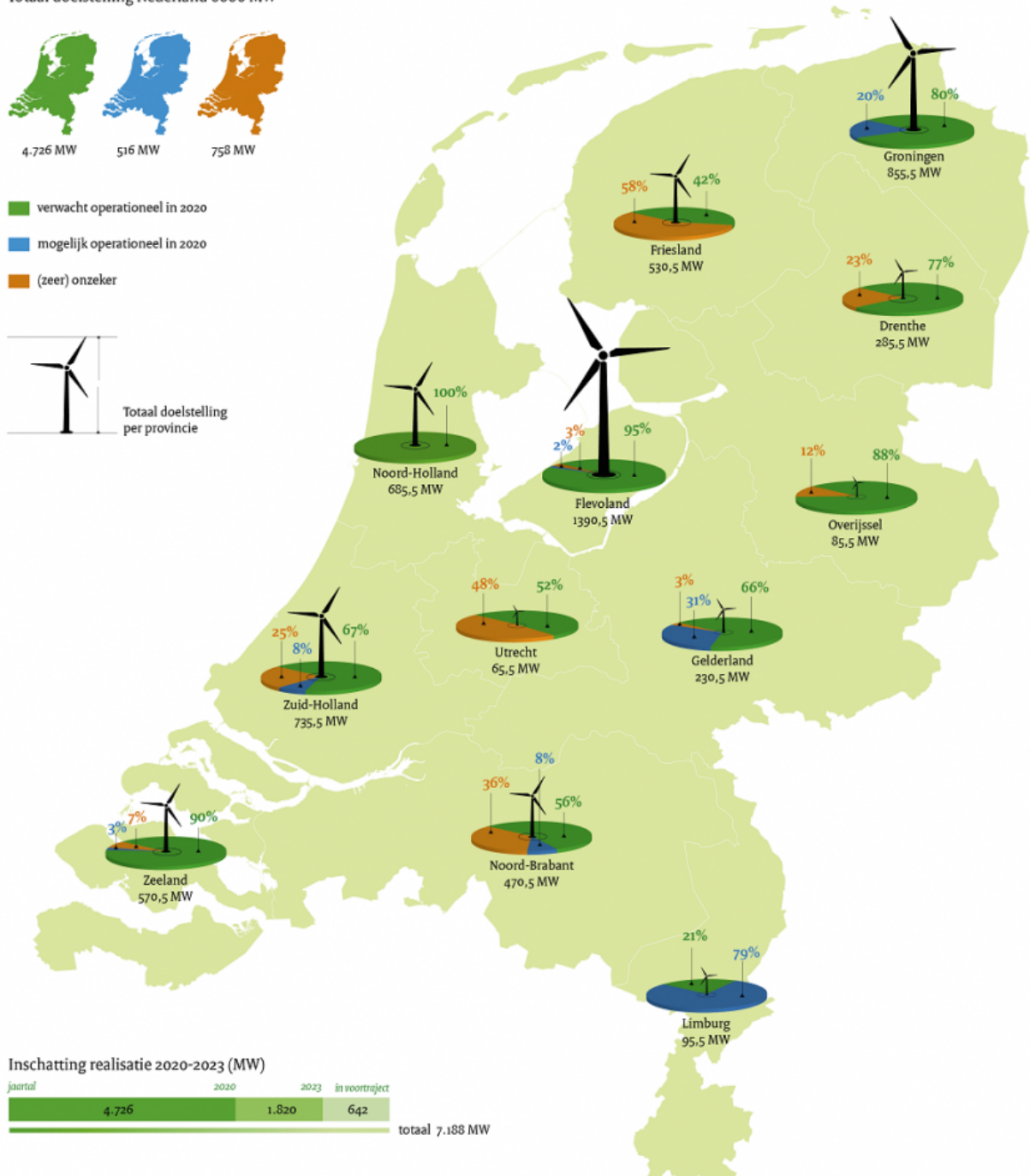
Wind op land doelstelling 2020

peildatum 31/12/2018

Totaal doelstelling Nederland 6000 MW



- verwacht operationeel in 2020
- mogelijk operationeel in 2020
- (zeer) onzeker



Inschatting realisatie 2020-2023 (MW)

