



De impact van vogelgriep op de grote stern in Nederland en het handelingsperspectief voor het omgaan met vogelgriep bij wilde vogels

Auteur: Mardik F. Leopold

Wageningen University &
Research rapport C084/23

De impact van vogelgriep op de grote stern in Nederland en het handelingsperspectief voor het omgaan met vogelgriep bij wilde vogels



Mardik F. Leopold

Wageningen Marine Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Duurzame Noordzee' (projectnummer BO-43-116.01-027)

Wageningen Marine Research
Den Helder, December 2023

Wageningen Marine Research rapport C084/23

Keywords: HPAI, H5N1, hoogpathogene vogelgriep, wilde vogels, uitbraak, grote stern.

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
T.a.v.: DG Natuur en Visserij, Cluster Soorten
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

BAS code BO-43-116.01-027

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/643582>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Foto omslag: Susanne Kühn, Wageningen Marine Research

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Drs. ir. M.T. van Manen, directeur
bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V32 (2021)

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Kennisvraag	8
3 Methoden	9
4 Resultaten	10
4.1 De uitbraak in broedseizoen 2022	10
4.2 Het verloop van de uitbraak	12
4.3 Welke vogels binnen de populatie werden getroffen?	14
4.4 Impact van de vogelgriepuitbraak op de populatie en een inschatting van de risico's voor komende jaren	16
4.5 Handelingsperspectief grote stern	18
4.5.1 Vertrekken nog levende vogels door opruimen naar elders?	18
4.5.2 De kans dat opruimers het virus verder verspreiden naar andere gebieden of kolonies	18
4.5.3 Is opruimen zinvol en hoe moet dit worden uitgevoerd?	18
4.5.4 Vogelgriep bij andere soorten koloniebroeders	19
4.5.5 Andere mogelijkheden voor natuurbeheer	20
5 Conclusies en aanbevelingen	23
6 Kwaliteitsborging	25
Literatuur	26
Verantwoording	30

Samenvatting

In het broedseizoen van 2022 werden veel wilde vogels in Noordwest Europa getroffen door een zeer besmettelijke, dodelijke variant van het vogelgriepvirus. In negen van de tien Nederlandse kolonies van de grote stern stierven grote aantallen broedvogels (tientallen procenten van alle aanwezige broedvogels) en vervolgens ook de kuikens. In verschillende kolonies, binnen Nederland en in het buitenland, werd hierop verschillend gereageerd door beheerders en onderzoekers, wat achteraf de mogelijkheid gaf om na te gaan hoe het beste om te gaan is met een dergelijke uitbraak. In dit rapport wordt nagegaan, wat de impact is geweest van deze uitbraak en massasterfte en wat het handelingsperspectief is bij volgende uitbraken. Gebleken is, dat het structureel weghalen van dode vogels (broedvogels en kuikens) bij een besmetting in een kolonie, kan helpen om het sterftepercentage te verkleinen. Geadviseerd wordt daarom, om bij iedere volgende uitbraak, zo snel mogelijk te starten met het weghalen van dode vogels uit getroffen kolonies. De infectiegolf kent een aanloopfase van één tot drie weken, waarin er dagelijks nog weinig slachtoffers vallen in de kolonie. Het is zaak om een uitbraak zo vroeg mogelijk te detecteren en daar dan meteen op in te spelen: dit biedt de beste kans om de infectie nog te beteugelen. Voorwaarde voor een snelle en adequate respons is een goede surveillance en een draaiboek, inclusief materiaal om veilig te kunnen werken, dat vooraf beschikbaar is.

Andere mogelijkheden om infectiegolven te beteugelen lijken vooralsnog beperkt. Het is aan te raden om kolonies, na een infectiegolf als het broedseizoen voorbij is, te ontdoen van achtergebleven karkassen. Dit om een eventuele persistentie van virus in de bodem, of het doorgeven van het virus aan andere vogels die het gebied in de seizoenen na het broedseizoen gebruiken, zo klein mogelijk te maken. Of, en zo ja hoe lang, het virus in (de omgeving van) dode vogels levensvatbaar aanwezig blijft in kolonies grote sterns is nog onbekend. Dit zou moeten worden uitgezocht om te leren of het mogelijk en nuttig zou zijn de bodem na het broedseizoen te ontsmetten.

Er ontstaan wellicht nieuwe mogelijkheden om vogelgriep te bestrijden, door de inzet van vaccins. In Nederland loopt momenteel onderzoek naar de inzet van dergelijke vaccins bij pluimvee: vaccins zijn bekend, zijn veilig en werken goed bij pluimvee onder gecontroleerde omstandigheden. De werkzaamheid van vaccins, toegediend onder veldomstandigheden, wordt momenteel onderzocht.

Populatiemodellen laten zien dat het tientallen jaren kan duren voordat het aantal broedende grote sterns weer terug is op het peil van voor de vogelgriepuitbraak in 2022 als het broedsucces niet structureel verbetert. In 2023 verliep het broeden aanvankelijk succesvol, maar stierven veel kuikens in een laat stadium, rond het uitvliegen, alsnog aan vogelgriep. Hierdoor vlogen er te weinig kuikens uit om de jaarlijkse sterfte op latere leeftijden te kunnen compenseren. Als deze situatie nog een aantal jaren blijft voortduren kan de populatie zich niet herstellen, maar zal in plaats daarvan verder afnemen. Het is dus van groot belang dat veel kuikens uitvliegen en overleven, om later te kunnen terugkeren als broedvogel. Met het beschikbaar komen van een vaccin voor pluimvee, raden wij aan om te onderzoeken of er in 2024 een veldproef gedaan kan worden met grote sterns. Dit kan door het vaccineren van kuikens, tijdens ringacties, als deze kuikens toch in handen zijn van onderzoekers. Bij gebleken gezondheidswinst (betere overleving van gevaccineerde kuikens) kan vervolgens een scenario worden ontwikkeld voor het jaarlijks (zo lang als nodig) vaccineren van een aantal kuikens. Het aantal gevaccineerde kuikens moet groot genoeg zijn om de populatie te kunnen laten herstellen. Op kleinere schaal (in termen van aantallen vogels) kan ook worden nagedacht over het vaccineren van andere soorten wilde vogels, met name van schaarse, soorten roofvogels met gebleken gevoeligheid voor vogelgriep, zoals slechtvalk en zeearend.

1 Inleiding

Vogelgriep circuleert al heel lang onder wilde vogels, die het reservoir vormen voor de betrokken virusstammen. Door een lange co-evolutie van gastheren (wilde vogels) en virus, is er een co-existentie ontstaan, waarbij de virusstammen meestal laagpathogeen zijn (weinig ziek makend, in de regel niet dodelijk voor de gastheer). Zo kan het virus voortbestaan zonder dat het zijn gastheren doodt.

Na een introductie in een boerderij met gehouden vogels in Zuid-China in 1996, muteerde een vogelgriepvirus echter tot een hoogpathogene variant (Sims *et al.* 2005), bekend geworden onder de naam A/Goose/Guangdong/1/96 (Gs/Gd)-like H5N1 HPAI virus. Het gemuteerde virus kwam van deze gehouden vogels terug naar buiten, infecteerde wilde vogels en ging met de vogeltrek de wereld over (Kilpatrick *et al.* 2006; Verhagen *et al.* 2015a). In de volgende decennia muteerde het virus voortdurend en infecteerde het een lange reeks van wilde vogelsoorten, die op hun beurt weer over bijna de hele wereld gehouden vogels besmetten (Verhagen *et al.* 2021; Xie *et al.* 2023), met uitzondering, tot nu toe, van Australië en het vasteland van Antarctica (https://wildlifehealthaustralia.com.au/Portals/0/ResourceCentre/FactSheets/Avian/Avian_Influenza_in_Wild_Birds_in_Australia.pdf, respectievelijk <https://www.penguinmap.com/mapppd/>; beide websites geraadpleegd op 24-11-2023). Hoogpathogene (HP) varianten van het vogelgriep of aviaire influenza (AI) virus (HPAI) werden zo in de loop van enkele tientallen jaren een steeds grotere economische schadepost voor houders van (voornamelijk) kippen, eenden, ganzen en kalkoenen. Sommige varianten bleken ook voor mensen gevaarlijk: besmettelijk, ziekmakend en dodelijk (Zhu *et al.* 2022), waarmee het ook een humane gezondheidskwestie is geworden. Besmettingen bleven echter merendeels beperkt tot landen in het verre oosten (WHO 2023). Virussen kunnen echter ook recombineren: binnen het lichaam van hun gastheer genetisch materiaal uitwisselen met een ander virus (Xie *et al.* 2023). Dit is meermalen gebeurd tussen hoog- en laagpathogene vogelgriepvirussen, waardoor steeds nieuwe, en soms nieuwe hoogpathogene varianten konden ontstaan. Een mogelijk scenario is echter ook dat er een recombinant ontstaat van een hoogpathogeen vogelgriepvirus met een (nauw verwant) menselijk griepvirus. In theorie kan dit een nieuw virus opleveren dat voor mensen zo infectieus is als het huidige vogelgriepvirus is voor vogels (of een mensengriepvirus voor mensen), terwijl het de pathogeniciteit bezit van het huidige HPAI, maar dan voor mensen. In potentie is dit een pandemisch scenario.

Om de hierboven genoemde redenen is het belangrijk om de huidige haarden van HPAI zo veel mogelijk in te dammen, niet alleen bij gehouden vogels, maar ook bij wilde vogels die een steeds verder uitdijend reservoir vormen. Steeds meer soorten wilde vogels raken besmet, in steeds meer landen en steeds meer habitats. Zo stak het virus in 2022 de Atlantische Oceaan over van Europa naar Noord-Amerika (Caliendo *et al.* 2022a) en wist zich vervolgens razendsnel verder te verspreiden naar Zuid-Amerika (Gamarra-Toledo *et al.* 2023a,b) Het verplaatste zich ook langs de Oost-Atlantische kustlijn, van Europa naar West Afrika (Lo *et al.* 2022). De economische schade, vooral door ruimingen van pluimvee om verdere verspreiding van de ziekte zo veel mogelijk te voorkomen, loopt inmiddels wereldwijd in de honderden miljoenen euro's. Alleen al in Nederland werden de kosten voor bestrijding van vogelgriep op pluimveebedrijven geschat op €60 miljoen voor de periode 2020 tot en met oktober 2022 (www.rekenkamer.nl/actueel/lopend-onderzoek/preventie-en-bestrijding-vogelgriep). Dergelijke bedragen worden niet besteed aan de bestrijding van het virus in wilde vogels, al lopen de kosten met name voor particuliere organisaties, voor het ruimen en ophalen van dode en zieke vogels die vermoedelijk slachtoffer zijn van vogelgriep, inmiddels ook op. Overdracht van het virus van wilde naar gehouden vogels blijft echter voorkomen, zolang er veel virus persisteert onder wilde vogels. Vooral in waterrijke gebieden, waar pluimvee boerderijen en wilde watervogels dicht bij elkaar in grote dichtheden voorkomen, is het risico op overdracht naar pluimvee groot (Gonzales *et al.* 2022). Naast vogels worden bovendien ook steeds vaker zoogdieren, met name carnivoren besmet (Gamarra-Toledo *et al.* 2023a; Vreman *et al.* 2023), ook in Nederland. Veelal betreft dit zoogdieren die eten van kadavers.

Vóór 2022 was de situatie, dat het hoogpathogene vogelgriepvirus in sommige jaren in West Europa arriveerde in de herfst, met de aankomst van trekvogels uit Oost-Europa. Onder de wilde vogels trof het virus toen vooral watervogels, zoals eenden, ganzen en meeuwen. Vervolgens werden roofvogels, (grote) meeuwen en kraaien, die vogels als hun prooi hebben of als aas eten, ziek en stierven. Het virus bleef grotendeels circuleren binnen deze groep van soorten en verdween in het voorjaar weer, samen met de trekvogels die terug vlogen naar hun broedgebieden in Oost Europa en West Azië. Wellicht met uitzondering van enkele soorten roofvogels die relatief schaars zijn in West Europa, zoals bijvoorbeeld de slechtvalk, leverde de soms massale sterfte onder wilde vogels niet veel problemen op, op populatieniveau. De getroffen watervogels hebben over het algemeen een hoog voortplantingspotentieel en kunnen geleden verliezen snel weer aanvullen (Slaterus *et al.* 2022). Wel vonden er vanuit hun populaties steeds weer besmettingen plaats naar de gehouden vogels, met steeds meer economische schade tot gevolg.

