

Impact van hoogpathogene aviaire influenza op vogelpopulaties in Nederland



Roy Slaterus
Hans Schekkerman
Erik Kleyheeg
Henk Sierdsema
Ruud Foppen

Sovon-rapport 2022/90



Impact van hoogpathogene aviaire influenza op vogelpopulaties in Nederland

Roy Slaterus, Hans Schekkerman, Erik Kleyheeg, Henk Sierdsema & Ruud Foppen



Sovon-rapport 2022/90
Dit rapport is samengesteld
in opdracht van het Ministerie van
Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2022

Dit rapport is samengesteld in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Illustratie omslag en andere foto's: Jouke Altenburg, Romke Kleefstra & Roy Slaterus

Wijze van citeren: 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.

Opmaak: John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

ISSN-nummer: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
e-mail: info@sovon.nl
website: www.sovon.nl

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon.

Type informatie	Omschrijving/naam	Datum
Auteur(s):	Roy Slaterus, Hans Schekkerman, Erik Kleyheeg, Henk Sierdsema & Ruud Foppen	
Versie:	eindversie	13-12-2022
Inhoudelijke toets:	Julia Stahl	13-12-2022
Vrijgave:	Julia Stahl	15-12-2022

Inhoud

Inhoud	2
Verantwoording.....	3
1. Inleiding.....	4
2. Opzet van dit rapport	5
2.1. Vraagstelling	5
2.2. Afbakening	5
3. Welke vogelsoorten zijn kwetsbaar?	6
3.1. Watervogels, roofvogels en aaseters	6
3.2. Kwetsbare soorten	11
3.3. Gebieden met kwetsbare soorten	15
4. Impact van HPAI op populatieniveau	17
4.1. Achtergrond	17
4.1.1. Vogelmonitoring	17
4.1.2. Verhoogde sterfte	18
4.2. Soortbesprekingen	19
4.3. Informatie uit het buitenland	34
4.4. Lange-termijn impact van sterfte: voorbeeld Grote Stern	36
5. Denkbare maatregelen	41
5.1. Robuuste ecosystemen	41
5.2. Opruimen van dode vogels	41
6. Conclusies en aanbevelingen.....	45
6.1. Soorten volgen	45
6.2. Gestandaardiseerde meting	46
6.3. Signaleren, reageren en evalueren	46
Literatuur	48
Bijlage 1. Methode achter kaartbeelden	52

Verantwoording

Dit rapport is samengesteld in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Gebruik is gemaakt van openbaar toegankelijke kennis (wetenschappelijke literatuur, publieke datasets, etc.) en van eigen kennis en monitoringgegevens. Tot die laatste categorie behoren onder meer populatie- en trendgegevens van vogelsoorten in Nederland, die verzameld worden in kader van de vogelmeetnetten georganiseerd binnen het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). Daarnaast is via de werkgroep AI-impact relevante informatie over wilde vogels en vogelgriep beschikbaar gekomen. Deze werkgroep is eind 2020 opgericht, om meer zicht te krijgen op de gevolgen van HPAI voor vogelpopulaties, onder voorzitterschap van Thijs Kuiken (Erasmus MC) en heeft momenteel leden vanuit de volgende organisaties: Dutch Wildlife Health Centre (DWHC), Erasmus MC, It Fryske Gea, Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, NIOZ, Staatsbosbeheer, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Vogelbescherming Nederland, Vogeltrekstation, Waardenburg Ecology, Waarneming.nl, Wageningen Bioveterinary Research (WBVR), Wageningen Marine Research, Waterschap Zuiderzeeland en Wetterskip Fryslân.

Bij de totstandkoming van dit rapport waren verschillende personen betrokken. Inhoudelijke bijdragen werden geleverd door Jouke Altenburg en Tim van Oijen (Vogelbescherming Nederland), Floor Arts en Sander Lilipaly (Deltamilieu Projecten), Nancy Beerens (WBVR), Fraser Bell (Royal Society for the Protection of Birds), Wim van Boekel, Kees Camphuysen (NIOZ), Annemieke Enters en Wim van Nee (STORK), Ron Fouchier, Valentina Caliendo, Oanh Vuong en Sanne Thewessen (Erasmus MC), Gerrit Gerritsen, Tom van der Have (Waardenburg Ecology), Mardik Leopold (Wageningen Marine Research), Margriet Montizaan (DWHC), Dirk van Straalen (Werkgroep Zearend Nederland), Hans Verdaat (Waarneming.nl) en Sovon-collega's **Arjan Boele**, **Symen Deuzeman**, **Jacintha van Dijk**, Menno Hornman, Romke Kleefstra, Kees Koffijberg, Frank Majoor, Lara Marx, Jeroen Nienhuis, Gerard Troost (Trekstellen.nl), Chris van Turnhout en Erik van Winden. Jolianne Rijks (DWHC) en Henk van der Jeugd (Vogeltrekstation) voorzagen een conceptversie van dit rapport van commentaar. Het project werd vanuit LNV begeleid door Marieke Feis en Sandra van der Graaf. Tot slot, gaat een woord van dank uit naar iedereen die in de afgelopen jaren de moeite heeft genomen om melding te doen van dode vogels.

1. Inleiding

Hoogpathogene aviaire influenza (HPAI) is in enkele jaren tijd veranderd van een zeldzaam fenomeen in een jaarrond probleem voor gehouden en wilde vogels in Nederland. Rond 2005 raakten virologen doordrongen van het feit dat deze, voor kippen, sterk ziekmakende variant van vogelgriep – in tegenstelling tot laagpathogene aviaire influenza (LPAI) dat van nature bij watervogels voorkomt – een bedreiging zou kunnen vormen voor wilde vogels in Europa. Het was niet alleen het jaar waarin massale vogelsterfte als gevolg van HPAI werd vastgesteld bij Indische Ganzen en andere watervogels aan het Qinghaimeer in China, maar ook het jaar waarin de Europese Commissie een monitoringsprogramma startte naar het voorkomen van aviaire influenza (AI) bij wilde vogels. Als één van de belangrijkste motivaties voor dat programma gold het tijdig kunnen afgeven van waarschuwingen aan de pluimveesector als HPAI zou worden vastgesteld in Europa (**‘early warning’**). Sinds die tijd zijn er, ook in Nederland, duizenden levende en dode watervogels getest op AI (o.a. Munster *et al.* 2007).

In de eerste jaren werd nooit een positief geval van HPAI bij wilde vogels in Nederland aangetoond, maar eind 2014 kwam daar verandering in. Toen tekende zich een omvangrijke uitbraak af van HPAI H5N8-virussen, met talloze gevallen onder gehouden en wilde vogels in Azië, Europa en Noord-Amerika. De nauwe genetische verwantschap van deze virussen wees op een gemeenschappelijke oorsprong, die terugvoerde tot uitbraken onder gehouden vogels in Oost-Azië vanaf 2010 (Zhao *et al.* 2013, Verhagen *et al.* 2015a). De virussen bevatten bovendien genen afkomstig van het HPAI H5N1-virus van de zogenaamde A/Goose/Guangdong/1/1996-lijn, dat voor het eerst in 1996 werd vastgesteld in gehouden ganzen in China en sindsdien voor grote problemen zorgde. In Nederland werd HPAI H5N8 bij wilde vogels in november 2014 aangetoond in uitwerpselen van twee Smienten bij Kamerik in Utrecht (Verhagen *et al.* 2015a).

In de daaropvolgende jaren is de situatie in Nederland sterk veranderd. HPAI wordt tegenwoordig veelvuldig gevonden bij wilde vogels en gevallen van massale vogelsterfte, zoals in 2005 in China, zijn inmiddels ook uit Nederland bekend. Eind 2016 werden we daar voor het eerst mee geconfronteerd. In november van dat jaar werden grote aantallen zieke en dode Kuifeenden gevonden op de Gouwzee en de Randmeren en een maand later sloeg HPAI toe met name onder Smienten in West- en Noord-Nederland. In totaal werden tijdens deze uitbraak in ons land ca. 13.600 dode vogels gerapporteerd (Kleyheeg *et al.* 2017).

Vanaf het najaar van 2020 volgden berichten over besmettingen bij gehouden en wilde vogels elkaar in rap tempo op. Zorgwekkend was de ontwikkeling dat HPAI H5-virussen veel langer dan voorheen bleven circuleren onder in Nederland aanwezige vogels en bij telkens nieuwe vogelsoorten ziekte- en sterftegevolgen veroorzaakten. Enkele voorbeelden van soorten die daar in de winters van 2020/21 en 2021/22 mee te maken kregen, zijn Brandgans, Kanoet, Grote Mantelmeeuw, Zeearend en Slechtvalk. AI in 2021 werd aanwezigheid van het virus in de zomer vastgesteld, met positieve gevallen bij vooral Grauwe Gans en Knobbelzwaan. In 2022 bleef opnieuw de zomerperiode niet gespaard, en was de omvang van de besmettingsgolf vele malen groter dan het jaar ervoor. Dramatische beelden van massale sterfte in broedkolonies van Grote Sterns, en elders in Noordwest-Europa onder meer Jan-van-genten, staan dan ook vers in het geheugen.

Het optreden van massale sterfte onder wilde vogels als gevolg van HPAI roept vragen op over de negatieve gevolgen die deze ziekte kan hebben voor de populaties van vogelsoorten. Dit vraagstuk staat centraal in dit rapport. Hoe HPAI zich in de komende jaren zal ontwikkelen en in welke mate wilde vogels te maken zullen blijven houden met verhoogde sterfte is onzeker. Het doel van dit rapport is om een accuraat beeld te schetsen van wat er op dit moment bekend is over de impact van HPAI op vogelpopulaties en welke concrete maatregelen genomen kunnen worden om de negatieve gevolgen voor wilde vogels zo klein mogelijk te laten zijn.

2. Opzet van dit rapport

2.1. Vraagstelling

Dit rapport is opgezet rondom de volgende drie vragen:

1. Welke vogelsoorten zijn kwetsbaar voor HPAI en waar in Nederland komen deze soorten voor? (Zie hoofdstuk 3.)
2. Wat is er bekend over de impact die HPAI kan hebben op vogelpopulaties? (Zie hoofdstuk 4.)
3. Welke maatregelen kunnen worden genomen om die impact zo klein mogelijk te laten zijn? (Zie hoofdstuk 5.)

2.2. Afbakening

Wanneer we het in dit rapport hebben over de impact op vogelpopulaties, dan richten we ons primair op de aantallen wilde vogels die als gevolg van een HPAI-besmetting zijn doodgegaan, oftewel op de meest directe en meest zichtbare vorm van impact. HPAI kan echter ook op andere manieren van invloed zijn op populaties van soorten. Zo kunnen vogels die een infectie hebben doorgemaakt en niet zijn doodgegaan, toch negatief beïnvloed zijn en wellicht te maken krijgen met factoren als een verminderde overlevingskans of lager broedsucces. Ook is het denkbaar dat andere soorten juist weten te profiteren, bijvoorbeeld wanneer sterfte optreedt bij concurrerende soorten. Bovendien zijn de effecten niet beperkt tot vogels, maar is er sprake van doorwerking in het gehele ecosysteem. Het wegvallen van grote aantallen visetende zeevogels (bijv. Jan-van-genten en Grote Sterns) in het broedseizoen, verschilt in tal van opzichten van de verhoogde sterfte bij graseters (bijv. Brandganzen en Smienten) in de winter of van de HPAI-besmettingen die recent werden ontdekt bij Vossen en andere zoogdieren. Deze gebeurtenissen kunnen allerlei relevante verdiepende onderzoeksvragen oproepen, die echter buiten de scope van dit rapport vallen.



Steeds meer mensen raken bekend met de symptomen van HPAI bij wilde vogels, zoals ongecontroleerde bewegingen, rondjes lopen en het scheef houden van de kop (foto: Roy Slaterus).