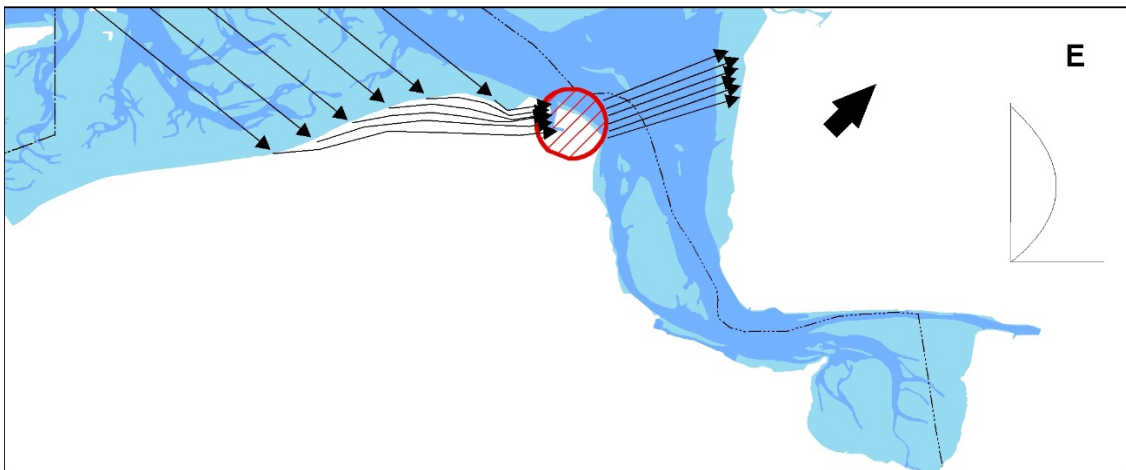
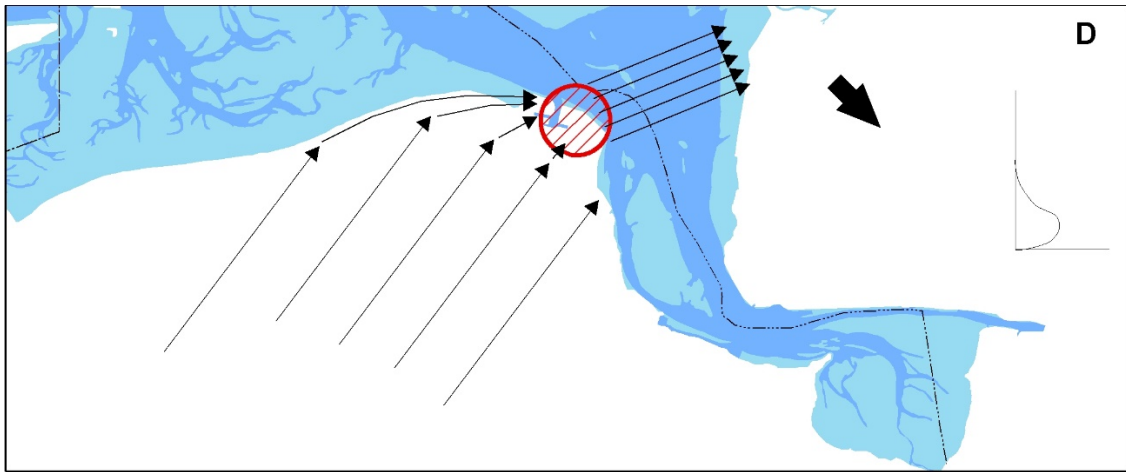


Bron: **Monitor Wind op Land**
 Zie voor meer informatie over de voortgang in de provincies: de Monitor Wind op Land 2018 op Rijksverheid.nl
 RVO.nl 30 april 2019



Illustratie breedfronttrek, stuwing en verdichting bij de Eemshaven

(Bron: Bureau Waardenburg)