Nederland werd in 2014 geconfronteerd met HPAI-H5N8 in enkele wilde vogels (smienten), maar het virus verdween voor zover bekend na de winter weer uit ons land (Verhagen *et al.* 2015b). Na een paar jaren met betrekkelijke rust onder de wilde vogels volgde er een grote uitbraak van HPAI (opnieuw H5N8) in 2016/17. Meerdere soorten watervogels, zoals kuifeenden, smienten en futen werden massaal ziek en stierven (Kleyheeg *et al.* 2017; Poen *et al.* 2018). Opnieuw volgden een paar jaren met weinig besmettingen onder wilde vogels, maar in de winter 2020/21 was er weer een grote uitbraak, nu vooral onder ganzen (brand ganzen, grauwe ganzen) aan de kust (Montizaan *et al.* 2022). Ook werd duidelijk dat het virus en/of sommige vogels zich op meerdere fronten aanpasten. Na de uitbraak van 2016/17 werd het HPAI virus ook gevonden in eenden die klinisch gezond leken (van den Brand *et al.* 2018). In de winter was H5N8 nog steeds de dominante vorm van het virus, maar er werden nu veel meer stammen gevonden, waaronder H5N1 (Caliendo *et al.* 2022b; Xie *et al.* 2023). Rond 2021 trof HPAI-H5N1 in het broedseizoen kolonies van zee- en kustvogels rond de Noordzee en Oostzee en aan beide zijden van de Atlantische Oceaan. Zo werd in januari 2021 massale sterfte gemeld onder witte pelikanen in natuurreservaat de Djoudj, aan de Atlantische kust van Senegal. Deze pelikanen zijn vooral zoetwatervogels, maar komen ook op zee (Tulp & Leopold 2004; Camphuysen 2022). Vergelijkbaar hiermee was een massale uitbraak onder reuzensterms in een van de Grote Meren in Canada (Stokstad 2022) en massale uitbraken in Europa in een groot aantal kolonies van zeevogels: waarbij grote jagers en jan-van-genten in (ondermeer) Schotland (Camphuysen *et al.* 2022; Lane *et al.* 2023), grote sterms en visdieven rond de Noordzee en Oostzee (Rijks *et al.* 2022; Knief *et al.* 2023; Pohlmann *et al.* 2023) het zwaarst werden getroffen. Broedvogels in verschillende kolonies raakten besmet via andere vogels ter plaatse, of via soortgenoten die het virus van elders meenamen naar de kolonie. Er waren in 2022 meerdere "clusters" van het HPAI virus in het spel, meestal van het type H5N1. Zelfs binnen één kolonie doken soms meerdere types van het virus op en waren er dus meerdere bronnen van initiële besmettingen. Hoe groter de kolonie en hoe dichter deze is gelegen bij het 'epicentrum' van de besmettingsgolf, hoe groter de kans dat de kolonie besmet raakt. Dit betekent ook, dat sommige kolonies gevrijwaard bleven van besmettingen: meest betrof dit kolonies aan de rand van het verspreidingsgebied of kleinere kolonies, of kolonies waarin de vogels relatief verspreid broeden (Rijks *et al.* 2022; Knief *et al.* 2023; Pohlmann *et al.* 2023).

Zowel de omvang van de sterfte door vogelgriep, als het seizoen (zomer), als het type getroffen vogels (zeevogels) in 2022 was zonder precedent. Zeevogels zijn over het algemeen lang levend en planten zich slechts langzaam voort. Dit, in combinatie met sterftepercentages van soms tientallen procenten van de populatie broedvogels, maakt dat herstel tientallen jaren kan gaan duren (Slaterus *et al.* 2022). Alle getroffen zeevogels zijn wettelijk beschermd, op nationaal en internationaal (EU Vogelrichtlijn) niveau. Voor een aantal soorten gelden instandhoudingsdoelstellingen, die bij een sterk gekrompen populatie mogelijk tientallen jaren niet meer gehaald kunnen worden. Mochten er in komende jaren opnieuw grote uitbraken komen onder de zeevogels die in 2022 zwaar werden getroffen door HPAI, dan kan herstel mogelijk tot 50 jaar vergen (Slaterus *et al.* 2022).

In deze bijdrage wordt nader onderzocht welk handelingsperspectief er is, ten aanzien van een van de soorten die in Nederland in 2022 het zwaarst werd getroffen door de vogelgriep, de grote stern. Verschillende studies suggereren dat het verwijderen van dode vogels uit getroffen kolonies kan helpen om de besmettingsgolf in te dammen op die manier de nog niet besmette vogels in de kolonie

te sparen (Rijks *et al.* 2022; Knief *et al.* 2023). Hoe dit dient te gebeuren en of er nog andere opties tot bescherming zijn, wordt in dit rapport nagegaan.

2 Kennisvraag

Gevraagd wordt om een analyse van de impact van de vogelgriepuitbraak bij zeevogels en een inschatting van de risico's voor komende jaren, om een handreiking op te stellen voor het omgaan met vogelgriep bij wilde (zee)vogels en om een bijdrage te leveren aan adviezen m.b.t. mogelijke maatregelen om herhaling te voorkomen en eventuele herstelmaatregelen te kunnen nemen.

3 Methoden

Dit rapport is geschreven op basis van veld- en laboratoriumonderzoek, literatuurstudie, gesprekken met collega onderzoekers met kennis van vogelgriep onder zeevogels en terreinbeheerders van gebieden met getroffen kolonies en op basis van eigen onderzoek.

Op Texel zijn twee van de drie bestaande kolonies in 2022 intensief gevolgd en de derde kolonie is, nadat de laatste nog levende vogels waren vertrokken, éénmalig bezocht. In alle drie deze kolonies (De Petten, Wagejot en Steenplaat) zijn dode vogels zo veel mogelijk verzameld. In eerste instantie werden vogels verzameld voor nader onderzoek. Relatief veel grote sterns zijn geringd, en alle gevonden vogels met een ring zijn bewaard, afgezien van een relatief gering aantal exemplaren dat werd gevonden in verregaande staat van ontbinding. Van deze laatste groep zijn wel alle ringen verzameld. Alle ringen zijn gemeld aan het Vogeltrekstation. Hiermee kwam de informatie over herkomst (ringplaats, veelal de geboorteplaats) en leeftijd (indien de vogel als kuiken was geringd) direct beschikbaar voor de in Nederland geringde vogels. Informatie over buitenlandse ringen komt echter met soms grote (>1 jaar) vertraging beschikbaar en kon nog niet worden verwerkt in dit rapport. Op basis van de gevonden ringen is onderzocht wat de leeftijdsverdeling was van de dood gevonden vogels en uit welk gebied, vogels die op Texel stierven, afkomstig waren.

Twintig van deze geringde vogels, verdeeld over de kolonies De Petten en Wagejot, en verdeeld over de tijd die de uitbraak in beslag nam, zijn nader onderzocht op biologische, pathologische en virologische parameters in het veilige virologielab van ErasmusMC, in Rotterdam. Hierbij is gekeken naar de lichamelijke conditie van de vogels, hun maaginhoud, en in hoeverre en in welke mate het virus aanwezig was in verschillende organen: keel en cloaca, longen, bloed, hart, lever, nieren, milt, colon en hersenen.

Uit dit onderzoek bleek, dat het virus in alle onderzochte organen aanwezig was, ook al waren de onderzochte vogels ruim een half jaar bewaard bij -20°C. Deze bevinding maakte, dat de overige (honderden) verzamelde vogels nog niet veilig nader onderzocht konden worden op biologische kenmerken. Hiervoor moet eerst, met zekerheid, alle virus op en in de vogels worden gedood. Een procedure hiervoor loopt, maar dit onderzoek zal helaas niet meer kunnen plaatsvinden voor eind 2023.

Om de opgedane kennis uit te wisselen met collega's van binnen en buiten Nederland, en om de advisering aan de Nederlandse overheid goed vorm te kunnen geven werd regelmatig overlegd met collega's in Zeeland/België en werd deelgenomen aan de 'Seabird Group Conference' in 2022 in Cork (Ierland, 22-25 augustus 2022) en aan de 'Bird flu Workshop', 18-19 oktober 2022 (digitaal), georganiseerd door het 'Common Wadden Sea Secretariat'.

4 Resultaten

4.1 De uitbraak in broedseizoen 2022

In 2022 waren er in Nederland en België elf kolonies met grote sterns, verdeeld over de Waddenzee (en Noord-Holland) en de Delta (inclusief België).

Tabel 1. Overzicht van de kolonies die in 2022 door grote sterns bezet werden in Nederland en België. Informatie: Leopold 2022; Natuurpunt 2022; Rijks *et al.* 2022; Veen 2022; Ballmann & Lilipaly 2023

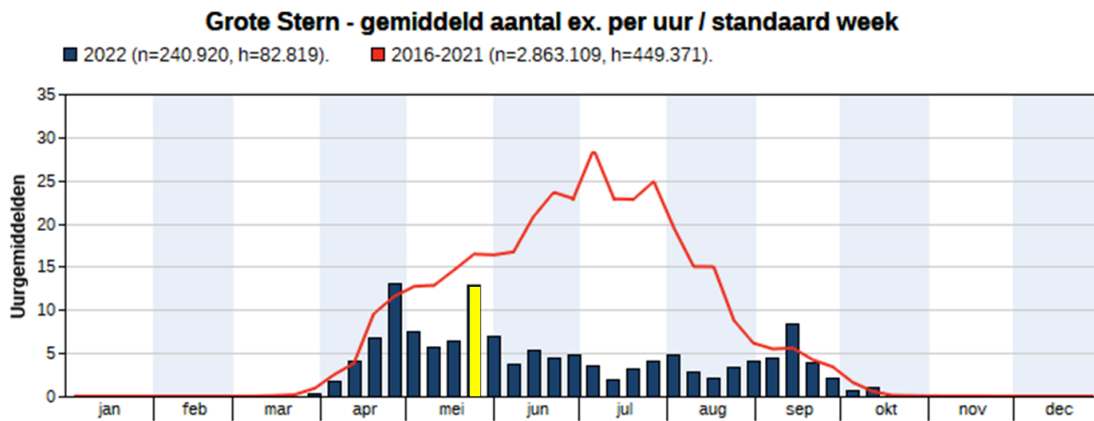
Regio	Kolonie	broedparen	jongen	acties
Waddenzee	Griend (Waddenzee)	2800	20	Marginaal geraapt
Waddenzee	Steenplaat (Waddenzee)	150	0	Achteraf geraapt
Waddenzee	Wagejot (Texel)	1176	0	Om de dag geraapt
Waddenzee	Prins Hendrikzanddijk (TX)	600	300	Geen
Waddenzee	De Petten (Texel)	3316	5	Marginaal geraapt
Noordzee (NH)	De Putten (Camperduin)	400	0	Achteraf geraapt
Delta	Slijkplaat (Haringvliet)	3016	5	Volwassen vogels geraapt
Delta	Bliek (Haringvliet)	404	45	Volwassen vogels geraapt
Delta	Koude & Kaarspolder (YE)	95	48	Geen
Delta	Waterdunen (W-Schelde)	6974	665	Alle dode vogels geraapt
Delta	Hooge Platen (W-Schelde)	420	0	Volwassen vogels geraapt
Noordzee (België)	Zeebrugge (Noordzeekust)	818	>500	Alle dode vogels geraapt

Met een totaal van 20.169 broedparen was 2022 een "goed" jaar. De afgelopen twee decennia schommelde het aantal broedparen in Nederland/België tussen circa 15.000 en 20.000 paar. Dit aantal is opvallend lager dan bijvoorbeeld in de jaren 30 en 40 van de vorige eeuw, toen de populatie schommelde tussen circa 20.000 en 45.000 paren. De populatie stortte in aan het begin van de jaren 60, naar slechts 875 paren in 1965, door vergiftiging met persistente herbiciden (Brenninkmeijer & Stienen 1992; Buijsman 2017). Vervolgens vond een langzaam herstel plaats, dat echter bleef steken op de huidige 15-20.000 paren. Het groeipotentieel van de soort lijkt beperkt, ondanks forse recente investeringen in nieuw broedhabitat. Er is wellicht ruimte genoeg, maar onvoldoende beschikbaar voedsel voor een hoge reproductie. Dit is zorgelijk, omdat, indien het voortplantingssucces van de overgebleven vogels niet verbetert ten opzichte van de situatie van voor de virusuitbraak, dit zou kunnen betekenen dat herstel na de crash in 2022 lang zou kunnen gaan duren (Slaterus *et al.* 2022).

Het broedseizoen 2022 was, nog afgezien van de vogelgriep, ook in een ander opzicht abnormaal. De vestiging van de grote sterns in het vroege voorjaar kwam, vooral in de Waddenzeekolonies, erg langzaam op gang. De grote sterns arriveerden hier in 2022 opvallend laat, in relatief kleine aantallen en vertoonden weinig binding met de kolonies. De kolonie in Wagejot op Texel, in 2021 nog de grootste van Nederland, werd eind april zelfs helemaal verlaten en de vogels bleven 10 dagen weg. Een dergelijke "pre-laying exodus" kennen we niet van grote sterns. Uiteindelijk gingen ruim 1100 paren hier broeden, ruim een week later en met veel minder vogels dan in eerdere jaren. Op de zuidpunt van Texel ontstond een tweede, grotere kolonie (ruim 3300 paar) en er ontstond ook nog een kleine kolonie op de Steenplaat, in de Waddenzee tussen Texel en Vlieland. Samen hadden deze drie kolonies echter minder paren dan het aantal in eerdere jaren op Texel. In de kolonie op Griend arriveerden de vogels ook laat en hun aantal bleef steken op het lage niveau dat hier gebruikelijk is sinds 2013, zo'n 8000 paren minder dan tijdens de piek rond het jaar 2004 (Brenninkmeijer 2022; Veen 2022). In De Putten bij Camperduin, NH, bleven de aantallen met 400 broedparen ver achter bij die van eerdere jaren (circa 2000 paren). In de Delta was het verloop van de vestiging, aanvang van broeden en uitkomen van eieren echter goed, en groeiden de kuikens voorspoedig op, totdat de

vogelgriep toesloeg. Veel vogels die in eerdere jaren hadden gebroed in de Waddenzee, verkozen nu de Delta, waar de aantallen broedvogels opliepen tot recordhoogte (ruim 11.000 paren; Ballmann & Lilipaly 2023).