3. Welke vogelsoorten zijn kwetsbaar?

3.1. Watervogels, roofvogels en aaseters

Een virus bestaat uit genetisch materiaal met daaromheen een eiwitmantel. Om zich te vermenigvuldigen moet een virus een gastheercel van een levend organisme infecteren. Dat kan wanneer specifieke kenmerken van de eiwitmantel corresponderen met kenmerken van de gastheercel. Virus en gastheer moeten dus aan elkaar zijn aangepast. LPAI-virussen komen van nature voor bij watervogels. Aanpassing aan specifieke vogelsoorten is mogelijk, zoals bij H13- en H16-subtypen en meeuwen (Verhagen *et al.* 2015b). Tegelijkertijd zorgen mutatie en reassortering (het uitwisselen van gensegmenten van verschillende virustypen tijdens co-infecties) frequent voor genetische veranderingen en nieuwe vormen van het virus. Verspreiding van virus vindt onder meer plaats via uitwerpselen van geïnfecteerde vogels. Deze belanden in het milieu, bijvoorbeeld in water waarin vogels veel tijd doorbrengen.

Vogelsoorten die over het algemeen geassocieerd worden met AI zijn watervogels, roofvogels en aaseters. Dit zijn ook de vogelgroepen waarin HPAI-gevallen hoofdzakelijk worden vastgesteld. In theorie kan infectie waarschijnlijk bij alle vogelsoorten optreden – en voorbeelden uit andere soortgroepen zijn ook bekend – maar de ecologie van AI is sterk aan water en aan watervogels gebonden. Roofvogels en aaseters (in waterrijke gebieden) komen waarschijnlijk vooral in aanraking met AI door het eten van geïnfecteerde watervogels.

In tabel 1 worden alle 190 regelmatig in Nederland voorkomende soorten watervogels, roofvogels en aaseters weergegeven. Het gaat om soorten uit de volgende families: eenden (Anatidae); duikers (Gaviidae); noordelijke stormvogeltjes (Hydrobatidae); stormvogels (Procellariidae); futen (Podicipedidae); **flamingo's** (Phoenicopteridae); ooievaars (Ciconiidae); ibissen (Threskiornithidae); reigers (Ardeidae); jan-van-genten (Sulidae); aalscholvers (Phalacrocoracidae); visarenden (Pandionidae); sperwers (Accipitridae); rallen (Rallidae); kraanvogels (Gruidae); grielen (Burhinidae); scholeksters (Haematopodidae); kluten (Recurvirostridae); plevieren (Charadriidae); strandlopers (Scolopacidae); meeuwen (Laridae); jagers (Stercorariidae); alken (Alcidae); kerkuilen (Tytonidae); uilen (Strigidae); valken (Falconidae) en kraaien (Corvidae) (*cf* IOC World Bird List; <https://www.worldbirdnames.org>).

Bij het samenstellen van tabel 1 zijn de volgende keuzes gemaakt:

- Dwaalgasten of slechts incidenteel voorkomende soorten zijn buiten beschouwing gelaten.
- Ondersoorten zijn buiten beschouwing gelaten.
- Kweekvormen van soorten die reeds in de lijst staan, zijn buiten beschouwing gelaten.
- Rangschikking van de soorten is op basis van taxonomie.
- Rode Lijst-status van broedvogels en niet-broedvogel is vermeld conform respectievelijk van Kleunen *et al.* (2017) en van Kleunen *et al.* (2016).
- Gegevens per soort over de broedvogelpopulatie, de maximale aantallen op doortrek of tijdens de winter, de broedvogeltrends en de niet-broedvogeltrends (uit verschillende vogelmeetnetten) **zijn overgenomen van de soortpagina's van de website van Sovon** (<https://stats.sovon.nl>) en hebben betrekking op de periode 2013-2021.
- Per soort is aangegeven of in Europa HPAI-gevallen bekend zijn. Daarvoor zijn overzichten gebruikt uit twee rapporten van de European Food Safety Authority (EFSA *et al.* 2017, 2022), met positief geteste soorten in de Europese Unie van 2005 tot 2010 en van 2014 tot 9 september 2022, evenals een lijst met Nederlandse gevallen op de website van het DWHC (<https://dwhc.nl/ziekten/aviaire-influenza>; versie november 2022). Nadere informatie over de prevalentie bij verschillende soorten is te vinden in paragraaf 4.2. Belangrijk om daarbij te beseffen is dat die sterk kan variëren in tijd en ruimte en dat de mate van bemonstering per soort kan verschillen (zie kader 1).
- Of er aanwijzingen zijn voor verhoogde sterfte is per soort ingeschat op basis van losse meldingen van dode vogels via de invoerportalen van DWHC en Sovon en opgedane kennis uit AI-onderzoeksprojecten. De categorieën sterk, zwak en onbekend geven aan hoeveel aanwijzingen we hebben dat verhoogde sterfte als gevolg van HPAI op enig moment sinds 2014 in Nederland is opgetreden. Voor Brandgans, Smient, Kuifeend en Grote Stern zijn piekmomenten geïdentificeerd met vele honderden losse meldingen meer dan normaal (en een sterke associatie met HPAI op basis van bemonstering). Andere soorten met sterke indicaties voor verhoogde sterfte, op basis van weliswaar lagere aantallen meldingen maar toch duidelijk te onderscheiden sterftepieken, zijn Ooievaar, Lepelaar, Jan-van-gent, Wulp, Kanoet, Visdief en

Grote Jager. Daarnaast zijn aan deze groep alle overige soorten toegevoegd, waarvoor door Kleyheeg *et al.* (2017) of Caliendo *et al.* (*in prep.*) schattingen worden gegeven van mogelijke populatie-impact, te weten Grauwe Gans, Knobbelzwaan, Buizerd, Grote Mantelmeeuw en Slechtvalk. Bij 13 andere soorten werden piekjaren met ten minste tweemaal zoveel losse meldingen als normaal geïdentificeerd, maar was minder evident sprake van verhoogde sterfte als gevolg van HPAI; voor deze soorten zijn de indicaties gecategoriseerd als zwak. Alle soorten worden besproken in paragraaf 4.2. Zie echter ook kader 3 en paragraaf 6.2 voor beperkingen die samenhangen met het gebruik van losse meldingen.

Tabel 1. Vogelsoorten geassocieerd met HPAI en hun voorkomen in Nederland.

RL b & nb: Rode Lijst broedvogels & niet-broedvogels (B = Bedreigd, EB = Ernstig bedreigd, G = Gevoelig, K = Kwetsbaar, V = Verdwenen)

Bp: Broedpopulatie (meest recente data uit 2013-2021)

Max dt/w: Geschat maximum doortrek of winter; hoogste aantal is gebruikt (meest recente data uit 2013-2020)

T b & nb: Trend broedvogels (Meetnet Broedvogels) & niet-broedvogels (meerdere meetnetten) 2009-2020 of 2010-2021 (-- = afname > 5% per jaar, - = afname < 5% per jaar, 0 = geen significante aantalsverandering, + = toename < 5% per jaar, ++ = toename > 5% per jaar, ~ = geen trend aantoonbaar)

HPAI: Gevallen van HPAI bekend in Europa?

Indicaties: Aanwijzingen voor verhoogde sterfte in Nederland op basis van losse meldingen?

Soort	RL b	RL nb	Bp	Max dt/w	T b	T nb	HPAI	Indicaties
Rotgans				76.300-88.300		0	Ja	Zwak
Zwarte Rotgans				1-100		0		Onbekend
Witbuikrotgans				10-100		~		Onbekend
Roodhalsgans				1-100		+		Onbekend
Kleine Canadese Gans			?	?				Onbekend
Grote Canadese Gans			12.000-16.000	51.600-72.000	+	+	Ja	Zwak
Brandgans			14.000-20.000	710.000-870.000	+	0	Ja	Sterk
Indische Gans			50-90	250-400		--		Onbekend
Keizergans				5-10				Onbekend
Sneeuwvangans			0-2	90-110		+		Onbekend
Grauwe Gans			100.000-165.000	550.000-670.000	+	+	Ja	Sterk
Chinese Knobbelgans				100-200		--		Onbekend
Kleine Rietgans				2700-13.200		--	Ja	Onbekend
Taigarietgans		EB		1-22		--	Ja	Onbekend
Toendrarietgans				240.000-350.000		0	Ja	Onbekend
Kolgans			420-700	820.000-990.000	--	0	Ja	Zwak
Dwerggans		K	0-1	41-56		~	Ja	Onbekend
Zwarte Zwaan			40-60	110-200		0	Ja	Onbekend
Knobbelzwaan			7200-9300	41.700-48.400	0	+	Ja	Sterk
Kleine Zwaan				3500-11.100		--		Onbekend
Wilde Zwaan	G		2	2800-4900	~	0	Ja	Onbekend
Nijlgans			7700-13.000	50.100-56.300	+	0	Ja	Onbekend
Bergeend			4900-8200	95.000-130.000	0	0	Ja	Zwak
Casarca			10-30	100-500		++		Onbekend
Muskuseend			50-100	300-600		~	Ja	Onbekend
Carolina-eend			1-5	20-40				Onbekend
Mandarijneend			350-450	600-1200		~		Onbekend
Zomertaling	B	K	1000-1500	500-2000	0	-	Ja	Onbekend
Slobeend	K		5900-7200	35.300-44.400	0	+	Ja	Onbekend
Krakeend			26.000-32.000	120.000-145.000	+	+	Ja	Onbekend
Smient	G		20-40	820.000-950.000	~	0	Ja	Sterk
Wilde Eend			180.000-280.000	530.000-700.000	-	-	Ja	Onbekend
Pijlstaart	B		5-15	19.700-30.600		0	Ja	Onbekend
Wintertaling	K		1100-1350	100.000-140.000	-	+	Ja	Zwak

Soort	RL b	RL nb	Bp	Max dt/w	T b	T nb	HPAI	Indicaties
Krooneend			440-520	410-860	0	~	Ja	Onbekend
Tafeleend			1700-2100	35.900-67.600	0	-	Ja	Onbekend
Witooegeend			0-3	1-100			Ja	Onbekend
Kuifeend			17.000-20.500	220.000-280.000	-	-	Ja	Sterk
Topper				55.400-110.000		~	Ja	Onbekend
Eider			3500-3600	28.100-99.000	~	-	Ja	Onbekend
Grote Zee-eend				500-2000		+		Onbekend
Zwarte Zee-eend				890-80.300		~		Onbekend
IJseend			2	50-150		0		Onbekend
Brilduiker	G	K	2-6	5900-8500	~	-	Ja	Onbekend
Nonnetje		K	8	1800-5200	++	-	Ja	Onbekend
Grote Zaagbek		B		4400-9100		-	Ja	Onbekend
Middelste Zaagbek	G		40-60	5400-8100	-	0		Onbekend
Rosse Stekelstaart			15-30	70-110	-	~		Onbekend
Roodkeelduiker				1800-11.200		0		Onbekend
Parelduiker				100-500		0		Onbekend
IJsduiker				1-100				Onbekend
Stormvogeltje				1-100				Onbekend
Vaal Stormvogeltje				100-500		-		Onbekend
Noordse Stormvogel				16.300-160.000		--	Ja	Onbekend
Grauwe Pijlstormvogel				100-500		--		Onbekend
Noordse Pijlstormvogel				100-500		-	Ja	Onbekend
Vale Pijlstormvogel		G		1-100		--		Onbekend
Dodaars		K	2100-3000	6900-8400	+	~	Ja	Onbekend
Roodhalsfuut	G		15-16	30-60	~	-		Onbekend
Fuut			11.000-16.000	28.800-37.000	+	0	Ja	Zwak
Kuifduiker		K		64-150		~		Onbekend
Geoorde Fuut			300-360	2200-4300	0	-	Ja	Onbekend
Flamingo				1-100		+		Onbekend
Chileense Flamingo				1-100		++		Onbekend
Zwarte Ooievaar				1-100				Onbekend
Ooievaar			1300-1500	500-2000	++	+	Ja	Sterk
Heilige Ibis				1-100	~	--		Onbekend
Zwarte Ibis				1-100				Onbekend
Lepelaar			3775-3900	9100-12.000	+	+	Ja	Sterk
Roerdomp	K		620-700	500-2000	+	-	Ja	Onbekend
Woudaap	EB		25-50					Onbekend
Kwak	EB		45-50	30-50	0			Onbekend
Koereiger			3	1-100				Onbekend
Blauwe Reiger			10.900-11.200	29.400-37.500	+	0	Ja	Onbekend
Purperreiger			1150-1250	1-5	+			Onbekend
Grote Zilverreiger			395-435	9600-18.600	++	+	Ja	Onbekend
Kleine Zilverreiger	G		50-60	600-830	~	~	Ja	Onbekend
Jan-van-gent				20.800-69.200		0	Ja	Sterk
Kuifaalscholver				1-100		+		Onbekend
Aalscholver			16.800-17.300	59.500-73.000	-	0	Ja	Onbekend
Visarend			6	160-210	++	0		Onbekend
Wespendief			330-400	500-2000				Onbekend
Vale Gier				?			Ja	Onbekend
Slangenarend				1-100				Onbekend
Sperwer			2250-2700	10.000-15.000	-	-	Ja	Onbekend
Havik			1950-2400	5000-7500	0	-	Ja	Zwak
Bruine Kiekendief			800-1100	500-2000	-	0	Ja	Onbekend
Blauwe Kiekendief	G	K	8	500-2000	~	-	Ja	Onbekend
Steppekiekendief			1	1-100				Onbekend
Grauwe Kiekendief	EB		58	100-500	0		Ja	Onbekend