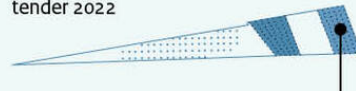
Windenergie op zee

IJmuiden Ver
4.000 MW
tenders
2023 - 2025



⑥

Ten Noorden van de Waddeneilanden
700 MW
tender 2022



Gemini 600 MW

⑤

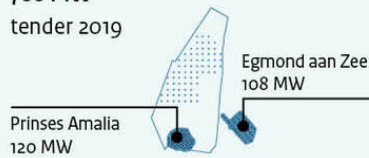


Hollandse Kust (west)
1.400 MW
tenders 2021



④

Hollandse Kust (noord)
700 MW
tender 2019



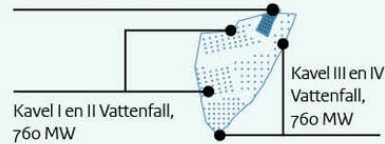
③

Egmond aan Zee
108 MW

Prinses Amalia
120 MW

Hollandse Kust (zuid)

Luchterduinen 129 MW



②

Kavel I en II Vattenfall,
760 MW

Kavel III en IV
Vattenfall,
760 MW

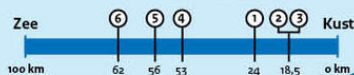
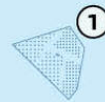
Borssele

Kavel III en
IV Blauwwind
731,5 MW

Kavel V
Two Towers, 19 MW

Kavel I en II Ørsted,
752 MW

①



Legenda

Bestaande windparken: ~1 GW
Toekomstige windparken: ~10 GW



Bijlage I - Bronnen

1. Buurma 1984, Key factors determining bird strike and risks, International Journal of Aviation Safety 2:91-107.
2. ICAO 1989, Manual on the ICAO Bird strike information system (IBIS).
3. Lensink et al. 2003, Het voorkomen van vogels op en rond de luchthaven Schiphol in relatie tot vliegveiligheid in het bijzonder op de Polderbaan, Bureau Waardenburg, rapport 03-054.
4. CVL 2006, Handboek Vogelaanvaringspreventie Nederlandse Luchthavens.
5. Alterra 2009, Uitbreiding vliegverkeer Lelystad Airport en alternatieve locaties in relatie tot natuurontwikkeling in de regio, rapport 1925.
6. MLA 2011, Militaire Luchtvaart MLE-MLH, Militaire Luchthavens.
7. Arcadis 2012, Ruimtelijke maatregelen voor het verminderen van risico's op vogelaanvaringen rond Schiphol, rapport 076828827.
8. Dokter et al. 2013, High altitude bird migration at temperate latitudes: A synoptic perspective on wind assistance, Plos One.
9. Dokter et al. 2013, Bird radar validation in the field by time-referenced line-transect surveys, Plos One 8(9):e74129.
10. NATO 2013, STANAG 3879, Wildlife Strike Prevention.
11. OVV 2013, Runway incursion baan 24, Amsterdam Airport Schiphol, Onderzoeksraad voor Veiligheid, rapport 2010094.
12. Smits en Lensink 2014, MER 2014 Lelystad Airport, Deel 4H: Deelonderzoek Vogels & vliegveiligheid, Bureau Waardenburg rapport 11-178, kamerstuk 31936 nr. 202.
13. CLSK 2014, Behoeftestelling vogelradars
14. Klop en Brenninkmeijer 2014, Monitoring aanvaringssslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014, Eindrapportage vijf jaar monitoring, Altenburg & Wymenga, rapport 1975.
15. Staatsblad 2015 130, Luchthavenbesluit Lelystad.
16. Staatsblad 2015 389, Luchthavenindelingbesluit Schiphol.
17. NRV 2015, Inrichting van het proefjaar ter voorbereiding van de wijziging van de vogelzoning in het Luchthavenindelingbesluit (LIB) Schiphol.
18. Bird strike Management Ltd. 2016, Off-Airfield Bird Hazard Assessment for Rotterdam The Hague Airport.
19. Krijgsveld et al. 2016, Stilstandsvoorziening windturbines Eemshaven, mogelijkheden en consequenties, Bureau Waardenburg, rapport 16-100.
20. Lensink 2016a, Faunabeheerplan Lelystad Airport 2018-2023, Lelystad Airport, Bureau Waardenburg, rapport 16-140.
21. Lensink 2016b, Voorstel monitoring vogels rond Vliegveld Lelystad ten behoeve van de veiligheid van het luchtverkeer en de kwaliteitsbewaking van omliggende natuurgebieden, Bureau Waardenburg, rapport 16-200.
22. NRV 2016, Staatscourant nr. 28410, Convenant reduceren risico vogelaanvaringen Schiphol 2016-2018.
23. Van der Hut et al. 2016, Review van de beoordeling van effecten van de uitbreiding Lelystad Airport op vogels, Altenburg & Wymenga, notitie 2619.
24. Raad van State 2017, Bij besluit van 12 januari 2016 heeft de raad het bestemmingsplan 'Lelystad - Uitbreiding luchthaven' vastgesteld, uitspraak 201600993/1/R6.
25. Rijkswaterstaat 2017, Natura 2000 Beheerplan IJsselmeergebied 2017-2023.
26. Vorderman en Loonen 2017, Advies Fauna-effectrapportage PARK21 van de gemeente Haarlemmermeer, Adviesgroep Vogeltoets, 7 maart 2017.
27. Schiphol Regulations 2017, version 26.
28. Vorderman en Loonen 2017, Advies (v2) vogeltoets Beheertypen open akker rondom Schiphol van de Provincie Noord-Holland, Adviesgroep Vogeltoets, 10 mei 2017.
29. NLR 2018, Integrale veiligheidsanalyse Schiphol, MinlenW, rapport NLR-CR-2017-313, februari 2018.
30. CLSK 2018, CLSK-Instructie Vogelaanvaringspreventie.