Voor de Nederlandse kust waren de aantallen binnenvliegende grote sterns in het vroege voorjaar (april) aanvankelijk normaal, maar in mei bleven de aantallen achter bij die van vorige jaren, met uitzondering van de laatste week van mei (Figuur 1). Meteen na die golf binnenkomende grote sterns brak de vogelgriep uit bij deze soort. Op Texel werd de eerste dode vogel gevonden op 25 mei (Leopold 2022), in de Delta vijf dagen later (Ballmann & Lilipaly 2023). Dit suggereert dat de sterns het virus zelf binnen brachten, bijvoorbeeld via een tussenstop in Frankrijk, waar ook vogelgriep uitbrak. Aan de andere kant werden de varianten van HPAI-H5N1 waar de grote sterns in Nederland mee kampten, ook aangetroffen bij bijvoorbeeld meeuwen en ganzen in Nederland (Rijks *et al.* 2022, Knief *et al.* 2023) wat suggereert dat de sterns het in of vlak bij hun kolonies oppikten van soorten die hier ook voorkomen. In beide scenario's gaat het om virusvarianten die lokaal of regionaal rond gaan en die blijkbaar makkelijk over flinke afstanden vogels in een volgende kolonie kunnen besmetten (Pohlmann *et al.* 2023).



Figuur 1. Het verloop van de aankomst en vestiging van grote sterns in Nederland in 2022 (staven) in vergelijking met het gemiddelde verloop in de zes jaren ervoor (rode lijn). Zowel de staven als de lijn geven de aantallen vogels per waarnemingsuur weer, waargenomen door zeetrekters langs de Nederlandse kust, gesommeerd per week. Data: www.trektellen.nl. De gele staaf laat een korte opleving van de aantallen vogels zien, in de laatste week van mei. Aan het einde van deze week werden de eerste vogelgriepslachtoffers onder de grote sterns in Nederland gevonden.

De moeizame start van het broedseizoen en de lagere aantallen in vergelijking met de jaren ervoor in de Waddenzee wijst op moeilijke omstandigheden, wellicht een slechte voedselsituatie ter plaatse. Veel broedvogels weken uit naar de Delta, of zelfs naar NW Frankrijk, waar de aantallen broedvogels hoger waren dan in eerdere jaren, zo bleek ook uit afgelezen kleurringen in de kolonies daar. Indien een slechte voedselsituatie de achterliggende oorzaak was voor het moeizaam op gang komen van het broedseizoen in NW Nederland, dan moet dit een lokaal, tijdelijk, noordelijk fenomeen zijn geweest (spelend minimaal van Griend tot bij De Putten, bij Camperduin, NH). Voor de Zeeuwse kust waren de omstandigheden blijkbaar beter, want in de Delta verliep het broeden aanvankelijk voorspoedig. Dit maakte echter niet dat de sterns daar in zoveel betere conditie waren dat de vogelgriep hen niet kon raken.

4.2 Het verloop van de uitbraak

Zowel in de Waddenzee als in de Delta begon de uitbraak met een enkele dood gevonden vogel, die in de dagen na de eerste opgemerkte gevallen, gevolgd werd door snel stijgende aantallen dode vogels. Vogels werden zowel binnen als buiten de kolonies dood en stervend aangetroffen. Veel vogels zijn vermoedelijk ook op zee, op hun laatste foerageertocht, gestorven. In alle kolonies waar dode vogels stelselmatig zijn verwijderd, was het totaal aan dode vogels aanzienlijk lager dan het aantal verdwenen vogels (Rijks *et al.* 2022). In verschillende kolonies, waar geen enkele vogel overbleef, werd slechts een klein deel van de broedvogels dood gevonden. "Verdwenen" vogels kunnen ofwel zijn weggetrokken, omdat ze ziekte en dood om zich heen waar konden nemen of omdat hun partner stierf of verdween, of ze zijn buiten de kolonie dood gegaan en niet meer terug gevonden. Rijks *et al.* (2022) maken aannemelijk dat de kans dat vogels, in een kolonie die zwaar getroffen wordt door HPAI, onbesmet blijven, uitermate klein is. De vogels broeden dicht opeen, roepen voortdurend naar elkaar en lopen hele afstanden door de kolonie, vlak langs hun soortgenoten. Het virus is bovendien dermate dodelijk, dat de kans klein is dat een besmette vogel overleeft. Toch hebben we wel enkele gevallen kunnen documenteren van herkenbare individuen (vogels met een kleurring) die langdurig in de kolonie verbleven terwijl veel vogels om hen heen ziek werden en stierven, en die veel later, elders levend werden terug gezien (zie kader).

Geel-TLL en Wit-H2P: twee overlevers van HPAI.

Een grote stern met kleurring Geel-TLL broedde in 2022 in de kolonie Wagejot op Texel. Hij (of zij) werd in 2022 voor het eerst weer in Nederland gezien op 21 april, in De Putten bij Camperduin. Deze vogel was geboren in 2017 en was in 2022 dus in zijn zesde kalenderjaar. Vermoedelijk was dit de eerste keer dat de vogel succesvol broedde, dat wil zeggen, een kuiken kreeg. "Hij" bleef niet in De Putten, maar vloog door naar Texel waar hij tussen 4 mei en 14 juni 19 keer werd afgelezen. Op 5 juni loste hij zijn partner af op het nest, met eieren, maar twee dagen later stonden beide partners samen naast het nest met daarin een dood kuiken. Op 9 juni stond Geel-TLL daar nog steeds, bij het dode kuiken, maar was de partner verdwenen. Na 9 juni werd Geel-TLL niet meer gezien en we namen aan dat zowel hij als zijn ongeringde partner waren overleden. Echter, op 12 en op 14 april 2023 werd Geel-TLL teruggezien in Wagejot. In deze kolonie kwamen in 2023 geen grote sterns tot broeden, wellicht is de vogel neergestreken op de Prins Hendrikzanddijk, waar circa 4200 paren gingen broeden in 2023, maar tussen al die vogels is hij niet terug gezien.

Wit H2P is een tweede voorbeeld van een grote stern die (waarschijnlijk – want niet getest) een HPAI besmetting heeft overleefd. Op 17 juni bevond deze vogel zich op het Verklikkerstrand bij Renesse en vertoonde duidelijke kenmerken van vogelgriep (met de kop schudden, niet alert, niet opvliegend bij verstoring). Op 5 november 2022 werd dezelfde vogel gefotografeerd bij Kaapstad, Zuid-Afrika: foto links Mónica Ballmann 17 juni, foto rechts Theuns Kruger 5 november.

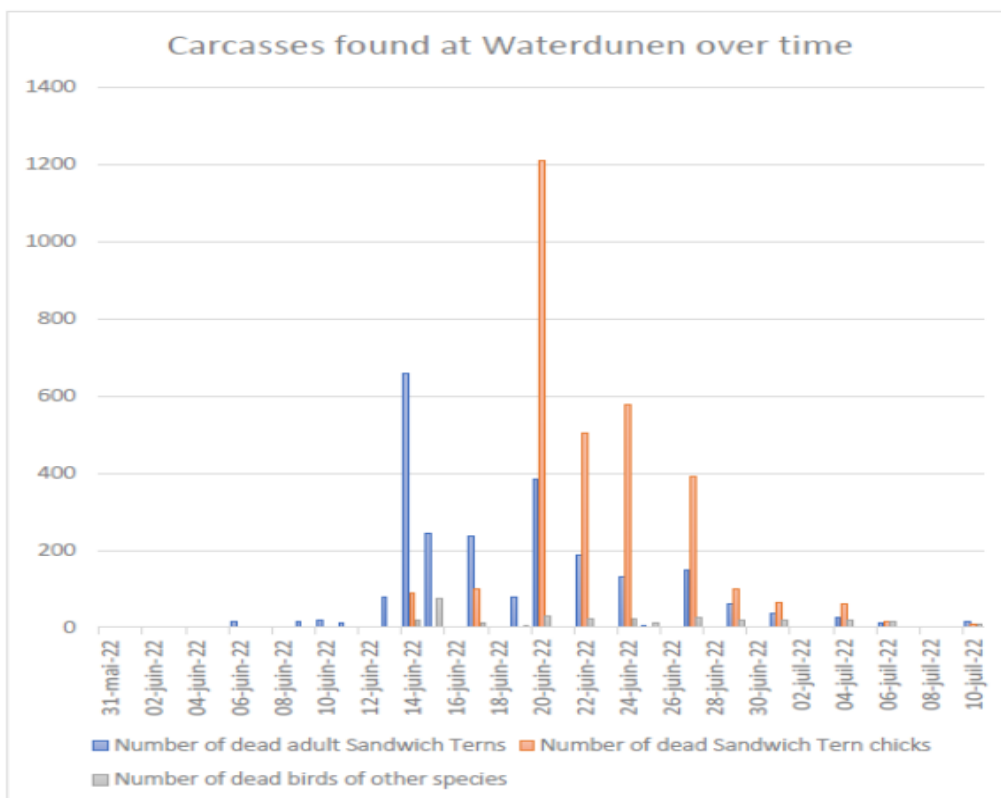


(Tekst en foto's Wit-H2P overgenomen uit Ballmann & Lilipaly 2023)

Geel-TLL en Wit-H2P zijn echter zeldzame uitzonderingen. Aflezingen van kleurringen in Afrika, na het broedseizoen van 2022, betreffen vrijwel allemaal van vogels die tijdens de uitbraak van HPAI in

Nederland niet in een van de getroffen kolonies zijn afgelezen. Voor vogels met een kleurring, die in 2023 levend zijn terug gezien in Nederland, geldt datzelfde. Opvallend veel van de vogels die in april, mei en juni 2023 in Nederlandse kolonies zijn afgelezen waren vogels in hun vierde kalenderjaar, die tijdens de uitbraak in 2023 niet in Nederland zijn gezien. Jonge vogels ("pubers") blijven tijdens hun eerste levensjaren vaak hangen in de overwinteringsgebieden, of komen hooguit tegen het einde van het broedseizoen even Nederland bezoeken, vermoedelijk om de situatie te verkennen. Hierdoor ontlieden veel van deze jonge vogels een besmetting en kregen ze nu de kans om al in hun vierde kalenderjaar te gaan broeden, terwijl er veel minder concurrentie in de kolonies was van oudere soortgenoten. Deze jonge vogels vormen een belangrijk kapitaal om de populatie weer op te bouwen, maar als ze inderdaad niet eerder met HPAI in aanraking kwamen, hebben ze ook geen weerstand tegen het virus kunnen opbouwen en zijn ze dus kwetsbaar voor besmetting.

De uitbraak in 2022 duurde in de verschillende kolonies enkele weken tot twee maanden. In twee kolonies zijn de dode vogels vanaf het begin van de uitbraak (vrijwel) dagelijks verwijderd. In kolonie Waterdunen (Delta, Nederland) was er een aanloopfase van 7-10 dagen met slechts enkele dode vogels per dag, gevolgd door een snel accelererende fase met oplopende aantallen dode vogels tot honderden per dag (Figuur 2). In kolonie Minsener Oog (Duitse Waddenzee) was er een vergelijkbaar verloop met een iets langere aanloopfase, van circa twee weken (Florian Packmor, Bird flu Workshop', 18-19 Oktober 2022; Engel *et al.* 2022).



Figuur 2. Verloop van doodvondsten bij grote sterns in kolonie Waterdunen, broedseizoen 2022. Hier werden gedurende de uitbraak de dode vogels om de twee dagen verwijderd. Oude vogels stierven eerder dan de kuikens; beide leeftijdscategorieën kenden een aanloopfase van (minder dan) een week. Figuur overgenomen uit Rijks *et al.* (2022)

Grote sterns bezoeken in het broedseizoen regelmatig andere kolonies. Uitwisseling tussen kolonies vindt plaats binnen een groot gebied, dat zich uitstrekt van NW Frankrijk tot Engeland en Schotland en tot de westelijke Oostzee (Spaans *et al.* 2021). Gedurende de uitbraak ging deze uitwisseling door, zo lieten aflezingen van kleurringen zien, al was het aantal bezoeken aan andere kolonies in 2022 relatief laag ten opzichte van eerdere jaren, doordat veel vogels uitvielen door ziekte of sterfte. Doordat alle kolonies in een groot gebied door deze bezoeken onderling verbonden zijn, kan het virus zich makkelijk over grote afstanden verplaatsen en steeds nieuwe kolonies besmetten. Dit is een

kansenspel, waarbij grote kolonies dicht bij de kern van de besmettingsgolf de grootste kans lopen op besmetting (Knief *et al.* 2023).