Soort	RL b	RL nb	Bp	Max dt/w	T b	T nb	HPAI	Indicaties
Rode Wouw			32	1-100	++		Ja	Onbekend
Zwarte Wouw			2	1-100	~			Onbekend
Zeearend	G	G	22	90-160	++	++	Ja	Zwak
Ruigpootbuizerd		EB		1-100		--	Ja	Onbekend
Buizerd			11.500-20.000	30.000-50.000	+	-	Ja	Sterk
Waterral			2800-4700	2000-10.000	+	~	Ja	Onbekend
Kwartelkoning	B		90-105		--			Onbekend
Klein Waterhoen			0-8					Onbekend
Kleinst Waterhoen	G		20-45		+			Onbekend
Porseleinhoen	K		220-280	500-2000	-			Onbekend
Waterhoen		G	28.000-40.000	97.000-120.000	+	0	Ja	Onbekend
Meerkoet			120.000-150.000	390.000-470.000	+	+	Ja	Onbekend
Kraanvogel	G		46	200-1000	++	~	Ja	Onbekend
Griel	V			1-100				Onbekend
Scholekster			30.000-37.000	170.000-190.000	-	-	Ja	Onbekend
Steltkluut	G		81	0-2	++			Onbekend
Kluut			5800-6200	12.000-17.000	+	0	Ja	Onbekend
Kievit			89.000-130.000	310.000-510.000	-	-	Ja	Onbekend
Goudplevier	V	G		160.000-180.000		-		Onbekend
Zilverplevier				73.600-86.800		0		Onbekend
Bontbekplevier	K		350-410	12.800-29.500	0	+		Onbekend
Kleine Plevier			1500-2000		+	0		Onbekend
Strandplevier	B	EB	225-245	110-200	0	-		Onbekend
Morinelplevier		B		1-100				Onbekend
Regenwulp				2200-5500			Ja	Onbekend
Wulp	K		3300-4100	160.000-200.000	-	0	Ja	Sterk
Rosse Grutto				160.000-200.000		0		Onbekend
Grutto	G		26.000-33.000	28.500-38.700	-	-		Onbekend
Steenloper		K		6000-9800		+	Ja	Onbekend
Kanoet				120.000-160.000		0	Ja	Sterk
Kemphaan	EB	K	10-30	8200-16.400	--	0		Onbekend
Breedbekstrandloper				1-100				Onbekend
Krombekstrandloper				780-2800		0	Ja	Onbekend
Temmincks Strandloper				100-500		~		Onbekend
Drieteenstrandloper				22.200-38.700		+	Ja	Onbekend
Bonte Strandloper			1	440.000-530.000		0	Ja	Zwak
Paarse Strandloper		B		400-600		0		Onbekend
Kleine Strandloper				100-500		~		Onbekend
Gestreepte Strandloper				1-100				Onbekend
Houtsnip			2000-3500	2000-10.000	+	0	Ja	Onbekend
Bokje				2000-10.000		~		Onbekend
Watersnip	B		900-1450	10.000-50.000	0	-		Onbekend
Grauwe Franjepoot				1-100				Onbekend
Rosse Franjepoot				1-100		~		Onbekend
Oeverloper	G		6-15	10.000-50.000	~	-		Onbekend
Witgat				2000-10.000		~	Ja	Onbekend
Tureluur	G		16.000-20.000	36.800-66.100	-	0	Ja	Onbekend
Poelruiter				1-100				Onbekend
Bosruiter				500-2000		-		Onbekend
Zwarte Ruiter				2300-3000		-		Onbekend
Groenpootruiter				5400-7300		-		Onbekend
Drieteenmeeuw	G		>200	68.300-210.000		0	Ja	Onbekend
Vorkstaartmeeuw				1-100		--		Onbekend
Kokmeeuw			97.000-102.000	480.000-640.000	-	0	Ja	Zwak
Dwergmeeuw	EB		4	21.000-240.000		0		Onbekend
Zwartkopmeeuw			6550-6700	30-60	++		Ja	Onbekend

Soort	RL b	RL nb	Bp	Max dt/w	T b	T nb	HPAI	Indicaties
Stormmeeuw			2900-3400	270.000-380.000	-	0	Ja	Zwak
Grote Mantelmeeuw	G		81-84	25.200-100.000	+	0	Ja	Sterk
Grote Burgemeester				1-100			Ja	Onbekend
Kleine Burgemeester				1-100				Onbekend
Zilvermeeuw			35.000-41.000	130.000-290.000	-	0	Ja	Zwak
Pontische Meeuw			95-100	250-500	++	++	Ja	Onbekend
Geelpootmeeuw			20-50	100-500	~	++	Ja	Onbekend
Kleine Mantelmeeuw			75.000-90.000	94.600-260.000	-	+	Ja	Onbekend
Lachstern	V	EB		17-50		~		Onbekend
Reuzenster		G		130-160		+		Onbekend
Grote Stern	K		15.200-15.400	27.700-120.000	0	+	Ja	Sterk
Dwergstern	K		950-975	500-2000	+	-		Onbekend
Visdief	G	G	15.750-16.750	59.900-240.000	-		Ja	Sterk
Noordse Stern	B		590-620	1260-12.900	-	0	Ja	Onbekend
Witwangstern			69-74	1-100	++			Onbekend
Witvleugelstern			3	1-100				Onbekend
Zwarte Stern	B	K	1425-1550	9000-22.000	0	-		Onbekend
Grote Jager				520-1900		0	Ja	Sterk
Middelste Jager				100-500		--		Onbekend
Kleine Jager		K		2000-10.000		-		Onbekend
Kleinste Jager				1-100		-		Onbekend
Kleine Alk				20-3400		-	Ja	Onbekend
Zeekoet				170.000-570.000		+	Ja	Onbekend
Alk				35.700-200.000			Ja	Onbekend
Zwarte Zeekoet				1-100			Ja	Onbekend
Papegaaiduiker				970-10.600		~	Ja	Onbekend
Kerkuil			2200-2600	4000-10.000	+		Ja	Onbekend
Oehoe	G		54-58	40-60	++		Ja	Onbekend
Bosuil			5200-6400	14.000-18.000	+		Ja	Onbekend
Steenuil	K		8000-9500	20.000-35.000	+		Ja	Onbekend
Ransuil	K		2100-3000	7000-12.000	0		Ja	Onbekend
Velduil	EB	B	5-15	100-500	-	0	Ja	Zwak
Torenvalk	K	K	3800-7700	10.000-20.000	0	+	Ja	Onbekend
Roodpootvalk				1-100				Onbekend
Smelleken				100-500		~	Ja	Onbekend
Boomvalk	K		400-600	500-2000	-			Onbekend
Slechtvalk			200-220	500-650	++	-	Ja	Sterk
Gaai			47.000-68.000	150.000-250.000	0	0	Ja	Onbekend
Ekster			47.000-68.000	150.000-250.000	+	0	Ja	Onbekend
Kauw			100.000-150.000	200.000-1.000.000	-	-	Ja	Onbekend
Roek			51.500-54.500	50.000-200.000	-	-	Ja	Onbekend
Zwarte Kraai			57.000-96.000	200.000-400.000	-	-	Ja	Onbekend
Bonte Kraai			1	1-100		~		Onbekend
Raaf	G		190-210	800-1000	+	++	Ja	Onbekend

Kader 1. Wel of niet op de lijst?

In hoeverre een soort geassocieerd wordt met HPAI, hangt voor een belangrijk deel samen met hoe vaak die soort positief getest wordt. Een aantal factoren speelt daarbij een rol.

1. De mate van ziekte en sterfte als gevolg van HPAI verschilt sterk per soort en per uitbraak. Sommige soorten vertonen bij infectie weinig ziekteverschijnselen. Deze soorten kunnen een belangrijke rol bij de verspreiding van HPAI spelen. Voor het verkrijgen van een volledig beeld van HPAI bij wilde vogels, is het daarom essentieel om niet alleen dode vogels te testen, maar ook levende.

2. Er bestaan grote verschillen tussen soorten, zowel in de mate waarin zij in gebieden voorkomen als in hun levenswijze. Daardoor bestaan er ook grote verschillen in de mogelijkheden waarmee soorten op HPAI getest kunnen worden. Zeldzame soorten, schuwe soorten en verborgen levende soorten zijn over het algemeen moeilijker te bemonsteren dan talrijke soorten die zich goed laten benaderen. Denk bijvoorbeeld aan de verschillen tussen twee in Nederland voorkomende reigers, de heimatelijke Roerdomp en de alledaagse Blauwe Reiger, of aan het feit dat dode grote witte vogels in het veld meer opvallen dan kleine vogels met schutkleuren. Het aantal positieve testen moet dus worden afgezet tegen het totale aantal geteste vogels. Bij sommige van de moeilijk te bemonsteren soorten blijken dat er in de praktijk zeer weinig te zijn.
3. Levende vogels worden in Nederland veelal bemonsterd door ornithologen. In deze selectie van de testen spelen determinatieproblemen een kleine rol. Veel van de bemonsterde vogels uit deze groep zijn zelfs niet alleen op soort gedetermineerd, maar ook op ondersoort, leeftijd en/of geslacht. Dat ligt anders bij de testen van dode vogels. Een aanzienlijk deel daarvan wordt ingezonden door niet-vogelaars en is in eerste instantie onvolledig of verkeerd gedetermineerd, **bijvoorbeeld als ‘wilde zwaan’ (in Nederland bijna altijd Knobbelzwaan) of als ‘eend’ (diverse soorten mogelijk)**. De Nederlandse onderzoeksinstituten werken samen met ornithologen om **achteraf, aan de hand van foto’s, zoveel mogelijk van de inzendingen van een correcte** determinatie te voorzien. Maar niet in alle gevallen blijkt dat in de praktijk mogelijk. Bovendien is het onduidelijk hoe dit in het buitenland is georganiseerd. Onjuiste determinaties kunnen daardoor soms voorkomen.
4. De mogelijkheid bestaat dat een test van een dood gevonden vogel om diverse redenen vals-negatief kan uitpakken, bijvoorbeeld als het dier is doodgegaan aan een herseninfectie en virus niet (meer) aantoonbaar is in cloaca of keel, of als een vogel te lang in het water heeft gelegen (uitspoelen).
5. Tijdens sterftepieken gaan nogal eens waardevolle vogelgegevens verloren, doordat er bij het opruimen van kadavers in de praktijk niet altijd voldoende tijd en aandacht besteed kan worden aan determinatie, registratie en bemonstering. Vaak zijn geen vogelonderzoekers betrokken bij het opruimen van kadavers.