31. Van Bommel Faunawerk en CLM Onderzoek en Advies 2018, Faunabeheerplan Flevoland 2019-2023, Provincie Flevoland, rapport 020-18, 1 november 2018.
32. MinlenW 2018, Beantwoording Kamervragen PvdD over berichten in de media die het rapport 'Veiligheid Vliegverkeer Schiphol' van de Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OVV) bevestigen, Kamerstuk Aanhangsel van de Handelingen, nr. 1036, 2 februari 2018.
33. Lensink 2018, Vormt vogeltrek een risico voor het luchtverkeer van en naar Lelystad Airport, Bureau Waardenburg, rapport 18-024.
34. Van Lierop en Heunks 2018, Vliegbewegingen van vogels rond Lelystad Airport in relatie tot vliegveiligheid en Natura 2000, Nulmeting 2017-2018, Bureau Waardenburg, rapportnr. 18-248.
35. MinlenW 2018, Beantwoording Kamervragen PvdD over potentiële gevaren bij de nieuwe vliegroutes Lelystad, Kamerbrief IENW/BSK-2018/43035, 16 maart 2018.
36. Lensink 2018, Vormen vliegbewegingen van lokale vogels en trekkende vogels een risico voor het luchtverkeer van en naar Lelystad Airport?, Bureau Waardenburg, rapport 18-139, Kamerstuk 31936 nr. 462.
37. Brenninkmeijer et al. 2018, Windenergie trekvogels en mitigatie, Altenburg & Wymenga, notitie 2421-18-1.
38. Phillips et al. 2018, Efficacy of avian radar systems for tracking birds on the airfield of a large international airport, USDA (U.S. Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service), Wildlife Society Bulletin 42(3):467-477.
39. Gyimesi et al. 2018, Actualisatie van KEC vogelaanvaring berekeningen volgens Routekaart 2030, Bureau Waardenburg, rapport 18-290.
40. Van Zutphen 2018, Bird control op Schiphol, presentatie NLBSCtee.
41. MinlenW 2019, Beantwoording Kamervragen PvdD over de gevolgen van Lelystad Airport voor vogels, Kamerstuk Aanhangsel van de Handelingen, nr. 2058, 26 maart 2018.
42. Van Gasteren et al. 2019, Aeroecology meets aviation safety: Early warning systems in Europe and the Middle East prevent collisions between birds and aircraft, Ecography.
43. Buurma 2019, Vogelmigratie is meetbaar en voorspelbaar, dus is operationalisering van die kennis in de civiele luchtvaart onontkoombaar, Hoorzitting Vliegveiligheid en vogelaanvaringen 27 maart 2019, position paper.
44. Van Gasteren 2019, Vogelaanvaringspreventie, Hoorzitting Vliegveiligheid en vogelaanvaringen 27 maart 2019, Koninklijke Luchtmacht, position paper.