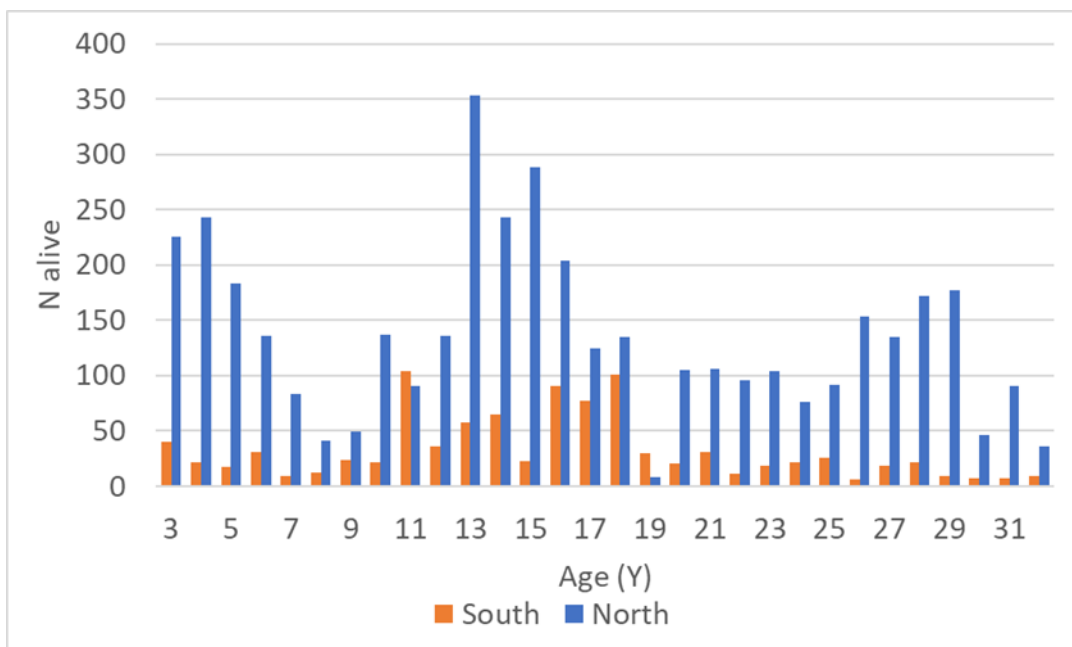
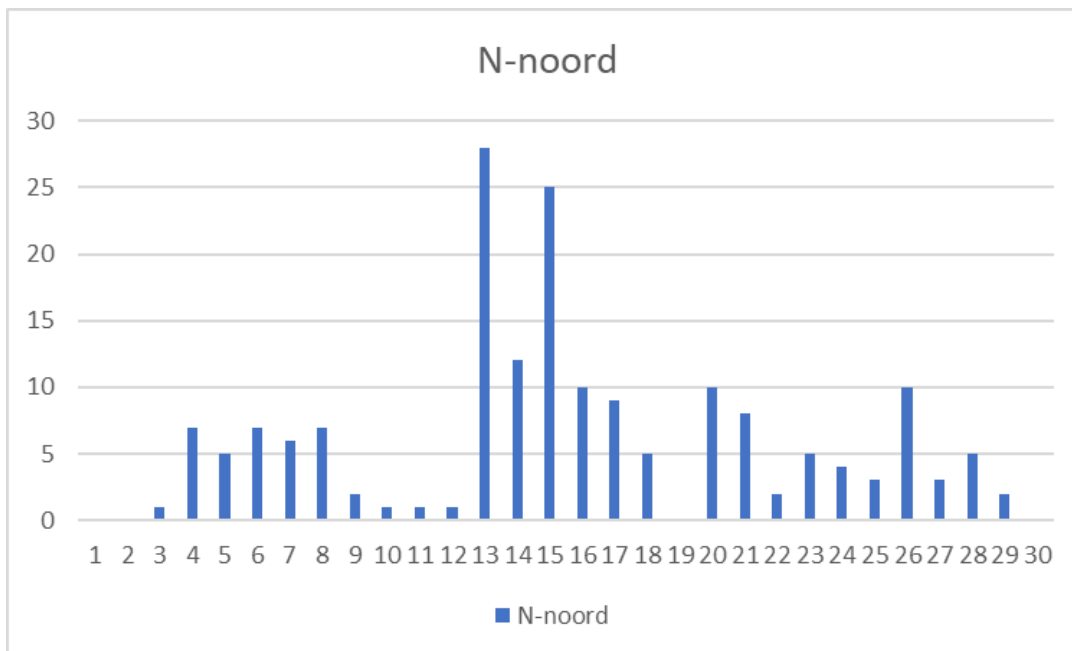
4.3 Welke vogels binnen de populatie werden getroffen?

Om na te gaan welke vogels binnen de populatie stierven is informatie verzameld over de dood gevonden vogels die een ring droegen. Veel van de geringde vogels die dood werden gevonden zijn ook verzameld, zodat nog onderzoek gedaan kan worden naar de geslachtsverhouding. Echter, vanwege de bevinding dat het virus aanwezig is in alle onderzochte organen van deze vogels, was het nog niet veilig om deze vogels veilig inwendig te onderzoeken, wat nodig is voor de bepaling van het geslacht.

In Noord-Nederland zijn tijdens de uitbraak van 2022 in totaal 272 geringde grote sterns dood gevonden, waarvan de ringen ook zijn afgelezen. Daar zitten ringen tussen uit diverse landen buiten Nederland (België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Portugal, Spanje en Zuid-Afrika), waarvan de ringdata nog niet allemaal binnen zijn. De meeste vogels waren in Noord-Nederland geringd (196), een kleiner aantal in Zuid-Nederland/België (42). Van de vogels die in Noord-Nederland zijn geringd, is de meerderheid geringd als kuiken (179), dus van die vogels kennen we de leeftijd: deze waren tussen 3 en 29 jaar oud (Figuur 3A). De leeftjidsverdeling van deze dood gevonden vogels komt goed overeen met de verdeling in de populatie, voor de uitbraak. Deze is gereconstrueerd door Wouter Courtens, (Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek in België), op basis van de aantallen uitgegeven ringen per jaar (aan kuikens), gecorrigeerd voor de veronderstelde, leeftijdsafhankelijke sterfte per jaar (Figuur 3B). Tussen leeftijden van 13 en 29 jaar volgt het patroon voor de dood gevonden vogels dat van de populatie, onder de 13 jaar zijn er relatief weinig dood gevonden. Naar deze mismatch wordt nog nader onderzoek gedaan. Mogelijk onderschatten we de jeugdsterfte, doordat relatief veel kuikens die op zeer jonge leeftijd al worden geringd, nooit uitvliegen. Vogels van 1 en 2 jaar oud blijven in de meeste gevallen nog in de winterkwartieren in Afrika of Zuid-Europa, dus die konden hier niet dood gevonden worden; vogels van 3-5 jaar oud komen ook nog niet allemaal terug naar Europa om te broeden, of arriveren hier pas laat in het broedseizoen en komen normaal gesproken nog alleen maar verkennen. Deze vogels, die laat aankomen en kort in Europa verblijven, hebben een kleinere kans om besmet te raken in de kolonies, dus een deel van de mismatch tussen de doodvondsten en de geschatte leeftjidsverdeling van geringde vogels in de populatie, lijkt wel reëel.

De conclusie van deze eerste analyse moet zijn, dat het virus niet op leeftijd leek te selecteren en dat alle vogels, die ten tijde van de uitbraak in of rond de kolonies aanwezig waren, een gereede kans liepen om besmet te raken (wellicht gerelateerd aan de tijd doorgebracht in de kolonie) en te sterven aan vogelgriep. Uit aflezingen van kleurringen weten we, dat grote sterns, nadat ze voor het eerst weer in Nederland terug komen na het uitvliegen, gemiddeld ieder jaar iets eerder terug komen. Hoe ouder het individu, hoe meer kans dus om hier een virusbesmetting op te lopen, maar boven de 13 jaar zien we geen verschillen meer tussen opeenvolgende leeftijden in dit opzicht.

In de zwaar getroffen kolonies stierven ook vrijwel alle kuikens. Deel kan dit veroorzaakt zijn doordat hun ouders waren gestorven waardoor ze geen voedsel meer aangevoerd kregen. Veel kuikens zullen ook zijn bezweken aan een besmetting met het vogelgriepvirus. Drie dode kuikens die tegen het eind van de uitbraak in de kolonie Wagejot voor onderzoek zijn verzameld, testten positief op HPAI-H5 (alle keel- en cloaca swabs en monsters van lever en hersenen, data Erasmus MC).



Figuur 3A (boven). Leeftijdsverdeling van dood gevonden grote sterns tijdens de vogelgriep uitbraak in 2022 in Noord-Nederland, die als kuiken zijn geringd in Noord-Nederland. Uitgezet is het aantal gevonden vogels (Y-as) per leeftijd (jaar; X-as).

Figuur 3B (onder). Leeftijdsverdeling van geringde vogels in de populatie in 2022 voordat de vogelgriep uitbrak, van vogels die in Noord-Nederland als kuiken zijn geringd (Blauwe staven) en die in Zuid-Nederland/België als kuiken zijn geringd (oranje staven); analyse Wouter Courtens, INBO-België).

4.4 Impact van de vogelgriepuitbraak op de populatie en een inschatting van de risico's voor komende jaren

In het broedseizoen van 2022 was er aanzienlijke sterfte onder de grote sterns door vogelgriep. Niet alleen gingen vrijwel alle kuikens dood in veel kolonies, ook de volwassen broedvogels, het "kapitaal" van een populatie lang levende zeevogels, werden zwaar getroffen (Rijks *et al.* 2022). Zeevogels, zoals de grote stern, hebben wel vaker te maken met massale sterfte, maar dit betreft gewoonlijk de kuikens, bijvoorbeeld in een broedseizoen met heel slecht weer of met een hele slechte voedselsituatie. Voor de populatie is dit normaal geen groot probleem op de langere termijn: de meeste volwassen vogels overleven dit soort situaties wel en hebben nog vele volgende jaren te leven en dus meerdere kansen om jongen te produceren. De vogelgriep deed in 2022 echter niet alleen vrijwel alle kuikens sterven, maar veroorzaakte ook massale sterfte onder de broedvogels, voor Nederland geschat om mogelijk wel 80% (Rijks *et al.* 2022). Die vogels komen dus in volgende jaren niet meer terug om jongen te produceren en dit was een grote aanslag op de populatie.

Slaterus *et al.* (2022) hebben met behulp van een populatiemodel een inschatting gemaakt van de mogelijkheden van herstel, na de massale sterfte in 2022. In het model zijn eerder gemeten sterfte- en reproductiecijfers gebruikt om de populatieontwikkeling na de vogelgriep te voorspellen. Gebruikte parameters in het model zijn: een jaarlijkse overleving in de eerste 3 jaar van 65% en van 94% per jaar bij oudere vogels; voor het eerst broeden op een leeftijd van 3 jaar (maar dan broedt nog slechts 30% van deze vogels); van de 4-jaar oude vogels broedt 60% en van de vogels van vijf jaar en ouder broedt jaarlijks 90%; het gemiddelde broedsucces is 0.5 vliegvlug jong per paar, per jaar. Met deze (gemeten) parameterwaarden is de populatie net in balans en zal deze niet groeien, wat overeenkomt met de stagnatie in groei van de populatie die de afgelopen 20 jaar in Nederland is waargenomen. Slaterus *et al.* (2022) concluderen op basis van deze cijfers, dat als er niets verandert in de balans tussen geboortes en sterfte, de populatie na een terugval zal blijven steken op het lagere niveau. En zij waarschuwen ook, dat als er in meer jaren veel broedvogels sterven door vogelgriep, de populatie in stappen steeds kleiner dreigt te worden. Slaterus *et al.* (2022) zien echter twee mogelijkheden voor herstel: in de populatie bevindt zich een onbekend aantal vogels dat om de een of andere reden niet broedt, maar wel zou kunnen broeden: zogenaamde *floaters*. Het is mogelijk dat, bij veel opengevallen plaatsen in de kolonies na een massale sterfte, relatief veel van deze *floaters* in komende jaren besluiten te gaan broeden en dat deze zo een deel van de opengevallen plaatsen innemen. Hiermee zou het aantal broedvogels min of meer op peil kunnen blijven, al neemt de totale populatie (inclusief de *floaters*) wel af. Ook is het niet onwaarschijnlijk dat de reproductie afhankelijk is van de populatiegrootte, bijvoorbeeld als het broedsucces wordt beperkt door ruimte- of voedselgebrek. In dat geval zou het aantal groot gebrachte jongen per broedpaar moeten toenemen na een crash in de populatie en zou wel herstel kunnen optreden. Slaterus *et al.* (2022) zijn echter weinig optimistisch en becijferen dat volledig herstel tientallen jaren kan gaan duren, als er tenminste geen herhaalde uitbraken van vogelgriep volgen in de nabije toekomst: in dat geval dreigt zelfs uitsterven.