3.2. Kwetsbare soorten

Sinds eind 2016 is massale sterfte in Nederland opgetreden bij verschillende soorten in uiteenlopende jaren, waaronder Brandgans (2020-2022), Smient (2016), Kuifeend (2016), Kanoet (2021) en Grote Stern (2022). Wat deze soorten gemeen hebben is dat ze in bepaalde perioden van het jaar in dichte groepen leven. Het vermoeden bestaat dat dit een belangrijke factor is, omdat er in zulke groepen meer mogelijkheden zijn voor virusoverdracht (blootstelling) en voor eventueel soortspecifieke aanpassing van het virus. Ofschoon dat een plausibele verklaring lijkt te zijn, maakt dat het voorspellen van welke soorten met sterftegolven te maken krijgen niet meteen eenvoudig. De gevoeligheid voor HPAI lijkt namelijk enorm te variëren tussen soorten en afhankelijk van de circulerende AI-virussen. Zo kan ziekte en sterfte bij de ene soort pieken, terwijl de andere soort, die zich gelijktijdig en op vergelijkbare wijze in hetzelfde gebied ophoudt, nauwelijks ziekteverschijnselen vertoont.

Een andere groep waarbij verhoogde sterfte is opgetreden, wordt gevormd door roofvogels en aaseters, en dan in het bijzonder soorten die zich veel in waterrijke gebieden begeven. De aanname is dat deze soorten vooral besmet raken met HPAI door het eten van besmette watervogels.

Alle in tabel 1 genoemde soorten hebben we beoordeeld op bovengenoemde kwetsbare eigenschappen (het leven in dichte groepen en het foerageren op watervogels). Die beoordeling vond plaats op basis van eigen ecologische kennis en informatie uit de Vogelatlas (Sovon 2018). Het resultaat wordt gepresenteerd in tabellen 2 en 3, respectievelijk voor het broedseizoen (grotweg van februari tot en met juni, afhankelijk van de soort) en voor de rest van het jaar (buiten het broedseizoen). Alle soorten die vaak in dichte groepen leven en/of veelvuldig foerageren op watervogels scoorden we met een 1. Soorten die daarnaast reeds kwetsbare populaties hebben, zoals de Rode Lijst-soorten, scoorden we met een 2. Alleen inheemse soorten zijn beoordeeld.

Tabel 2. Vogelsoorten beoordeeld als kwetsbaar voor HPAI in Nederland in het broedseizoen. Zie tabel 1 voor de gebruikte afkortingen.

Soort	RL b	Bp	T b	Beoordeling	Score
Brandgans		14.000-20.000	0	Geclusterd voorkomen met groepen niet-broedvogels en families met jongen	1
Grauwe Gans		100.000-165.000	+	Geclusterd voorkomen met groepen niet-broedvogels en families met jongen	1
Eider		3500-3600	~	Geclusterd voorkomen met groepen mannetjes en later vrouwtjes met jongen	1
Geoorde Fuut		300-360	0	Geclusterd voorkomen vaak bij kolonies van Kokmeeuw & kleine populatie	2
Ooievaar		1300-1500	++	Lokaal geclusterd voorkomen (ooievaarsstations)	1
Lepelaar		3775-3900	+	Kolonievogel & gering aantal locaties	2
Blauwe Reiger		10.900-11.200	+	Kolonievogel	1
Purperreiger		1150-1250	+	Kolonievogel & gering aantal locaties	2
Grote Zilverreiger		395-435	++	Kolonievogel & gering aantal locaties	2
Kleine Zilverreiger	G	50-60	~	Kolonievogel & RL-soort	2
Aalscholver		16.800-17.300	-	Kolonievogel	1
Sperwer		2250-2700	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Havik		1950-2400	0	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Bruine Kiekendief		800-1100	-	Roofvogel in waterrijke gebieden & kleine populatie met dalende trend	2
Blauwe Kiekendief	G	8	~	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2
Grauwe Kiekendief	EB	58	0	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2
Rode Wouw		32	++	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Zwarte Wouw		2	~	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Zeearend	G	22	++	Roofvogel in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Buizerd		11.500-20.000	+	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Steltkluut	G	81	++	Geclusterd voorkomen vaak bij kolonies van andere soorten & RL-soort	2
Kluut		5800-6200	+	Geclusterd voorkomen vaak bij kolonies van andere soorten	1
Drieteenmeeuw	G	>200		Kolonievogel & RL-soort	2
Kokmeeuw		97.000-102.000	-	Kolonievogel	1
Zwartkopmeeuw		6550-6700	++	Kolonievogel & gering aantal locaties	2
Stormmeeuw		2900-3400	-	Kolonievogel	1
Grote Mantelmeeuw	G	81-84	+	Aaseter in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Zilvermeeuw		35.000-41.000	-	Kolonievogel	1
Pontische Meeuw		95-100	++	Kolonievogel (met andere soorten) & kleine populatie	2
Geelpootmeeuw		20-50	~	Kolonievogel (met andere soorten) & kleine populatie	2
Kleine Mantelmeeuw		75.000-90.000	-	Kolonievogel	1
Grote Stern	K	15.200-15.400	0	Kolonievogel & RL-soort	2
Dwergstern	K	950-975	+	Kolonievogel & RL-soort	2
Visdief	G	15.750-16.750	-	Kolonievogel & RL-soort	2
Noordse Stern	B	590-620	-	Kolonievogel & RL-soort	2
Witwangstern		69-74	++	Kolonievogel & kleine populatie	2
Zwarte Stern	B	1425-1550	0	Kolonievogel & RL-soort	2
Velduil	EB	5-15	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2
Boomvalk	K	400-600	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2
Slechtvalk		200-220	++	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & kleine populatie	2

Soort	RL b	Bp	T b	Beoordeling	Score
Roek		51.500-54.500	-	Kolonievogel en aaseter in o.a. waterrijke gebieden	1
Zwarte Kraai		57.000-96.000	-	Aaseter in o.a. waterrijke gebieden	1
Raaf	G	190-210	+	Aaseter in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2

Tabel 3. Vogelsoorten beoordeeld als kwetsbaar voor HPAI in Nederland buiten het broedseizoen. Zie tabel 1 voor de gebruikte afkortingen.

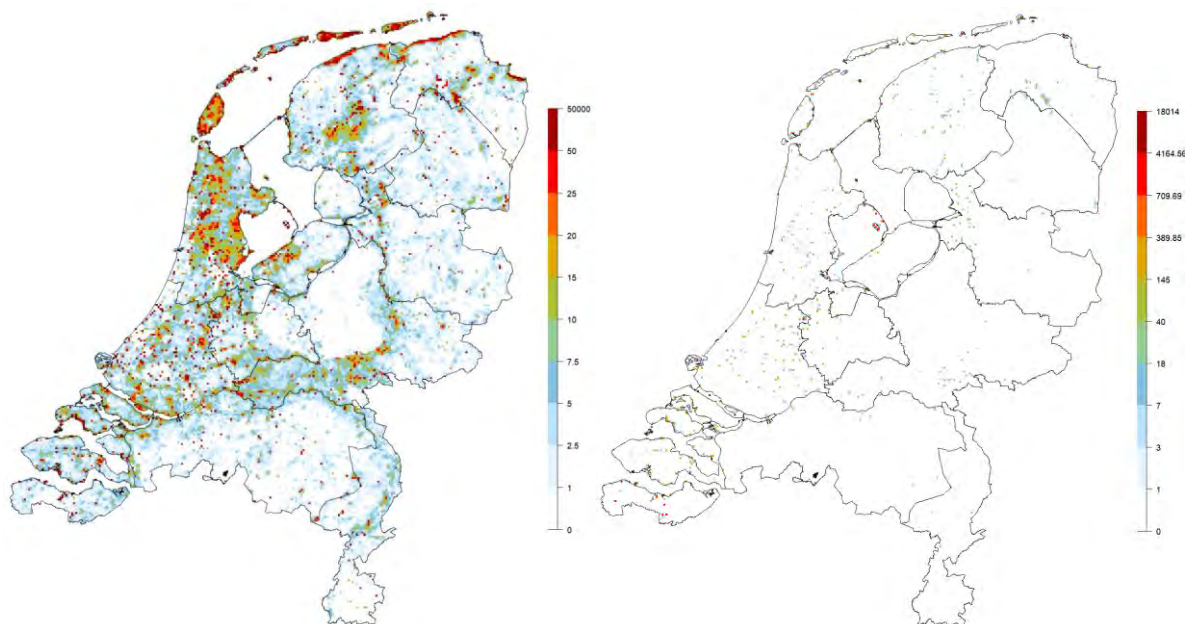
Soort	RL nb	Max dt/w	T nb	Beoordeling	Score
Rotgans		76.300-88.300	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Zwarte Rotgans		1-100	0	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Witbuikrotgans		10-100	~	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Roodhalsgans		1-100	+	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Brandgans		710.000-870.000	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Grauwe Gans		550.000-670.000	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kleine Rietgans		2700-13.200	--	Vaak in groepen in waterrijke gebieden & sterke afname	2
Taigarietgans	EB	1-22	--	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Toendrarietgans		240.000-350.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kolgans		820.000-990.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Dwerggans	K	41-56	~	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Knobbelzwaan		41.700-48.400	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kleine Zwaan		3500-11.100	--	Vaak in groepen in waterrijke gebieden & sterke afname	2
Wilde Zwaan		2800-4900	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Bergeend		95.000-130.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Casarca		100-500	++	Ruiconcentraties in nazomer & kleine populatie	2
Zomertaling	K	500-2000	-	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Slobeend		35.300-44.400	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Krakeend		120.000-145.000	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Smient		820.000-950.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Wilde Eend		530.000-700.000	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Pijlstaart		19.700-30.600	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Wintertaling		100.000-140.000	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Krooneend		410-860	~	Vaak in groepen in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Tafeleend		35.900-67.600	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Witoozeend		1-100		Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Kuifeend		220.000-280.000	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Topper		55.400-110.000	~	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Eider		28.100-99.000	-	Vaak in groepen in kustgebieden	1
Brilduiker	K	5900-8500	-	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Nonnetje	K	1800-5200	-	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Grote Zaagbek	B	4400-9100	-	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Middelste Zaagbek		5400-8100	0	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden	1
Fuut		28.800-37.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Lepelaar		9100-12.000	+	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden	1

Soort	RL nb	Max dt/w	T nb	Beoordeling	Score
Blauwe Reiger		29.400-37.500	0	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden	1
Grote Zilverreiger		9600-18.600	+	Gezamenlijke slaappleatsen in waterrijke gebieden	1
Aalscholver		59.500-73.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Sperwer		10.000-15.000	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Havik		5000-7500	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Bruine Kiekendief		500-2000	0	Roofvogel in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Blauwe Kiekendief	K	500-2000	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2
Zeearend	G	90-160	++	Roofvogel in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Ruigpootbuizerd	EB	1-100	--	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2
Buizerd		30.000-50.000	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden	1
Meerkoet		390.000-470.000	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kraanvogel		200-1000	~	Buiten broedseizoen veel in groepen maar vrij zelden pleisterend in Nederland	1
Scholekster		170.000-190.000	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kluut		12.000-17.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kievit		310.000-510.000	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Goudplevier	G	160.000-180.000	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Zilverplevier		73.600-86.800	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Bontbekplevier		12.800-29.500	+	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden	1
Regenwulp		2200-5500		Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Wulp		160.000-200.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Rosse Grutto		160.000-200.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Grutto		28.500-38.700	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kanoet		120.000-160.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kemphaan	K	8200-16.400	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden & RL-soort	2
Krombekstrandloper		780-2800	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Drieteenstrandloper		22.200-38.700	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Bonte Strandloper		440.000-530.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Kleine Strandloper		100-500	~	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Watersnip		10.000-50.000	-	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Tureluur		36.800-66.100	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Bosruiter		500-2000	-	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Zwarte Ruiter		2300-3000	-	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Groenpootruiter		5400-7300	-	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden	1
Kokmeeuw		480.000-640.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Dwergmeeuw		21.000-240.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Stormmeeuw		270.000-380.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Grote Mantelmeeuw		25.200-100.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Zilvermeeuw		130.000-290.000	0	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Pontische Meeuw		250-500	++	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Geelpootmeeuw		100-500	++	Vaak in groepen (met andere soorten) in waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Kleine Mantelmeeuw		94.600-260.000	+	Vaak in groepen in waterrijke gebieden	1
Lachstern	EB	17-50	~	Gezamenlijke slaappleatsen in nazomer & RL-soort	2
Reuzenstern	G	130-160	+	Gezamenlijke slaappleatsen in nazomer & RL-soort	2
Grote Stern		27.700-120.000	+	In groepen aan kust in nazomer	1
Visdief	G	59.900-240.000		In groepen aan kust in nazomer & RL-soort	2