45. MinlenW 2019, Onderzoeken vogelaanvaringen in het kader van Luchthaven Lelystad, kamerbrief IENW/BSK-2019/89206, Kamerstuk 31936, nr. 632, 27 mei 2019.
46. MinlenW 2019, Beantwoording vragen vaste Kamercommissie voor Infrastructuur en Waterstaat naar aanleiding van het rondetafelgesprek Vliegveiligheid en vogelaanvaringen op 27 maart 2019, Kamerstuk 31 936, nr. 588, 17 april 2019.
47. MinlenW 2019, Beantwoording vragen CU over vliegveiligheid en vogelaanvaringen, Kamerstuk 31936, nr. 2870, 3 juni 2019.
48. MinlenW 2019, Nota van Antwoord, Wijziging Luchthavenbesluit Lelystad.
49. Klimaatakkoord 2019.
50. Leemans en Gyimesi 2019, Monitoring radar performance, data collection and data quality, a guidance document, Bureau Waardenburg rapport 19-0203.
51. Beuker et al. 2019, Validation of a bird radar system, guidance document (offshore windfarms), Bureau Waardenburg, rapport 19-0215.
52. Amsterdam Airport Schiphol 2019, Aerodrome manual, Bedrijfshandboek Deel 1.
53. Van der Veen en Buurma 2019, Kievit wordt Robin en vliegt uit.
54. Bouten et al. 2019, Haalbaarheidsstudie naar een voorspellend vogeltrekmodel en een stilstandsvoorziening om vogelsterkte te beperken in Windpark Eemshaven, Integratierapport, Provincie Groningen.
55. Metz et al. 2019, What is the Potential of a Bird Strike Advisory System?, ATM R&D Seminar 2019.
56. Klop en Brenninkmeijer 2019, Aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven najaar 2018 & voorjaar 2019, Altenburg & Wymenga, rapport 3189.



57. Kranstauber, Bouten et al. 2020, Weather radars describing bird migration across NL, RemoteSensing.
58. Kranstauber, Bouten, Leijnse, Wijers, Verlinden, Shamoun-Baranes, Dokter 2020, High-Resolution Spatial Distribution of Bird Movements Estimated from a Weather Radar Network, Remote Sensing 2020, 12, 635; doi:10.3390/rs12040635.
59. MinlenW-ILT 2020, Staat van Schiphol 2019.
60. Van Bommel Faunawerk 2020, Evaluatie NRV Convenant reduceren risico vogelaanvaringen Schiphol 2016-2018, MinlenW, projectnr. 046-19.
61. Non en Visbeen 2020, Ganzen en vliegveiligheid rondom Schiphol, Jaarlijkse rapportage 2018, Natuurlijke Zaken rapport M-18-50503.
62. MinlenW 2020, Perspectief voor de Luchtvaart, Kamerbrief IENW/BSK-2020/84395, 15 mei 2020.
63. MinlenW 2020, Beantwoording vragen PvdD over een nieuw onderzoek naar de risico's op botsingen met vogels als gevolg van de opening van Lelystad Airport, Kamerbrief IENWBSK-2020/72479, 8 juni 2020.