Een bijkomend probleem bij massale sterfte is genetische erosie. Wanneer een groot deel van de populatie sterft, sterven mogelijk ook bepaalde genen uit en wordt de genetische diversiteit van de populatie kleiner, met onbekende gevolgen voor de veerkracht van de populatie. Voor de grote stern in Nederland is dit belangrijk omdat de Nederlandse populatie in de jaren 60 van de vorige eeuw ook door een dergelijke "bottleneck" is gegaan, door massale sterfte als gevolg van in de Rijn geloosde pesticiden. Deze kwamen via de Noordzee in de grote sterns terecht, die hun populatie zagen teruglopen van misschien wel 40.000 paren tot 875 paren in 1965. Deze vergiftiging speelde vooral in Nederland en verliezen konden onder meer worden aangevuld vanuit buitenlandse kolonies. Verder terug in de geschiedenis, aan het begin van de 20^e eeuw, werden grote sterns massaal gedood omwille van hun veren, die in de mode-industrie populair waren. In 1911 werd het dieptepunt bereikt, met een populatieomvang in Nederland van 500 paren (Buijsman 2017). De massale sterfte in

Nederland in 2022 was in vergelijking met de twee eerdere aanslagen op de populatie nog relatief mild, maar in 2022 werden ook kolonies in de wijde omtrek van Nederland door de vogelgriep getroffen, zij het in iets mindere mate dan in Nederland (Knief *et al.* 2023). In hoeverre genetische erosie, veroorzaakt door driemaal in 120 jaar een grote terugval in de populatieomvang, de soort in de toekomst parten zal gaan spelen is nog onbekend. Een mogelijk voordeel bij dit alles is, dat er veel uitwisseling is tussen grote sterns in kolonies in NW Europa, dus dat de metapopulatie waar de "Nederlandse" grote sterns onderdeel van zijn, veel groter is dan het aantal broedparen in ons land.

Ondanks de massale sterfte onder de in Nederland broedende grote sterns in 2022, bleek het aantal vogels dat in 2023 in Nederland en België tot broeden kwam, slechts met circa 25% te zijn gereduceerd: van 19-20.000 paren in de jaren vóór de vogelgriep, tot circa 15.000 in 2023. Hoe kan dat? Uit afgelezen kleurringen blijkt, dat er in 2023 opvallend veel drie- en vierjarige vogels tot broeden zijn gekomen: deze "jongvolwassenen" hebben veel van de opengevallen plaatsen van de vorig jaar overleden oudere vogels ingenomen. Dit past dus in het scenario dat meer *floaters* dan in eerdere jaren tot broeden kwamen. Mogelijk bestaat er dus een beperking op het aantal vogels dat hier tot broeden kan komen en is er een aanzienlijk contingent individuen dat niet broedt maar onder betere omstandigheden (voor henzelf) wel zou kunnen broeden. Na een massasterfte onder de gevestigde broedvogels kunnen deze *floaters* meteen het jaar na de sterfte de lege plekken opvullen en dit lijkt in 2023 te zijn gebeurd. Als de populatiemonitoring dus beperkt zou zijn tot het tellen van het aantal broedvogels, zou de conclusie kunnen zijn dat de schade uiteindelijk nogal meeviel, of dat de sterfte in 2022 sterk werd overschat. Dat zou echter een verkeerde conclusie zijn. Er moet in 2023 ongebruikelijk veel instroom van voorheen niet broedende vogels zijn geweest (dit laten de afgelezen kleurringen ook zien) en mogelijk was er ook meer dan gebruikelijk instroom vanuit kolonies in het buitenland, maar dit kon niet worden vastgesteld.

Het feit dat de terugval in het aantal broedvogels relatief beperkt bleek, betekent niet dat ook het verlies aan veerkracht van de populatie met slechts 25% is gereduceerd. De aantallen *floaters* zijn nu lager, dus deze "buffer" in de populatie is verkleind, en daarmee is de veerkracht van de populatie aangetast. Was er in 2023 opnieuw een grote uitbraak geweest onder de broedvogels, dan was het maar de vraag geweest of de verliezen ook weer snel hadden kunnen worden aangevuld. Hier komt bij, dat het broedsucces in 2022 effectief nul was, dus dat jaar zijn geen nieuwe floaters, dan wel potentiële nieuwe broedvogels geproduceerd. In 2023 was het broedsucces matig tot slecht, omdat laat in het broedseizoen, na een goede start, nog veel jongen zijn bezweken aan de vogelgriep. Met twee slechte jaren achtereen, en een uitputting van de populatie *floaters* in 2023 (en met onzekerheid over de komende seizoenen), is de situatie nog steeds precair: de aantallen broedvogels zijn met 25% gereduceerd, de populatie *floaters* is uitgehold en niet aangevuld met nieuwe, jonge aanwas en het broedsucces in toekomstige jaren is op zijn best twijfelachtig want de vogelgriep is niet weg en iedere nieuwe generatie kuikens is nog steeds vatbaar voor het hoogpathogene virus.

4.5 Handelingsperspectief grote stern

Van verschillende kanten zijn documenten aangereikt die mensen in het veld moeten helpen om te gaan met (massale) vogelsterfte door HPAI (van Gennep *et al.* 2020; Werkgroep Aimpact2021, 2020; Ministerie LNV 2022; Vogeltrekstation 2022; Werkgroep AI-Impact 2022, 2023). In alle documenten wordt gewaarschuwd dat mensen, die dode vogels helpen opruimen, zelf besmet kunnen worden. Ook wordt vaak de vrees uitgesproken dat de verstoring van de nog levende vogels in de kolonie zou kunnen leiden tot wegtrek, en daarmee verdere verspreiding van het virus. Tenslotte wordt gewaarschuwd dat de opruimers, indien ze van kolonie naar kolonie gaan, zelf het virus in een volgende kolonie kunnen introduceren.

4.5.1 Vertrekken nog levende vogels door opruimen naar elders?

Verstoring kan er toe leiden dat grote sterns wegtrekken naar een andere kolonie. Deze vogels bouwen gedurende hun leven een enorme terreinkennis op, door steeds maar weer andere kolonies te bezoeken (Spaans *et al.* 2021). Niet-broedvogels (bezoekers) vormen in deze de meest risicovolle groep, maar die bezoeken kolonies meest in de avonduren (eigen waarnemingen), dus dit risico is te mitigeren door overdag dode vogels op te ruimen. In 2022 startte de uitbraak ongeveer op het moment dat de eerste jongen uit het ei kropen. Tegen die tijd hebben broedvogels al zoveel geïnvesteerd, dat zij niet snel meer zullen vertrekken, zolang ze nog een jong te verzorgen hebben. Vogels die al partner of jongen hebben verloren, zijn wellicht wel geneigd om te vertrekken, met een opruimactie als laatste zetje. Echter, het werk met kleurringen heeft laten zien dat kolonies over grote afstanden (honderden kilometers) gedurende het hele broedseizoen met elkaar verbonden zijn via heen en weer vliegende vogels (Spaans *et al.* 2021), dus het lijkt onwaarschijnlijk dat vogels die verstoord worden door opruimers nog veel zullen toevoegen aan de verspreiding van het virus. In de afweging: opruimen om lokaal de verdere verspreiding zo veel mogelijk tegen te gaan, versus niet opruimen om verspreiding naar elders te minimaliseren, verdient de eerste optie dus de voorkeur.

4.5.2 De kans dat opruimers het virus verder verspreiden naar andere gebieden of kolonies

Bij opruimacties dienen hygiënemaatregelen in acht te worden genomen. Los van de vraag of dit altijd en overall adequaat gebeurt, kan niet worden getoetst of deze maatregelen verdere verspreiding van virus geheel voorkomen kan worden. De vraag is echter wel, wat de relatieve bijdrage van verspreiding door opruimers zou kunnen zijn, vergeleken met de verspreiding door de vogels zelf. Uit modelstudies en uit kleurringaflezingen is gebleken dat grote sterns zelf het virus naar een volgende kolonie kunnen verspreiden (Rijks *et al.* 2022; Knief *et al.* 2023). Opruimploegen zullen alleen een kolonie betreden als de vogels hier al besmet zijn, dus hier lijkt de kans klein dat er een nieuw virus wordt geïntroduceerd. Het risico wordt gemitigeerd door tussen verschillende bezoeken van kleding te wisselen en het gedragen schoeisel goed te reinigen. Daarom wordt aangeraden om laarzen te gebruiken die goed te reinigen zijn, in plaats van schoenen met veters of klittenband, die lastiger te reinigen zijn. Wat wel een risico kan zijn is dat opruimers zelf besmet zijn met een humane variant van het virus. Dat kan een serieus risico vormen voor het ontstaan van een nieuwe variant door recombinatie van een humaan virus en een vogelgriepvirus in het lichaam van de betrokkene. Mensen met griepverschijnselen moeten om deze reden niet deelnemen aan ruimingsacties.

4.5.3 Is opruimen zinvol en hoe moet dit worden uitgevoerd?

Uit vergelijkend onderzoek naar de situatie binnen Nederland en binnen Europa komt naar voren dat opruimen van dode vogels in getroffen kolonies kan helpen om de uitbraak in te dammen (Rijks *et al.* 2022; Knief *et al.* 2023). Ook elders wordt sterk gepleit voor het opruimen van dode vogels in getroffen kolonies, indien mogelijk (Gamarra-Toledo *et al.* 2023b). Het beschikbare vergelijkingsmateriaal is echter gebrekkig, omdat in de meeste kolonies niet goed is bijgehouden wat er precies voor acties zijn uitgevoerd. Noodgedwongen steunen de analyses daarom op twee grove

categorieën van ingrijpen: niets doen of opruimen. Daar komt bij, dat met het voortschrijden van de tijd (en het warmere weer gedurende de zomer) het virus in kracht leek in te boeten. Effecten van opruimen kunnen dus anders uitpakken naarmate het seizoen vordert.

In 2023 waren er in Nederland drie kolonies, die laat in het seizoen werden gesticht, alle relatief dicht in de buurt van zwaar getroffen kolonies. Op Griend, waar de verschillende subkolonies zo goed als helemaal mislukten, bleek aan de rand van het eiland nog een kleine (circa 70 paren) geïsoleerde groep late broeders te zitten, die enkele jongen wisten groot te krijgen. Of dit "succes" te danken was aan laat broeden, of aan geïsoleerd broeden (cf. Pohlmann *et al.* 2023), is niet meer vast te stellen. Een tweede na-leg-kolonie ontstond in Zeebrugge (vlak over de grens in België), waar een late vestiging kwam na grootschalige sterfte in de Nederlandse Delta (en in de Waddenzee). Vogels uit heel Nederland, maar vooral uit de Delta, probeerden het in Zeebrugge opnieuw, en kregen jongen groot. In Zeebrugge werd een strak raapprotoocol uitgevoerd, waarbij vrijwel dagelijks alle dode volwassen vogels en dode kuikens uit de kolonie werden verwijderd. Een derde late kolonie ontstond op Texel en hier was de situatie vergelijkbaar met die in de Delta: nadat de drie eerdere kolonies op Texels zo goed als geheel waren mislukt, ontstond er een hele late vestiging op nieuw terrein, op de Prins Hendrikzanddijk. Deze kolonie zit erg geïsoleerd en besloten werd om het aan te kijken en de kolonie niet te betreden. Circa 600 paren kregen 300 kuikens vliegvlug, een voor Nederland normaal broedsucces. Opmerkelijk, want veel van de vogels op de Prins Hendrikzanddijk waren nog erg jong en dergelijke vogels, zeker laat in het seizoen, kregen in andere jaren nauwelijks jongen groot. Blijkbaar was de voedselsituatie inmiddels sterk verbeterd, en wellicht leverde ook de afwezigheid van de reguliere, oudere broedvogels deze jonge vogels een voordeel op. In zowel de kolonie bij Zeebrugge, als op de Prins Hendrikzanddijk, werd wel vogelgriep vastgesteld. In Zeebrugge bij geraapte dode vogels, op de Prins Hendrikzanddijk bij een enkel jong, dat van de groep afdwaalde, langzaam crepeerde en stierf.

Op basis van bovenstaande bevindingen lijkt het aannemelijk dat:

1. Weghalen van dode vogels helpt om de hoeveelheid virus in de omgeving van nog levende vogels te verminderen
2. Dit vooral belangrijk is vroeg in het broedseizoen
3. Dat het belangrijk is om **METEEN**, na de vondst van de eerste dode vogel, met opruimen te beginnen, dit dagelijks of ten minste om de dag te doen, en **ALLE** dode vogels, dus ook alle dode kuikens weg te halen. Wanneer in de aanloopfase van de uitbraak rigoureus wordt ingegrepen, zijn de aantallen te rapen dode vogels nog relatief klein, en is er de grootste kans dat het bij kleine aantallen dode vogels kan blijven.

Een en ander betekent dat kolonies scherp in de gaten moeten worden gehouden, zodat **METEEN**, na het waarnemen van een eerste dode vogel, met opruimen kan worden begonnen. Het betekent ook dat dit het beste lokaal kan worden georganiseerd, zonder last of ruggenspraak van hoofdkantoren of overheden. Ieder overleg kost tijd, en in een situatie waarin men een aanloopfase heeft van slechts een week, is iedere dag later er één teveel. Dit betekent niet dat entiteiten op afstand niet moeten faciliteren of op de hoogte worden gesteld. Het moet voor de mensen in het veld volkomen duidelijk zijn waar ze geraapte vogels kunnen afleveren en deze dode vogels moeten op een verantwoorde wijze worden afgevoerd. Hier moeten op voorhand duidelijke afspraken over zijn gemaakt met alle betrokken (verantwoordelijke) partijen.