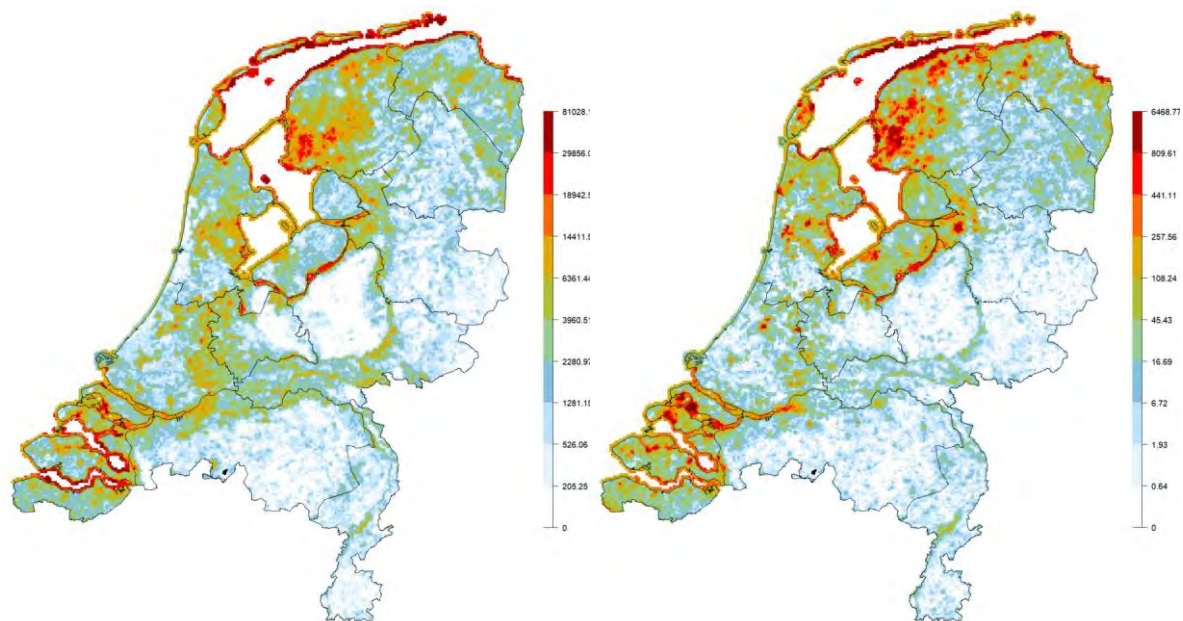
Soort	RL nb	Max dt/w	T nb	Beoordeling	Score
Witvleugelstern		1-100		Veelal in groepen Zwarte Sterns in nazomer & kleine populatie	2
Zwarte Stern	K	9000-22.000	-	Gezamenlijke slaappleaatsen in nazomer & RL-soort	2
Velduil	B	100-500	0	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & RL-soort	2
Smelleken		100-500	~	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Boomvalk		500-2000		Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Slechtvalk		500-650	-	Roofvogel in o.a. waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Roek		50.000-200.000	-	Aaseter in o.a. waterrijke gebieden	1
Zwarte Kraai		200.000-400.000	-	Aaseter in o.a. waterrijke gebieden	1
Bonte Kraai		1-100	~	Aaseter in o.a. waterrijke gebieden & kleine populatie	2
Raaf		800-1000	++	Aaseter in o.a. waterrijke gebieden & kleine populatie	2

3.3. Gebieden met kwetsbare soorten

Om een beeld te verkrijgen van het voorkomen van in Nederland als kwetsbaar beoordeelde vogelsoorten, zijn vier kaarten gemaakt. De eerste twee hebben betrekking op het broedseizoen (figuur 1) en de andere op de rest van het jaar (figuur 2). Voor beide seizoenen is een kaart gemaakt voor de soorten met score 1 en 2 tezamen, en voor alleen de soorten met score 2 (zie paragraaf 3.2). De verspreidingskaarten van roofvogels, uilen en kraaiachtigen zijn hiervoor niet gebruikt, vanwege de aanname dat deze soorten hoofdzakelijk kwetsbaar zijn voor HPAI op plekken met veel besmette watervogels, die dus al in beeld zijn. Het gaat om totaalbeelden, waarin de verspreiding van de betreffende soorten is gestapeld (zie bijlage 1 voor een methodologische beschrijving).



Figuur 1. Verspreidingskaart van als kwetsbaar voor HPAI beoordeelde vogelsoorten in het broedseizoen in Nederland (gemiddeld aantal vogels per km-hok); links soorten met score 1+2, rechts alleen soorten met score 2.



Figuur 2. Verspreidingskaarten van als kwetsbaar voor HPAI beoordeelde vogelsoorten buiten het broedseizoen in Nederland (gemiddeld aantal vogels per km-hok); links soorten met score 1+2, rechts alleen soorten met score 2.

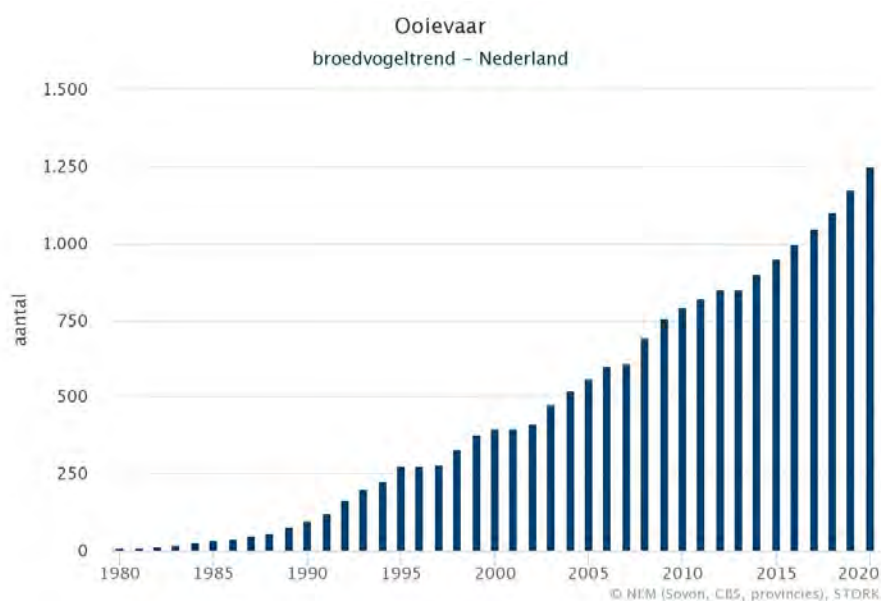
4. Impact van HPAI op populatieniveau

4.1. Achtergrond

4.1.1. Vogelmonitoring

Eén van de hoofdactiviteiten van Sovon is het monitoren van de populatieontwikkelingen van alle in Nederland voorkomende vogelsoorten. Dat gebeurt via verschillende meetnetten, waaronder het Meetnet Watervogels en het Meetnet Broedvogels. Een groot aantal vrijwillige waarnemers draagt hieraan bij door volgens een gestandaardiseerde aanpak vogels te tellen in steekproefgebieden. De meetnetcoördinatoren sturen er onder meer op aan dat er voor alle belangrijke soorten binnen het meetnet voldoende tellingen op de juiste locaties worden gedaan. Binnen het Meetnet Watervogels is één van de meetdoelen, waarop sterk wordt gestuurd, het volgen van vogelsoorten die een rol kunnen spelen bij de verspreiding van AI; voor deze soorten dienen de landelijke trends en verspreiding te worden gemonitord (<https://www.netwerkecologischemonitoring.nl/meetnetten/watervogels>).

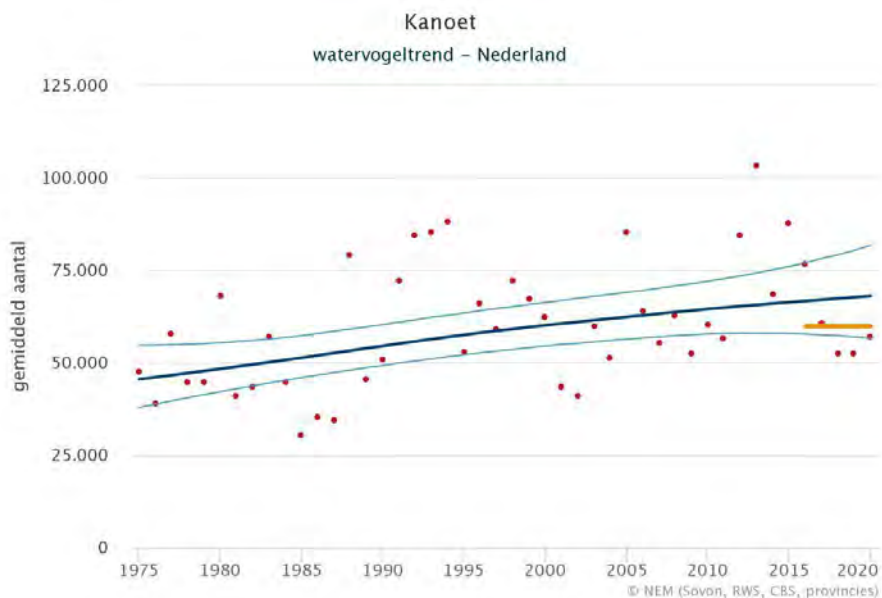
Dankzij deze meetnetten zijn we in staat om de populatieontwikkelingen van vogelsoorten in Nederland nauwkeurig in beeld te brengen. Jaarlijks vindt er een update plaats van de trends en voor alle soorten worden deze en andere gegevens gepubliceerd via onder meer de website van Sovon (<https://stats.sovon.nl>). Het betreft niet alleen landelijke trends, maar – voor relevante soorten – ook trends op gebiedsniveau, bijvoorbeeld voor soorten met instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden. Ter illustratie zijn hieronder enkele landelijke trendfiguren weergegeven. Merk op dat er soorten zijn met flinke schommelingen in de aantallen tussen de jaren (zie bijv. figuur 5), waardoor trendberekening soms bemoeilijkt wordt.



Figuur 3. Trend van Ooievaar als broedvogel in Nederland: een voorbeeld van een soort waarvan de aantallen broedparen heel nauwkeurig bekend zijn.



Figuur 4. Trend van Scholekster als broedvogel in Nederland: een voorbeeld van een soort waarvoor de aantallen broedparen, dankzij tellingen in steekproefgebieden, een heel duidelijke trend laten zien.

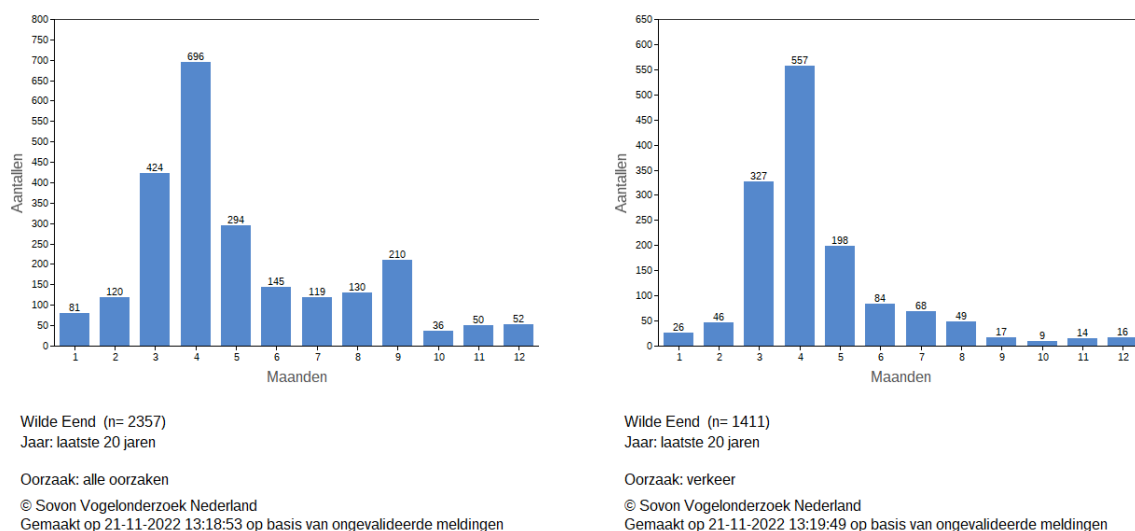


Figuur 5. Trend van Kanoet als wintergast in Nederland; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer: een voorbeeld van een soort met veel spreiding rond de trendlijn (jaarlijkse fluctuaties).

4.1.2. Verhoogde sterfte

Het monitoren van de landelijke trend en de verspreiding van vogelsoorten staat niet gelijk aan het verklaren van veranderingen daarin. In extreme gevallen, zoals bij de massale sterfte in kolonies van Grote Sterns in 2022, zal er weliswaar weinig twijfel bestaan over de vraag of HPAI een rol heeft gespeeld in het dalen van de aantallen, maar in veel andere gevallen zijn verklaringen voor (toe- of) afnames lastiger te geven. Dat komt doordat verschillende factoren een rol spelen. Verhoogde sterfte als gevolg van HPAI kan (gedeeltelijk) worden gecompenseerd of gemaskeerd door een hoog broedsucces als gevolg van gunstige weersomstandigheden of een onverwacht hoog voedselaanbod, of door een hogere overleving en/of broedsucces van het deel van de populatie dat niet is getroffen door HPAI (zogenoemde dichtheidsafhankelijke regulatie). Omgekeerd kan diezelfde sterfte extra desastreus uitpakken als andere factoren juist tegenzitten. Menselijke activiteiten zijn niet zelden van invloed; denk aan beheermaatregelen gericht op specifieke soorten (bescherming danwel bestrijding). De uiteindelijke trend is het resultaat van het totale plaatje.

Om uitspraken te kunnen doen over in hoeverre er sprake is van verhoogde sterfte, moet je eerst weten wat verstaan moet worden onder normale sterfte. De bijdrage van HPAI moet immers gezien worden als die sterfte die onder normale omstandigheden niet zou zijn opgetreden. Vanuit losse meldingen kennen we allerlei sterftepatronen (zie bijv. figuur 6) en zijn we in staat om ongewone sterfte te signaleren. Maar voor een berekening van hoeveel dieren er op enig moment (extra) zijn doodgegaan, is er meer nodig (zie kader 3 en paragraaf 6.2).



Figuur 6. Sterftepatroon van Wilde Eend op basis van meldingen via het invoerportaal van Sovon in Nederland in 2002-2022 (links alle type meldingen, rechts alleen meldingen van (waarschijnlijke) verkeerslachtoffers). De voorjaarspiek hangt vermoedelijk samen met het gedrag rond de paarvorming, waarbij mannetjes nogal eens onbesuisd achter een vrouwtje aanvliegen). De nazomerpiek (links, september) kan deels verklaard worden door sterfte als gevolg van botulisme.

4.2. Soortbesprekingen

Hierna volgt een korte bespreking van de soorten, waarvoor we aanwijzingen hebben dat verhoogde sterfte als gevolg van HPAI is opgetreden in Nederland sinds 2014. Hierin vermelden we onder meer aantallen vondsten van dode vogels. Daarbij moet worden opgemerkt, dat in het overgrote deel van de gevallen niet vaststaat dat HPAI daadwerkelijk de doodsoorzaak was. Desondanks helpen de gegevens om een beeld te vormen, al dan niet in vergelijking met perioden waarin weinig of geen HPAI-besmettingen bekend zijn. Aantallen geteste en positieve vogels in de Europese Unie uit 2005-2017 zijn opgenomen om te laten zien hoe de situatie was in de periode dat de HPAI H5-virussen voor het eerst in Europa werden vastgesteld.

Rotgans

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij één van de 84 op vogelgriep geteste dode Rotganzen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Het betreft hier de resultaten van de zogenaamde ‘passieve AI-monitoring’ door de EU-lidstaten aan de hand van PCR-testen. De resultaten uit 2011-2013 zijn niet meegenomen in de analyse vanwege het ontbreken van HPAI-uitbraken onder wilde vogels in Europa. Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 103 vondsten van dode Rotganzen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken twee van de drie geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al.* *in prep.*). Sindsdien kwamen er nog vijf positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders – tussen Zwarte Haan en Holwerd – vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 12 en zeven dode Rotganzen (van Boekel & Keuning 2022). Bovengenoemde observaties suggeren dat Rotganzen gevoelig zijn voor HPAI, met vooral in 2020/21 aanwijzingen voor verhoogde sterfte, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het uitblijven van duidelijk afgetekende sterftepieken en een gebrek aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

Grote Canadese Gans

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 1,8% van de 1061 op vogelgriep geteste dode Grote Canadese Ganzen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met

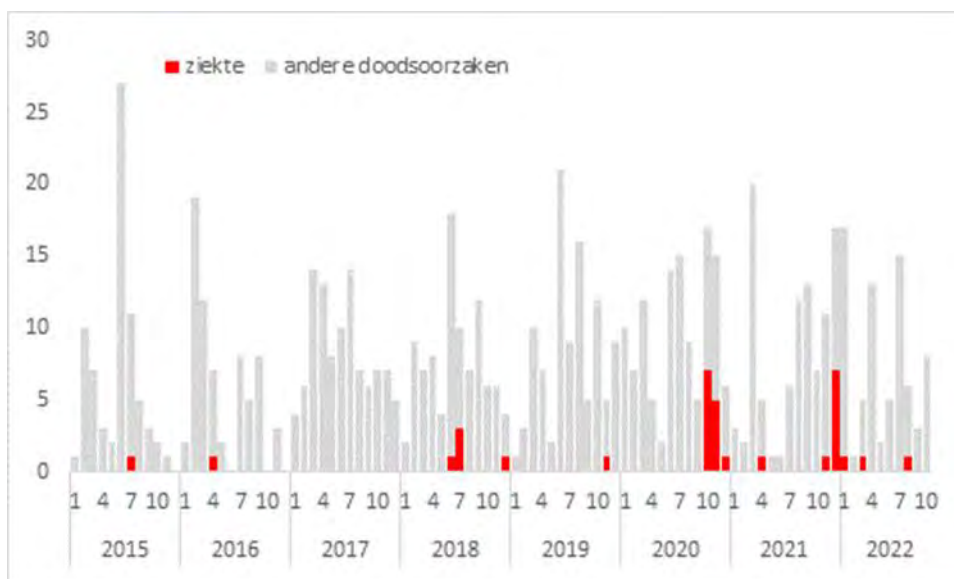
september 2021 werden in Nederland 64 vondsten van dode Grote Canadese Ganzen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken zes van de 12 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog 13 positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). De observaties suggeren dat Grote Canadese Ganzen gevoelig zijn voor HPAI, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het uitblijven van duidelijk afgetekende sterftepieken en een gebrek aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

Brandgans

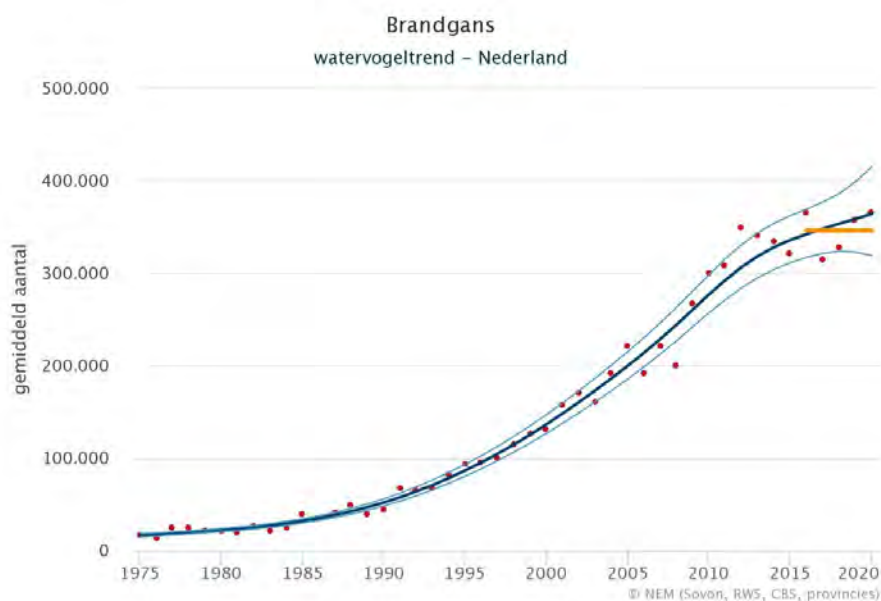
Eind 2020 trad een – niet eerder waargenomen – plotselinge verhoogde sterfte als gevolg van HPAI op onder Brandganzen in Nederland. Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden 3435 vondsten van dode Brandganzen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken 147 van de 171 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog minstens 128 positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 1819 en 1653 dode Brandganzen (van Boekel & Keuning 2022). Caliendo *et al. (in prep.)* schatten dat tot 4,4% van de in Nederland overwinterende Brandganzen in 2020/21 door HPAI kan zijn doodgegaan. In het voorjaar van 2022 werd ook sterfte onder broedende Brandganzen in kolonies in het Haringvliet geconstateerd (Ronald in 't Veld & Cor van Aart *pers. comm.*). Van Brandganzen die tijdens de rui op Goeree-Overflakkee in juli 2022 werden gevangen was géén van de 119 geteste vogels positief (Henk van der Jeugd *pers. comm.*).

Het aantal doodmeldingen van geringde Brandganzen met als doodsoorzaak ‘ziekte’ nam vanaf het najaar van 2020 merkbaar toe, van gemiddeld 1,6% naar 11,8% van alle meldingen (figuur 7). Het gemiddelde aantal doodgemelde geringde Brandganzen nam sinds november 2020 toe met 28% ten opzichte van de periode 2015-2020. De gemiddelde jaarlijkse sterfte van volwassen Brandganzen uit de Barentszee-populatie bedraagt ca. 14% (Fokkema *et al. 2020*).

Tellingen in de nabije toekomst zullen duidelijk moeten maken in hoeverre de langdurig verhoogde sterfte als gevolg van HPAI de populatieomvang heeft beïnvloed. Het aantal overwinterende Brandganzen in Nederland is in de afgelopen jaren fors gestegen (figuur 8); in 2013-2015 bedroeg het geschatte maximum 780.000-820.000 exemplaren (doorgaans in februari). Ook het aantal broedparen is vanaf ca. 1995 toegenomen, tot ca. 14.000-20.000 in 2018-2020, al is recent sprake van afname door populatiebeheer in de zomer (Kees Koffijberg *pers. comm.*).