4.5.4 Vogelgriep bij andere soorten koloniebroeders

Grote sterns broeden in relatief kale terreinen, die voor publiek gesloten, maar voor beheerders goed toegankelijk zijn. Bovendien broeden grote sterns in slechts een beperkt aantal kolonies en is er een goed netwerk van terreinbeheerders en onderzoekers die zich het lot van grote sterns aantrekken, zowel nationaal als internationaal. De grote stern was dus een relatief makkelijk te volgen soort tijdens de uitbraak, die echter onverwachts kwam en iedereen overviel. Met de kennis van nu had beter (intensiever) opgetreden kunnen worden. In 2023 veroorzaakt HPAI (in Nederland) vooral sterfte onder kokmeeuwen. Deze soort broedt in veel meer verschillende terreinen en er zijn dus ook veel meer beheerders bij betrokken. Persberichten van bijvoorbeeld Staatsbosbeheer, met zinsneden

als: "We hebben na lang overwegen besloten om te beginnen met het opruimen van dode vogels" stemmen niet gerust. Hier ligt een duidelijk aansturingstaak om één en ander goed te regelen. Afwachten kan snel leiden tot een onbeheersbare situatie met een verlies van de hele broedkolonie tot gevolg. Bij de kokmeeuwen is het bovendien zo dat ze ook vaak rond pluimveebedrijven aanwezig zijn en er dus overdracht kan plaatsvinden naar pluimvee. Zitten de meeste kokmeeuwen nog in redelijk toegankelijk terrein, voor boom-broedende soorten als aalscholver of reigers, ligt dit een stuk lastiger. Hier kan alleen een ter zake deskundige lokale terreinbeheerder inschatten of dode vogels kunnen worden weggehaald.

4.5.5 Andere mogelijkheden voor natuurbeheer

Behalve opruimen van dode vogels, heeft een terreinbeheerder weinig mogelijkheden. Een theoretische mogelijkheid is, om terreinen tijdelijk ontoegankelijk te maken voor broedvogels of zelfs, in geval van een uitbraak, alle nesten met eieren en jongen te verwijderen. Zo zouden de volwassen vogels vertrekken en is er lokaal geen uitbraak meer. Een dergelijke ingreep, ten opzichte van beschermde vogels, stuit echter op juridische bezwaren en is dus niet makkelijk uitvoerbaar. Bovendien zullen de verdreven vogels elders gaan broeden, waarbij ze een eventuele besmetting mee zullen nemen.

Ook is wel geopperd, door de beheerders van de kolonies sterns op de Farne Islands in Groot Brittannië, om kolonies van grondbroeders te compartimenteren, door het aanbrengen van lage "muurtjes", zodat kuikens niet meer dwars door de hele kolonie kunnen wandelen, als ze eenmaal mobiel zijn. In diverse kolonies is opgevallen dat de vogelgriep toesloeg toen de kuikens uit de eieren begonnen te komen of later, tijdens de crèche-fase van de kuikens. Deze optie is nog niet onderzocht, wel kan worden vermeld dat de kolonie visdieven in de Banter See, Niedersachsen, Duitsland, is verdeeld over meerdere, van elkaar gescheiden pontons in een haven, maar dit hielp niet tegen besmetting. In deze kolonie is overigens twee keer per dag opgeruimd, waarbij vogels ongetwijfeld tijdelijk naar belendende pontons zijn gegaan. Dit zou dus een voorbeeld geweest kunnen zijn van de verspreiding van HPAI door opruimacties naar andere delen van de kolonie. Compartimentering van kolonies is bovendien alleen een optie als de ruimte om te broeden beperkt is. In situaties waarin de vogels veel ruimte hebben om te kiezen waar ze willen gaan zitten (zoals de Prins Hendrikzanddijk op Texel) is het aanbrengen van afscheidingen in het landschap geen haalbare optie; in situaties met minder ruimte mogelijk wel. Kolonies die verspreid zijn over meerdere kleine eilandjes (denk bijvoorbeeld aan Waterdunen, Wagejot, De Putten) zouden gecompartmenteerd kunnen worden door "muurtjes" rond de oever van eilandjes aan te brengen en in situaties waarin de kolonie zich op een enkel, niet te groot, eiland bevindt (denk aan Blik), zouden muurtjes over het eiland kunnen worden aangebracht om de mobiliteit van kuikens te beperken. Een dergelijke aanpak houdt echter ook risico's in: het landschap verandert, waardoor potentiële broedvogels mogelijk worden afgeschrikt. Daarnaast geven "muurtjes" meeuwen en roofvogels mogelijk zitplaatsen van waar ze de kolonie kunnen belagen. Crèchevorming dient een doel (veiligheid voor kuikens door samen te drommen), dat wordt bemoeilijkt door compartimentering. Deze biologische kosten, samen met de te maken kosten voor aanleg en onderhoud zullen door een beheerder overwogen moeten worden voordat overgegaan kan worden tot een maatregel (compartimentering) waarvan op basis van de ervaringen in Duitsland allerminst vast staat dat het bijdraagt aan de overleving van kuikens.

In algemene zin moet er zorg voor worden gedragen dat er drie dingen gebeuren om de populatie weer zo snel mogelijk te laten herstellen: broedvogels moeten beschermd worden, broedgebied in stand worden gehouden en het broedsucces moet geoptimaliseerd worden.

Beschermen broedvogels: broedvogels zijn kwetsbaar voor verstoring, voor roofdieren en voor vogelgriep. Kolonies moeten dus strikt worden beschermd tegen mensen (recreanten), los lopende honden, katten, ratten, vossen, en meeuwen. Dit is geen vrijbrief voor het breed bestrijden van "predatoren", maar wel is duidelijk, dat verschillende zoogdieren niet gewenst zijn in kolonies van grote sterns. De aanwezigheid en impact van zoogdieren rond kwetsbare kolonies is vaak niet goed bekend, vooral 's nachts niet en zou in veel gevallen wellicht beter gemonitord kunnen worden, zodat eventueel meer gericht kan worden ingegrepen. Ten aanzien van meeuwen ligt dit genuanceerder,

want meeuwen zijn, net als grote sterns "natuur". Toch lijkt het verstandig om een beleid ontwikkelen ten aanzien van meeuwen bij kolonies van grote sterns. Sterns zijn pionier vogels, waarop predatoren, inclusief grote meeuwen, na verloop van tijd inspelen. Hierdoor stijgt de predatiedruk op een kolonie van jaar tot jaar en wordt op een gegeven moment te hoog, waarop de sterns een andere locatie kiezen, want grote aantallen grote meeuwen en sterns gaan niet samen. Wil men dus de sterns op een bepaalde locatie behouden, bijvoorbeeld omdat er veel is geïnvesteerd in de aanleg, inrichting of onderhoud van de locatie, dan zullen beheerders een plan moeten maken voor de omgang met meeuwen. Griend is hierbij een aansprekend voorbeeld. Griend heeft tientallen jaren achtereen de grootste kolonie grote sterns ter wereld gehuisvest zonder dat predatoren hier een eind aan maakten. Meeuwen kregen op Griend geen voet aan de grond, doordat broedpogingen de kop werden ingedrukt door de vogelwachter ter plaatse (Brenninkmeijer 2022). Op een gegeven moment is dit beleid losgelaten, met als gevolg, dat meeuwen Griend geleidelijk hebben overgenomen en dat er nu geen grote sterns meer broeden (en alle kokmeeuwen nesten zijn gepredeerd in 2023). De keuze voor loslaten (=keuze voor successie, = keuze voor meeuwen) is zeker verdedigbaar, maar onverenigbaar met het langjarig in stand houden van een grote kolonie grote sterns. Hier is dus een duidelijke visie nodig van de beheerder en het uitvoeren daarvan heeft consequenties voor de lokale broedvogels.

Grote sterns hebben steeds keuze nodig uit meerder broedgebieden en moeten kunnen switchen van broedlocatie indien zij dit nodig achten. Het is daarom van groot belang dat alle bestaande broedkolonies, of ze nu wel of niet bezet waren in recente jaren, goed worden onderhouden. De kolonie in Zeebrugge (België) heeft dit laten zien. Daar kwam op enig moment een vos in, waarna alle vogels vertrokken, om 10 jaar weg te blijven: ze weken uit naar Zeeland (en verder, tot op Texel en Griend) en NW Frankrijk. De Belgen bleven de kolonie bij Zeebrugge onderhouden en werden na tien jaar beloofd: na de vogelgriep in Zeeland keerden de vogels er terug.

Een hoog broedsucces is nodig voor herstel van de populatie (Slaterus *et al.* 2022, zie paragraaf 4.3) en dit hangt vermoedelijk vooral af van drie factoren: de voedselvoorziening, het weer (vooral in de kuikenfase) en de overlevingsgraad van eieren en kuikens. Aan de voedselvoorziening op zee en aan het weer kunnen beheerders niets doen, aan de overleving van kuikens wel, omdat dit samenhangt met verstoring en predatie. Met cameratoezicht (op afstand bestuurbare webcams) in kolonies kan veel worden gewonnen. Ze schrikken onbevoegden af, of deze kunnen na een constatering van een overtreding worden aangesproken, en bij andere verstoringen (zoogdieren, vogels), ook tijdens de nacht, is de beheerder snel op de hoogte en kan dan maatregelen treffen. Bovendien geeft cameratoezicht de mogelijkheid om sterfte onder de vogels in een vroeg stadium te detecteren, zodat snel kan worden overgegaan op opruimen.

Voor een hoog broedsucces dienen de eieren uit te komen (dus niet voortijdig te worden gepredeerd) en de jongen uit te vliegen. Het is van groot belang voor herstel van de populatie om zowel het uitkomstsucces (van de eieren) als het uitvliegsucces (van de kuikens) hoog te laten zijn, en dus de predatiedruk en verstoring te minimaliseren. Tenslotte is van groot belang dat de kuikens ook na het uitvliegen in leven blijven, om na een aantal jaren terug te kunnen keren als broedvogel. In het broedseizoen van 2023 bleek, dat veel kuikens die waren opgegroeid tot aan het moment van uitvliegen, alsnog vogelgriep kregen en stierven. Hierdoor was uiteindelijk het broedsucces toch zeer matig en onder het niveau dat nodig is om de populatie in stand te houden. Dat vogelgriep ook in de komende jaren blijft rondgaan onder vogels in Nederland is een reële mogelijkheid, en iedere nieuwe generatie kuikens zal naïef zijn voor het vogelgriepvirus en dus kwetsbaar. Het is daarom van belang om na te gaan of er mogelijkheden zijn om de kuikens tegen het virus te beschermen, om zo de populatie weerbaarder te maken en weer te laten groeien. Een probleem hierbij is dat (vogelgriep)virussen voortdurend muteren en evalueren, waardoor het huidige virus in de toekomst vervangen kan worden door een verwant virus. Monitoring van deze virussen is dus van groot belang om een beter beeld te verkrijgen van introducties en aanpassing van circulerende virussen.

Momenteel wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een strategie om pluimvee in Nederland in te enten tegen HPAI. Diverse vaccins zijn ontwikkeld waarbij de voorgeschreven timing van (eerste) toediening varieert van het ei stadium tot kuikens van 6 weken oud (EFSA 2023). Enkele vaccins zijn inmiddels in Nederland getest onder laboratoriumomstandigheden (Germeaad *et al.* 2023). Werkzame vaccins worden nu verder onderzocht bij pluimvee in het veld. Hierbij gelden overwegingen

met betrekking tot de handel: de vaccins die nu worden onderzocht hebben geen toelating in de Europese Unie en kunnen dus niet zomaar worden toegepast bij pluimvee. Men voorziet dat het proces van testen en toelating circa anderhalf jaar zal vergen. Overigens kunnen hier wel keuzes in worden gemaakt. Frankrijk heeft aangekondigd dat het vaccinatie verplicht stelt voor alle bedrijven die 250 of meer eenden (van een aantal nader genoemde rassen) houden. In dit land is de vaccinatie van kippen al gestart met als eerste doel dat 64 miljoen dieren worden gevaccineerd in 2023-2024 (Linden 2023). Wilde vogels vallen uiteraard niet onder handelsverdragen dus de jurisprudentie die geldt ten aanzien van pluimvee geldt niet per se voor wilde vogels.