Figuur 7. Aantal doodgemelde geringde Brandganzen per maand in Nederland. In rood het aantal waarbij ziekte als doodsoorzaak werd opgegeven.



Figuur 8. Trend van Brandgans als wintergast in Nederland; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer.

Grauwe Gans

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 3,5% van de 1968 op vogelgriep geteste dode Grauwe Ganzen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 390 vondsten van dode Grauwe Ganzen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken 30 van de 59 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog zeker 131 positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 67 en 55 dode Grauwe Ganzen (van Boekel & Keuning 2022). Tijdens ruivangsten in Noord-Holland en Utrecht werden met regelmaat Grauwe Ganzen met symptomen van HPAI waargenomen (Duke faunabeheer *pers. comm.*). Vier van deze vogels werden onderzocht en testten alle positief (Henk van der Jeugd *pers. comm.*). Caliendo *et al. (in prep.)* schatten dat tot 0,7% van de in Nederland overwinterende Grauwe Ganzen in 2020/21 door HPAI kan zijn doodgegaan.

Kolganzen

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 0,6% van de 350 op vogelgriep geteste dode Kolganzen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 64 vondsten van dode Kolganzen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken acht van de negen geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog vijf positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk negen en 10 dode Kolganzen (van Boekel & Keuning 2022). De observaties suggeren dat Kolganzen gevoelig zijn voor HPAI, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het uitblijven van duidelijk afgetekende sterftepieken en een gebrek aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

Knobbelzwaan

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 7,6% van de 12.268 op vogelgriep geteste dode Knobbelzwanen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 305 vondsten van dode Knobbelzwanen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek 40,9% van de 93 geteste karkassen HPAI-positief. Ook werden in deze periode 629 vondsten en 19 HPAI-gevallen onder 54 geteste ongedetermineerde zwanen opgetekend (Caliendo *et al. in prep.*); vermoedelijk betrof het merendeel daarvan eveneens Knobbelzwanen. Sindsdien kwamen er nog eens minimaal 111 positieve gevallen van Knobbelzwanen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Door Caliendo *et al. (in prep.)* werd geschat dat tot 8% van de in Nederland overwinterende Knobbelzwanen in 2020/21 door HPAI kan zijn doodgegaan. De Nederlandse winterpopulatie bedroeg in 2016-2021 naar schatting 41.700-48.400 Knobbelzwanen.

Bergeend

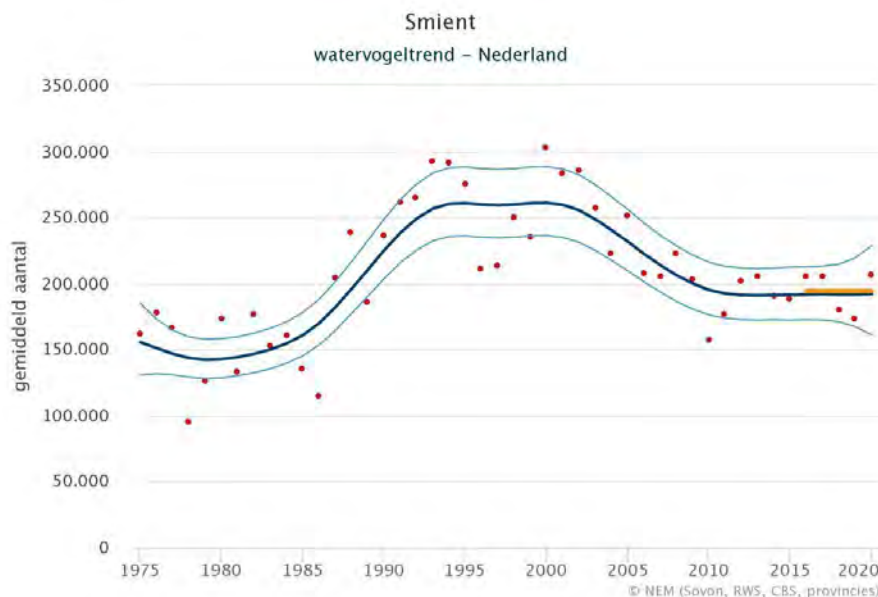
Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 0,5% van de 218 op vogelgriep geteste dode Bergeenden in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 493 vondsten van dode Bergeenden geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken alle twee geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Bij de stranding van ruim 200 zieke en dode exemplaren aan de Westerschelde in augustus 2021 speelde in elk geval botulisme een rol (<https://dwhc.nl/resultaten-onderzoek-aangespoelde-bergeenden>). Een jaar later waren er opnieuw berichten over verhoogde sterfte, niet alleen op de Westerschelde (ca. 1400 dode exemplaren, Sander Lilipaly *pers. comm.*) maar ook op de Waddenzee, **waar zich 's zomers grote aantallen ruiende** Bergeenden ophouden. Vanaf oktober 2021 zijn er bovendien vier nieuwe HPAI-gevallen bijgekomen (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 73 en 153 dode Bergeenden (van Boekel & Keuning 2022). De observaties suggeren dat Bergeenden gevoelig zijn voor HPAI, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het geringe aantal bemonsterde vogels en de beperkte hoeveelheid aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

Smient

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 3,7% van de 219 op vogelgriep geteste dode Smienten in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). In Nederland gingen vooral eind 2016 veel Smienten dood. Kleyheeg *et al.* (2017) verzamelden meldingen van dode vogels van november 2016 tot en met januari 2017 en concludeerden dat waarschijnlijk ca. 13.600 vogels, behorend tot 71 verschillende soorten, waren doodgegaan tijdens deze vogelgriepuitbraak in Nederland. Net iets meer dan de helft van de vogels (51%) was niet op soort gedetermineerd; bij het opruimen van kadavers bleek determinatie vaak onhaalbaar (zie kader 1). Van het restant bleek 37% om Smienten te gaan. Alle 18 onderzochte dode Smienten bleken te zijn besmet met HPAI H5N8. De sterfte trad tamelijk gepiekt op in december en tekende zich vooral af in graslandgebieden in het noorden en westen van het land (figuur 22).

Ook na 2016 zijn er aanwijzingen geweest voor verhoogde sterfte onder Smienten, al leek de soort nu minder gevoelig voor HPAI. Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 125 vondsten van dode Smienten geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken 12 van de 13 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien is er nog één positief geval bijgekomen (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 134 en 263 dode Smienten (van Boekel & Keuning 2022). Opgemerkt moet worden dat in de jaren dat HPAI nog niet jaarrond in Nederland aanwezig was (2014, 2016, 2017, 2020), opmerkelijk vaak levende en ogenschijnlijk gezonde Smienten vroeg in het seizoen positief werden getest op HPAI (Ron Fouchier *pers. comm.*), wat erop kan duiden dat deze soort een belangrijke vector is.

Kleyheeg *et al.* (2017) schatten dat tot 5% van de in Nederland overwinterende Smienten in 2016/17 door HPAI kan zijn doodgegaan. In de landelijke trend valt echter geen afwijking op rond 2016-2017 (figuur 9).



Figuur 9. Trend van Smient als wintergast in Nederland; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer.

Wintertaling

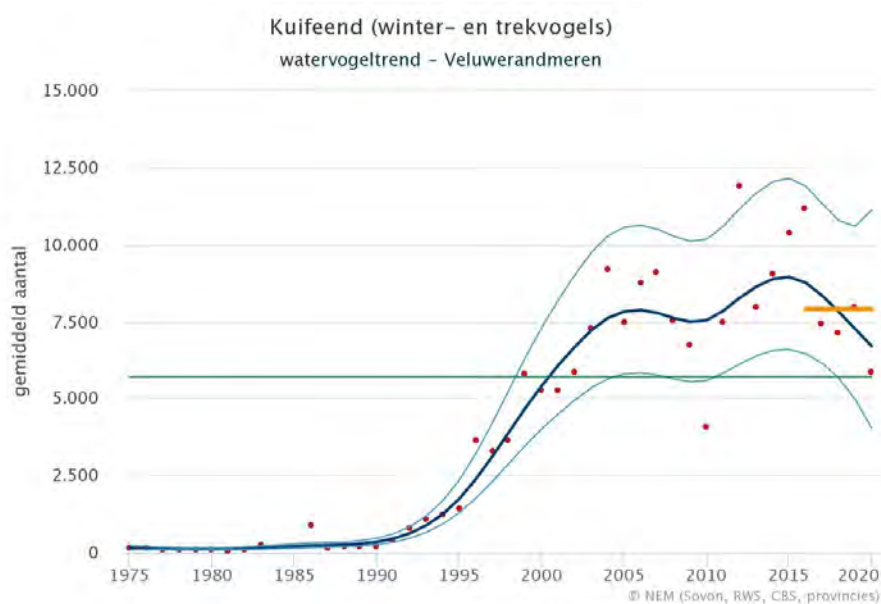
Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 0,4% van de 1145 op vogelgriep geteste dode Wintertalingen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 132 vondsten van dode Wintertalingen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek één van de twee geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk negen en 71 dode Wintertalingen (van Boekel & Keuning 2022). Uit oktober 2022 is een melding bekend van 105 dode Wintertalingen bij Hoofdplaat in Zeeland (Sander Lilipaly *pers. comm.*). De observaties suggereren dat Wintertalingen gevoelig zijn voor HPAI, met vooral in 2022 aanwijzingen voor verhoogde sterfte, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het uitblijven van duidelijk afgetekende sterftepieken en een gebrek aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

Kuifeend

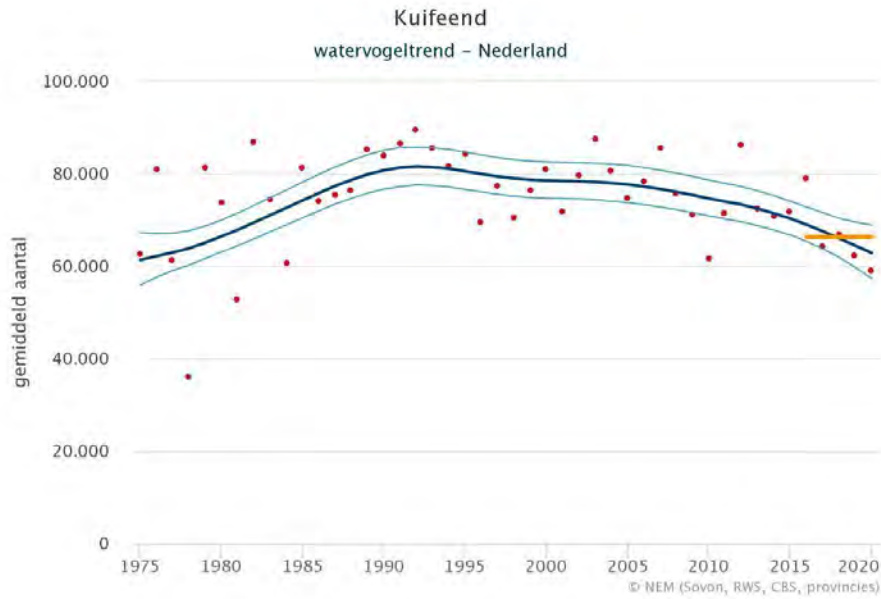
Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 33,4% van de 1011 op vogelgriep geteste dode Kuifeenden in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Dat hoge percentage is deels te wijten aan gevallen van massale sterfte in het najaar van 2016. In Nederland gingen toen vooral veel Kuifeenden dood op de Gouwzee en de Randmeren. Kleyheeg *et al.* (2017) verzamelden meldingen van dode vogels van november 2016 tot en met januari 2017 en concludeerden dat waarschijnlijk ca. 13.600 vogels, behorend tot 71 verschillende soorten, waren doodgegaan tijdens deze vogelgriepuitbraak in Nederland. Net iets meer dan de helft van de vogels (51%) was niet op soort gedetermineerd. Van het restant bleek 39% om Kuifeenden te gaan. Van de 11 onderzochte dode Kuifeenden bleken er acht te zijn besmet met HPAI H5N8. De sterfte trad sterk gepiekt op in de tweede helft van november (figuur 22).