Wel is het nog zo dat de twee werkzame door de fabrikant alleen onderzocht zijn op werkzaamheid in kippen en kalkoenen” (Germeraad *et al.* 2023). Los van de vraag of vaccins die ontwikkeld zijn voor pluimvee ook werkzaam zijn voor andere soorten vogels, ligt het vaccineren van wilde vogels ook logistiek complexer dan bij pluimvee. Wilde vogels kunnen niet op ieder gewenst moment in de hand genomen worden en inenten in een veldsituatie, bij grote aantallen dicht opeen broedende vogels kan problematisch zijn. Crèche vormende kolonievogels, zoals grote sterns, kunnen niet meermalen worden gevangen om te worden gevaccineerd, maar kunnen wel in een keer met een groot aantal tegelijk worden gevangen en behandeld. Er is dus een vaccin nodig dat éénmalig kan worden toegediend. Voor territoriale soorten die verspreid broeden, zeldzaam zijn en van hoge waarde voor natuurbescherming (denk aan soorten als: zeearend, slechtvalk, etc.) zou individueel inenten van kuikens wel relatief makkelijk meer dan eens uitgevoerd kunnen worden. Veel kuikens van deze roofvogels worden in Nederland gevolgd en geringd. Zolang ze op het nest zitten zouden de kuikens gevaccineerd kunnen worden. Inenten van pluimvee bevindt zich in Nederland nog in de experimentele fase, maar als deze techniek verder is ontwikkeld, makkelijk toepasbaar is geworden en toelaatbaar is bevonden, kan ook overwogen worden om kuikens van wilde vogels tijdens ringacties te vaccineren. Mogelijk is hiervoor wel een vaccin nodig dat nog niet in Nederland is onderzocht. Omdat gekleurde, al dan niet gevaccineerde kuikens gedurende de rest van hun leven individueel gevolgd kunnen worden, is er ook de mogelijkheid om de effectiviteit van vaccineren in een veldtest te toetsen, door een deel van de geringde kuikens te vaccineren, een controle groep alleen een injectie zonder vaccin te geven en een derde groep alleen te ringen. Grote sterns, waarvan jaarlijks enkele honderden kuikens in Nederland worden gekleurde, en die intensief worden gevolgd, lenen zich bij uitstek voor een dergelijke veldproef. Het verdient aanbeveling om deze mogelijkheid verder uit te werken en na te gaan of een veldproef met grote sterns al in 2024 mogelijk is. Bij gebleken effectiviteit kan dan worden opgeschaald, zodat meer kuikens worden gevaccineerd, en de overleving wordt verhoogd.

Van sommige dode vogels is in het verleden vastgesteld dat karkassen lang dragers kunnen blijven van vitaal virus (Ramey *et al.* 2022). Het schoonmaken van kolonies na het broedseizoen, door een grondige zoek- een raapactie nadat de kolonie door de vogels is verlaten, verdient daarom aanbeveling. Het is echter denkbaar, dat het virus vanuit karkassen kan uitlopen naar de bodem, de vegetatie, en/of het oppervlaktewater. Hoewel een eerste omgevingstest, na een paar maanden na een zware lokale besmetting geen levensvatbaar virus meer opleverde in het terrein (Furness *et al.* 2023), is hier getest in een specifieke situatie met veel regen. Hoe lang virus in de bodem van een kolonie in verschillende situaties in Nederland vitaal blijft, is onbekend en dit dient te worden onderzocht voordat wordt overwogen om hele terreinen te gaan ontsmetten. Ook de haalbaarheid en mogelijke negatieve effecten van het ontsmetten van terreinen, op flora en fauna, dienen ook zeker eerst nog te worden onderzocht.

Een laatste kennislacune betreft zoogdieren als ratten en katten, die gaan slepen met, en gaan eten van besmette karkassen. Ratten en katten moeten zoveel mogelijk geweerd worden uit broedkolonies, omdat deze zoogdieren niet alleen de broedvogels uit het terrein kunnen verjagen, maar wellicht ook vectoren zijn voor het vogelgriepvirus. Voor natuurbeheer is het daarom van belang uit te zoeken of zoogdieren kunnen bijdragen aan virustransmissie en hiervoor dienen deze dieren zo snel mogelijk te worden onderzocht in besmette kolonies.

5 Conclusies en aanbevelingen

Het hoogpathogene vogelgriepvirus, HPAI-H5N1, trof in het broedseizoen van 2022 meerdere soorten zeevogels in NW Europa, waardoor een groot aantal broedvogels stierf. Hoewel de aantallen broedvogels in 2023 bij de zwaar getroffen grote sterns in Nederland minder sterk waren gedaald dan verwacht werd op basis van de sterfte in 2022, is de veerkracht van de populatie wellicht aangetast. De opengevallen plaatsen zijn deels ingenomen door zogeheten *floaters*, individuen die eerder niet broedden maar dat, gezien hun leeftijd, wel hadden kunnen doen en door vogels die nog betrekkelijk jong waren. Deze "buffer" is hierdoor aanzienlijk verkleind. Bovendien sloeg vogelgriep in 2023 opnieuw toe, nu vooral onder de kuikens. De broedseizoenen van zowel 2022 als 2023 leverden te weinig uitgevlogen kuikens op om de populatie in stand te houden; deze zal dus verder dalen, zeker als de kuikensterfte die optrad in 2023 een terugkerend fenomeen zal blijken te zijn in komende jaren. Cruciaal voor populatieherstel zijn een hoge mate van overleving van het "kapitaal" van de populatie, de broedvogels en een hoog broedsucces en daarop volgend *recruitment*.

Bij een uitbraak van hoogpathogene vogelgriep in een kolonie wilde vogels, is ons advies om, waar mogelijk, direct in te grijpen. Hiervoor is een goede surveillance noodzakelijk. In sommige situaties kunnen broedende vogels goed worden geobserveerd vanuit de openbare ruimte, maar vaak liggen broedkolonies diep in afgesloten natuurgebieden. Om toch dagelijks te kunnen vaststellen of er sprake is van ziekte of sterfte, kunnen webcams (liefst op afstand bestuurbaar) of dronevluchten uitkomst bieden. Hiervoor geldt dat men zich geen zorgen hoeft te maken over verstoring (door plaatsing van de webcams of door de vluchten): alles is beter dan niet zien wat er speelt en vervolgens niet, of te laat in actie komen.

Zodra er dode vogels worden opgemerkt moeten deze worden verwijderd, getest en afgevoerd. Echter, voordat dit laatste gebeurt, is het van groot belang om door een vogeldeskundige (de terreinbeheerder in veel gevallen) te laten vaststellen om welke soorten en aantallen het gaat. Goed moet worden bijgehouden wanneer er precies wordt geruimd en wat er is gevonden. Van ALLE vogels met een ring (stalen ring of kleurring), moeten de ringgegevens worden genoteerd en doorgestuurd naar de ringer/vogeltrekstation (direct bij kleurringen, zie www:cr-birding.org, of vraag hulp), en ALTIJD zouden enkele vers dode vogels voor onderzoek moeten worden aangeboden bij DWHC, zodat kan worden vastgesteld of er inderdaad sprake is van vogelgriep. Hierbij moet wel steeds bedacht worden dat er bij sterfte in een kolonie niet per sé sprake is van vogelgriep. Bij een eerste exemplaar moet daarom wel breder worden gekeken naar ziekten met uitsluiting van vogelgriep. Anders blijft de oorzaak van de sterfte onbekend, als de test negatief blijkt te zijn voor vogelgriep.

Verzamelde dode vogels moeten snel en deugdelijk worden afgevoerd ter destructie. Onduidelijkheid over het te volgen traject in deze moet vooraf worden geadresseerd zodat niet een situatie kan ontstaan waarbij dode vogels wel worden verzameld, maar vervolgens niet kunnen worden afgevoerd. Voor de afvoer van dode vogels (besmet materiaal) moet een deugdelijk protocol gereed liggen en duidelijk moet zijn wie (kan ook met meerdere partners) de kosten draagt voor de operatie.

Het is van groot belang dat personeel dat betrokken is bij het opruimen van dode vogels veilig kan werken en dus is voorzien van voldoende en adequate persoonlijke beschermingsmiddelen. Wegwerp overalls, mond-neus maskers, handschoenen en stevige zakken om dode vogels in te verzamelen dienen in voldoende mate beschikbaar te zijn, slechts één keer gebruikt te worden en na een opruimactie samen met de geraapte karkassen te worden vernietigd. Ook is het van belang dat er duidelijkheid bestaat over de (on)mogelijkheid dat opruimers zelf het virus verspreiden naar elders. Schoeisel dient goed te kunnen worden ontsmet na actie in besmet terrein. Deze zaken moeten geregeld zijn voordat er weer een nieuwe uitbraak plaats vindt, zodat zorgen over veiligheid geen

vertragende factoren kunnen zijn. Aparte zakken dienen beschikbaar te zijn voor het insturen van vogels (individueel verpakt) voor onderzoek.

Wij bevelen aan om de mogelijkheden te onderzoeken voor een veldproef om kuikens van grote sterns in te enten tegen vogelgriep, voor het volgende broedseizoen. Hierbij moet worden nagedacht over het aantal kuikens dat bij de proef moet worden betrokken, inclusief over opschaling in het geval de proef succesvol blijkt te zijn. Het is hierbij van belang dat voldoende kuikens worden gevaccineerd om uitzicht te hebben op validatie van de proef. Deze validatie is gelegen in de overlevingscijfers van de verschillende groepen kuikens binnen de proef. Op basis van deze cijfers kan vervolgens worden geëvalueerd bij welke aantallen gevaccineerde kuikens, gegeven een bepaalde hogere overleving bij vaccinatie, verwacht mag worden dat er een positief effect ontstaat voor herstel van de populatie.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Literatuur

- Ballmann M.Z. & Lilipaly S.J. 2023. Vogelsterfte in het Deltagebied in 2022 Deltamilieu Projecten Rapport 2023-03. DMP, Vlissingen. <https://deltamilieuprojecten.nl/wp-content/uploads/2023/03/Vogelsterfte-in-het-Deltagebied-in-2022-Hoogpathogene-vogelgriep-in-broedkolonies-en-botulisme.pdf>
- van den Brand J.M.A., Verhagen J.H., Veldhuis Kroeze E.J.B., van de Bildt M.W.G., Bodewes R., Herfst S., Richard M., Lexmond P., Bestebroer T.M., Fouchier R.A.M. & Kuiken T. 2018. Wild ducks excrete Highly Pathogenic Avian Influenza virus H5N8 (2014-2015) without clinical or pathological evidence of disease. *Emerging Microbes & Infections* 7: 1-10. doi:10.1038/s41426-018-0070-9
- Brenninkmeijer A. 2022. Effect van herstelwerkzaamheden op broedvogels en overtuigende vogels van Griend in 1964-2021. A&W-rapport 2410, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer A. & Stienen E.W.M. 1992. Ecologisch profiel van de grote stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/17. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/390019>
- Buijsman E. 2017. Fraaie Schepsels. De Grote Stern in Nederland. Uitg. Matrijs, Utrecht.
- Caliendo V., Lewis N.S., Pohlmann A., Baillie S.R., Banyard A.C., Beer M., Brown I.H., Fouchier R.A.M., Hansen R.D.E., Lameris T.K., Lang A.S., Laurendeau S., Lung O., Robertson G., van der Jeugd H., Alkie T.N., Thorup K., vanToor M.L., Waldenström J., Yason C., Kuiken T. & Berhane Y. 2022a. Transatlantic spread of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 by wild birds from Europe to North America in 2021. *Scientific Reports* 12:11729. doi:10.1038/s41598-022-13447-z
- Caliendo V., Leijten L., van de Bildt M., Germeraad E., Fouchier R.A.M., Beerens N. & Kuiken T. 2022b. Tropism of Highly Pathogenic Avian Influenza H5 viruses from the 2020/2021 epizootic in wild ducks and geese. *Viruses* 14, 280. doi:10.3390/v14020280
- Camphuysen C.J. 2022. Seabirds and other charismatic megafauna in offshore habitats off NW Africa. GTA ecological vulnerability analysis. Intern rapport, NIOZ, Texel
- Camphuysen C.J., Gear S.C. & Furness R.W. 2022. Avian influenza leads to mass mortality of adult great skuas in Foula in summer 2022. *Scott. Birds* 42: 312-323.
- EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW), European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Nielsen S.S., Alvarez J., Bicout D.J., Calistri P., Canali E., Drewe J.A., Garin-Bastuji B., Gonzales Rojas J.L., Gortázar C., Herskin M., Michel V., Miranda Chueca M.Á., Padalino B., Roberts H.C., Spooler H., Stahl K., Velarde A., Winckler C., Bastino E., Bortolami A., Guinat C., Harder T., Stegeman A., Terregino C., Aznar Asensio I., Mur L., Broglia A., Baldinelli F. & Viltrop A. 2023. Vaccination of poultry against highly pathogenic avian influenza - part 1. Available vaccines and vaccination strategies. *EFSA J.* 2023 Oct 10;21(10):e08271. doi:10.2903/j.efsa.2023.8271. PMID: 37822713; PMCID: PMC10563699.
- Engel E., Strassner V. & Packmor F. 2022. Ausbruch der aviären Influenza auf Minsener Oog. *Natur- und Umweltschutz* 21(2): 29-35.
- Gamarra-Toledo V., Plaza P.I., Gutiérrez R., Inga-Díaz G., Saravia-Guevara P., Pereyra-Meza O., Coronado-Flores E., Calderón-Cerrón A., Quiroz-Jiménez G., Martínez P., Huamán-Mendoza D., Nieto-Navarrete J.C., Ventura S. & Lambertucci S.A. 2023a. Mass mortality of marine mammals associated to Highly Pathogenic Influenza Virus (H5N1) in South America. *bioRxiv preprint* doi:10.1101/2023.02.08.527769; posted March 3, 2023.
- Gamarra-Toledo V., Plaza P.I., Angulo F., Gutiérrez R., García-Tello O., Saravia-Guevara P., Mejía-Vargas F., Epiquién-Rivera M., Quiroz-Jiménez G., Martínez P., Huamán-Mendoza D., Inga-Díaz G., La Madrid L.E., Luyo P., Ventura S. & Lambertucci S.A. 2023b. Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) strongly impacts wild birds in Peru. *Biological Conservation* 286, 110272. doi:10.1016/j.biocon.2023.110272
- van Gennep D., De Baerdemaekere A., Kuiken T. & Asselbergs X. 2020. Handvatten vogelopvang in tijden van Vogelgriep. Internet.
- Germeraad E.A., Velkers F.C., de Jong M.C.M., Gonzales J.L., de Wit J.J., Stegeman J.A. & Beerens N. 2023. Transmissiestudie met vier vaccins tegen H5N1 hoogpathogeen vogelgriepvirus (clade 2.3.4.4b). Wageningen Bioveterinary Research, Lelystad, Rapport 2300528. doi:10.18174/584306

- Gonzales J.L., Hennen W.H.G.J., Petie R., de Freitas Costa E., Beerens N., Slaterus R., Kuiken T., Stahl J. & Elbers A.R.W. 2022. Risicofactoren voor introductie van HPAI-virus op Nederlandse commerciële pluimveebedrijven, 2014-2022. Wageningen Bioveterinary Research Report 2211632. <https://edepot.wur.nl/586242>
- Kilpatrick A.M., Chmura A.A. & Gibbons D.W. 2006. Predicting the global spread of H5N1 avian influenza. *PNAS* 103 (51) 19368-19373. <https://doi-org.ezproxy.library.wur.nl/10.1073/pnas.0609227103>
- Kleyheeg E., Slaterus R., Bodewes R., Rijks J.M., Spierenburg M.A.H., Beerens N., Kelder L., Poen M.J., Stegeman J.A., Fouchier R.A.M., Kuiken T. & van der Jeugd H.P. 2017. Deaths among wild birds during Highly Pathogenic Avian Influenza A (H5N8) virus outbreak, The Netherlands. *Emerg. Infect Dis.* 23: 2050–2054. doi: 10.3201/eid2312.171086
- Knief U., Bregnballe T., Alfarwi I., Ballmann M., Brenninkmeijer A., Bzoma S., Chabrolle A., Dimmlich J., Engel E., Fijn R., Fischer K., Hälterlein B., Haupt M., Hennig V., Herrmann C., in 't Veld R., Kirchoff E., Kristersson M., Kühn S., Larsson K., Larsson R., Lawton N., Leopold M., Lilipaly S., Lock L., Marty R., Matheve H., Meissner W., Morisson P., Newton S., Olofsson P., Packmor F., Pedersen K.T., Redfern C., Scarton F., Schenk F., Scher O., Serra L., Smith J., Smith W., Sterup J., Stienen E.36, Strassner V., Valle R.G., van Bemmelen R.S.A., Veen J., Vervaeke M., Weston E., Wojcieszek M. & Courtens W. 2023. Highly Pathogenic Avian Influenza causes mass mortality in Sandwich tern (*Thalasseus sandvicensis*) breeding colonies across northwestern Europe. *bioRxiv* doi:10.1101/2023.05.12.540367
- Lane J.V., Jeglinski J.W.E., Avery-Gomm S., Ballstaedt E., Banyard A.C., Barychka T., Brown I.H., Brugger B., Burt T.V., Careen N., Castenschiold J.H.F., Christensen-Dalsgaard S., Clifford S., Collins S.M., Cunningham E., Danielsen J., Daunt F., d'Entremont K.J.N., Doiron P., Duffy S., English M.D., Falchieri M., Giacinti J., Gjerset B., Granstad S., Grémillet D., Guillemette M., Hallgrímsson G.T., Hamer K.C., Hammer S., Harrison K., Hart J.D., Hatsell C., Humpidge R., James J., Jenkinson A., Jessopp M., Jones M.E.B., Lair S., Lewis T., Malinowska A.A., McCluskie A., McPhail G., Moe B., Montevecchi W.A., Morgan G., Nichol C., Nisbet C., Olsen B., Provencher J., Provost P., Purdie A., Rail J.-F., Robertson G., Seyer Y., Sheddan M., Soos C., Stephens N., Strøm H., Svansson V., Tierney T.D., Tyler G., Wade T., Wanless S., Ward C.R.E., Wilhelm S., Wischniewski S., Wright L.J., Zonfrillo B., Matthiopoulos J. & Votier S.C. 2023. High Pathogenicity Avian Influenza (H5N1) in Northern gannets: Global spread, clinical signs, and demographic consequences. *bioRxiv* doi:10.1101/2023.05.01.538918
- Leopold M. 2022. Vogelgriep onder de Grote Sterns op Texel. Wat is er gebeurd, en hoe nu verder? *De Skor* 41(4): 18-24. https://www.vwgtextel.nl/files/9916/7136/0016/SKOR_4_-_2022-_web-editie.pdf
- Linden J. 2023. France begins HPAI vaccination of ducks. <https://www.wattagnet.com/regions/europe/article/15635898/france-begins-hpai-vaccination-of-ducks>
- Lo F.T., Zecchin B., Diallo A.A., Ba R.O., Tassoni L., Diop A., Diouf M., Diouf M., Samb Y.N., Pastori A., Gobbo F., Ellero F., Diop M., Lo M.M., Diouf M.N., Fall M., Ndiaye A.A., Gaye A.M., Badiane M., Lo M., Youm B.N., Ndao I., Niaga M., Terregino C., Diop B., Ndiaye Y., Angot A., Seck I., Niang M., Soumare B., Fusaro A. & Monne I. 2022. Intercontinental spread of Eurasian Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) to Senegal. *Emerging Infectious Diseases* 28: 234-237. doi:10.3201/eid2801.211401
- Ministerie LNV 2022. Leidraad omgang met wilde vogels met vogelgriep, Versie 1 (22 November 2022). <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-e436986fc7325691ad2409a4ed9296e3f357a597/pdf>
- Montizaan M., Slaterus R. & Rijks J. 2022. Vogelgriepsterfte onder wilde vogels, massaler en desastreuzer dan ooit. *Vakblad natuur bos landschap* 187: 12-15. https://vakbladnbl.nl/Natuurpunt_14_September_2022_Zeebrugge_een_veilige_haven_voor_grote_sterns
- Natuurpunt 14 September 2022. Zeebrugge: een veilige haven voor grote sterns. www.natuurpunt.be/nieuws/zeebrugge-een-veilige-haven-voor-grote-sterns-20220914
- Poen M.J., Bestebroer T.M., Vuong O., Scheuer R.D., van der Jeugd H.P., Kleyheeg E., Eggink D., Lexmond P., van den Brand J.M.A., Begeman L., van der Vliet S., Müskens G.J.D.M., Majoor F.A., Koopmans M.P.G., Kuiken T. & Fouchier R.A.M. 2018. Local amplification of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N8 viruses in wild birds in the Netherlands, 2016 to 2017. *Euro Surveill.* 23, 17-00449. doi:10.2807/1560-7917.ES.2018.23.4.17-00449

-
- Pohlmann A., Stejskal O., King J., Bouwhuis S., Packmor F., Ballstaedt E., Hälterlein B., Hennig V., Stacker L., Graaf A., Hennig C., Günther A., Liang Y., Hjulsgager C., Beer M. & Harder T. 2023. Mass mortality among colony-breeding seabirds in the German Wadden Sea in 2022 due to distinct genotypes of HPAIV H5N1 clade 2.3.4.4b. *Journal of General Virology* 104. doi:10.1099/jgv.0.001834
- Ramey A.M., Reeves A.B., Lagassé B.J., Patil V., Hubbard L.E., Kolpin D.W., McCleskey R.B., Repert D.A., Stallknecht D.E. & Poulson R.L. 2022. Evidence for interannual persistence of infectious influenza A viruses in Alaska wetlands. *Science of the Total Environment* 2022,803, 150078. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.150078
- Rijks J.M., Leopold M.F., Kühn S., in't Veld R., Schenk F., Brenninkmeijer A., Lilipaly S.J., Ballmann M.Z., Kelder L., de Jong J.W., Courtens W., Slaterus R., Kleyheeg E., Vreman S., Kik M.J.L., Gröne A., Fouchier R.A.M., Engelsma M., de Jong M.C.M., Kuiken T. & Beerens N. 2022. Mass mortality caused by Highly Pathogenic Influenza A(H5N1) Virus in Sandwich terns, the Netherlands, 2022. *Emerging Infectious Diseases* 28: 2538-2542. doi:10.3201/eid2812.221292
- Sims L.D., Domenech J., Benigno C., Kahn S., Kamata A., Lubroth J., Martin V. & Roeder P. 2005. Origin and evolution of highly pathogenic H5N1 avian influenza in Asia. *Vet. Rec.* 157: 159–164.
- Slaterus R., Schekkerman H., Kleyheeg E., Sierdsema H. & Foppen R. 2022. Impact van hoogpathogene aviaire influenza op vogelpopulaties in Nederland. *Sovon-rapport 2022/90*. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. <https://stats.sovon.nl/pub/publicatie/21072>
- Spaans B., Leopold M. & Loos B. 2021. Een kolonie grote sterns als magneet voor soortgenoten uit de wijde omgeving. *Limosa* 94: 137-145.
- Stokstad E. 2022. Deadly bird flu establishes a foothold in North America. H5N1 has continued to kill wild birds and poultry this summer. The fall migration could bring it back in force. *Science*, 377 (6609): 912. doi:10.1126/science.ade5542
- Tulp I. & Leopold M.F. 2004. Marine mammals and seabirds in Mauritanian waters. Pilot study April 2004. Netherlands Institute for Fisheries Research & Alterra Wageningen UR, Intern rapport 04.020. <https://edepot.wur.nl/148388>
- Veen J. 2022. Griend. Vogels en bewaking 2022. Vereniging Natuurmonumenten, ?s-Graveland
- Verhagen J.H., Herfst S. & Fouchier R.A.M. 2015a. How a virus travels the world. Wild birds may spread the H5N8 virus. *Science* 347, 616; DOI: 10.1126/science.aaa6724
- Verhagen J.H., van der Jeugd H.P., Nolet B.A., Slaterus R., Kharitonov S.P., de Vries P.P., Vuong O., Majoor F., Kuiken T. & Fouchier R.A. 2015b. Wild bird surveillance around outbreaks of highly pathogenic avian influenza A(H5N8) virus in the Netherlands, 2014, within the context of global flyways. *Euro Surveill.* 20, 21069. doi:10.2807/1560-7917.es2015.20.12.21069 <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=21069>
- Verhagen J.H., Fouchier R.A.M. & Lewis N. 2021. Highly Pathogenic Avian Influenza viruses at the wild-domestic bird interface in Europe: Future directions for research and surveillance. *Viruses* 13: 212. doi:10.3390/v13020212
- Vogeltrekstation 2022. Vogelgriep in Nederland. Handvatten voor ringwerk. <https://vogeltrekstation.nl/blogs/news/vogelgriep-in-nederland-handvatten-voor-ringwerk>
- Vreman S., Kik M., Germeraad E., Heutink R., Harders F., Spierenburg M., Engelsma M., Rijks J., van den Brand J. & Beerens N. 2023. Zoonotic mutation of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 virus identified in the brain of multiple wild carnivore species. *Pathogens* 12, 168. doi:10.3390/pathogens12020168
- Werkgroep Aimpact2021 2020. Advies voor het rapporteren en opruimen van wilde vogelkarkassen in boerenland tijdens de hoog-pathogene vogelgriepuitbraak H5NX, 2020-2021.
- Werkgroep AI-Impact 2022. Advice for registration and disposal of wild bird carcasses in breeding colonies during highly pathogenic avian influenza outbreaks H5NX, 2022.
- Werkgroep AI-Impact 2023. Eindadvies voor melden en hanteren van zieke en dode wilde zoogdieren tijdens hoog-pathogene vogelgriepuitbraak H5, 2023
- WHO 2023. Avian Influenza Weekly Update Number 895, 12 May 2023. https://open.overheid.nl/documenten/ronl-33abd72e263fb132d837f3417a50f2d90ac3735c/pdfhttps://cdn.who.int/media/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai_20230512.pdf?sfvrsn=5f006f99_114

Xie R., Edwards K.M., Wille M., Wei X., Wong S.-S., Zanin M., El-Shesheny R., Ducatez M., Poon L.L.M., Kayali G., Webby R.J. & Dhanasekaran V. 2023. The episodic resurgence of highly pathogenic avian influenza H5 virus. *Nature*. doi:10.1038/s41586-023-06631-2

Zhu W., Li X., Dong J., Bo H., Liu J., Yang J., Zhang Y., Wei H., Huang W., Zhao X., Chen T., Yang J., Li Z., Zeng X., Li C., Tang J., Xin L., Gao R., Liu L., Tan M., Shu Y., Yang L. & Wang D. 2022. Epidemiologic, clinical, and genetic characteristics of human infections with influenza A(H5N6) viruses, China. *Emerging Infectious Diseases* 28: 1332-1344. doi: 10.3201/eid2807.212482

Verantwoording

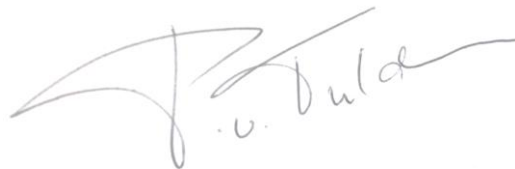
Rapport C084/23

Projectnummer: 4318100409

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Ing. P.W. van Tulden
Collega-onderzoeker

Handtekening:



Datum: 6 december 2023

Akkoord: Dr. A.M. Mouissie
Business Manager Projecten

Handtekening:



Datum: 6 december 2023

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'