Na 2016 is dergelijke massale sterfte onder Kuifeenden niet meer vastgesteld in Nederland. Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 45 vondsten van dode Kuifeenden geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek één van de 19 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien zijn er geen positieve gevallen bijgekomen (Nancy Beerens *pers. comm.*).

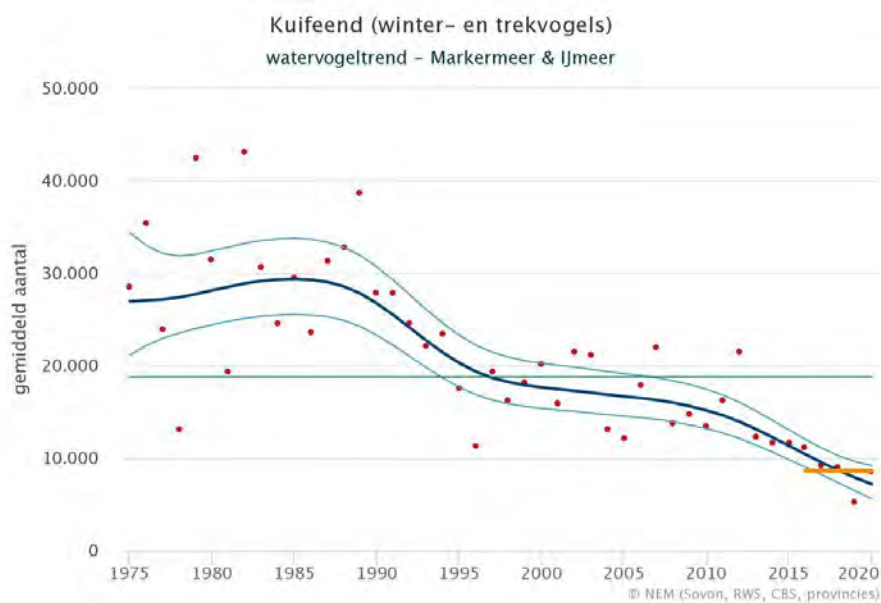
Kleyheeg *et al.* (2017) schatten dat tot 5% van de in Nederland overwinterende Kuifeenden in 2016/17 door HPAI kan zijn doodgegaan. Watervogeltellingen in Natura 2000-gebied Veluwerandmeren laten een terugval zien in het aantal Kuifeenden in 2017 en de jaren daarna, ten opzichte van 2016 waarin juist opvallend veel Kuifeenden werden geteld (figuur 10). In de landelijke trend is van een ondergemiddeld resultaat in 2017 echter geen sprake (figuur 11). Het is onduidelijk in hoeverre sterfte als gevolg van HPAI een belangrijke rol heeft gespeeld. In de, vanaf eind jaren tachtig, dalende trend van het Markermeer-IJmeer (inclusief Gouwzee) is geen afwijking zichtbaar rond 2016-2017 (figuur 12).



Figuur 10. Trend van Kuifeend als wintergast in Natura 2000-gebied Veluwerandmeren; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer en de groene lijn de instandhoudingsdoelstelling voor de soort in dit gebied.



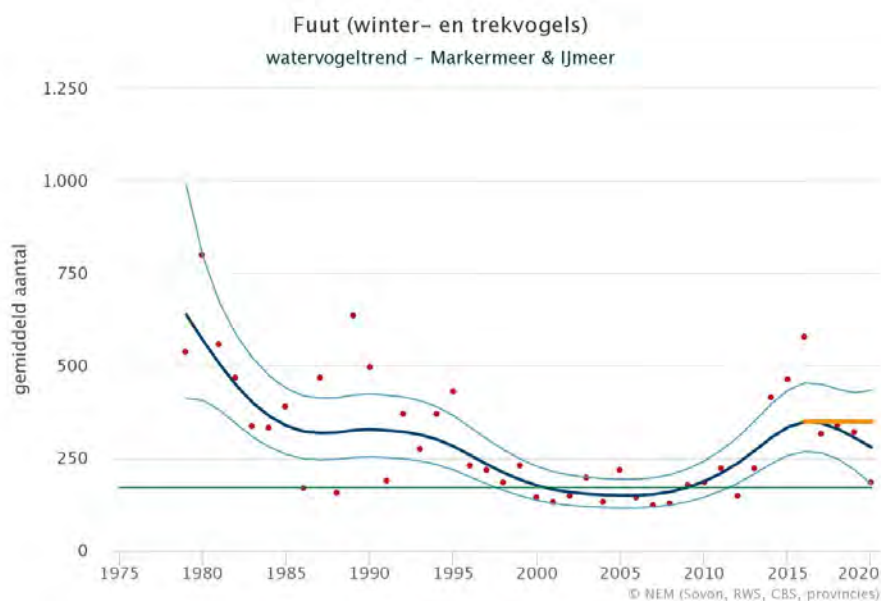
Figuur 11. Trend van Kuifeend als wintergast in Nederland; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer.



Figuur 12. Trend van Kuifeend als wintergast in Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer en de groene lijn de instandhoudingsdoelstelling voor de soort in dit gebied.

Fuut

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 8,5% van de 588 op vogelgriep geteste dode Futen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). In november 2016 verschenen er berichten over hogere aantallen dode Futen dan normaal, onder meer op de Gouwee, waar ook massale sterfte als gevolg van HPAI bij Kuifeenden werd vastgesteld. Op een traject van ca. 2500 m, dat op vier dagen in december 2016 werd onderzocht op de aanwezigheid van dode vogels, werden echter slechts twee dode Futen gevonden op een totaal van gemiddeld ruim 350 levende exemplaren (eigen data); aanzienlijk minder dan bijvoorbeeld de 45 dode Kuifeenden en 41 dode Smienten die werden geregistreerd. Van de vijf onderzochte dode Futen van november 2016 tot en met januari 2017 werd bij drie HPAI vastgesteld (Kleyheeg *et al.* 2017). In 2022 testten zeven dode Futen positief op HPAI (Nancy Beerens *pers. comm.*). Watervogeltellingen in Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer, waar de Gouwee onderdeel van uitmaakt, laten een terugval zien in het aantal Futen in 2017 ten opzichte van 2016 (figuur 13). Het is onduidelijk in hoeverre sterfte als gevolg van HPAI hierbij een rol heeft gespeeld. De landelijke trend over 2009-2020 is stabiel, al valt ook daarin het ondergemiddelde resultaat van 2017 op.



Figuur 13. Trend van Fuut als wintergast in Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer en de groene lijn de instandhoudingsdoelstelling voor de soort in dit gebied.

Ooievaar

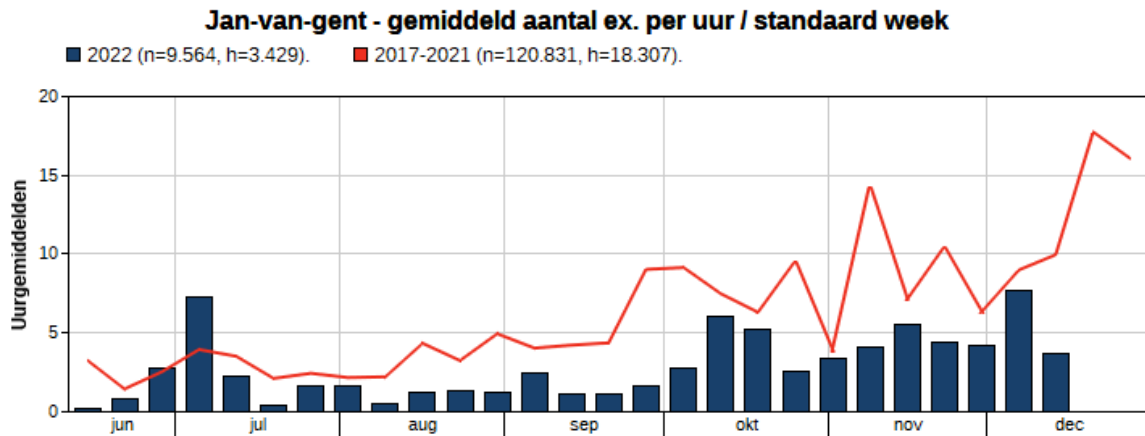
Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 0,5% van de 911 op vogelgriep geteste dode Ooievaars in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). In Nederland werd deze soort tot voor kort zelden geassocieerd met vogelgriep. Dat veranderde echter in het voorjaar van 2022, met de eerste meldingen uit onder andere Noord-Brabant, het Rivierengebied en Friesland. Vanaf begin juli werd een oplopend aantal dode Ooievaars gemeld met name op en rond een ooievaarsstation bij Meppel; half augustus stond de teller daar op ruim 50. De slachtoffers waren zowel volwassen vogels als nestjongen en net uitgevlogen jongen. Wat ook opviel, was dat in veel gevallen slechts een deel van een ooievaarsfamilie doodging, terwijl de rest ogenschijnlijk gezond bleef (Annemieke Enters & Wim van Nee *pers. comm.*). Bij 28 in 2022 in Nederland verzamelde en onderzochte dode exemplaren werd HPAI H5N1 vastgesteld (Nancy Beerens *pers. comm.*). Deze bevindingen wijzen erop dat bij de Ooievaar rekening moet worden gehouden met een negatief effect van HPAI op de populatie. Het aantal broedparen in Nederland werd in 2021 geschat op ca. 1300-1500, weliswaar een verdubbeling sinds 2008, maar nog steeds een vrij klein aantal.

Lepelaar

In het late voorjaar van 2022 verschenen er berichten over verhoogde sterfte bij Lepelaars, onder meer bij nestjongen en juveniele vogels in kolonies in het Deltagebied; daar werden ca. 50 dode vogels geregistreerd (Sander Lilipaly *pers. comm.*). Tot dan toe werd deze soort zelden geassocieerd met vogelgriep. Bij drie onderzochte karkassen werd echter HPAI H5N1 vastgesteld (Nancy Beerens *pers. comm.*). Uiteindelijk bleef het aantal meldingen van dode Lepelaars, dat tijdens en na het broedseizoen van 2022 werd gedaan bij Waarneming.nl, DWHC en Sovon, beperkt tot ca. 30. Op een populatie van ca. 3775-3900 broedparen is dat wellicht niet veel, al kan de werkelijke sterfte in de voor publiek gesloten kolonies een stuk hoger zijn geweest. De gebeurtenissen wijzen hoe dan ook op de kwetsbaarheid van de Lepelaar, die slechts op een beperkt aantal plekken in Nederland broedt.

Jan-van-gent

Jan-van-genten broeden niet in Nederland, maar bezoeken wel in groten getale het Nederlandse deel van de Noordzee. Elders in Noordwest-Europa werd in 2022 massale sterfte als gevolg van HPAI vastgesteld in broedkolonies (zie paragraaf 4.3). Doordat deze soort lange foerageervluchten op zee maakt, werden besmette en stervende vogels ook ver buiten de kolonies gevonden. Van april 2022 en met oktober 2022 spoelden naar schatting meer dan 1600 dode exemplaren aan op de Nederlandse kust met een piek in het midden van de zomer; het betrof ruim 18 keer het normale aantal (Camphuysen *et al. in prep.*). Ook lag het aantal langs trektelposten vliegende exemplaren na deze sterftegolf fors lager dan gemiddeld over de voorgaande vijf seizoenen (figuur 14).



Figuur 14. Aantallen Jan-van-genten geregistreerd vanaf zeetrekelposten in Nederland in het najaar van 2022 (tot half december) vergeleken met het gemiddelde over 2017-2021 (bron: Trektellen.nl).

Havik

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 1,3% van de 616 op vogelgriep geteste dode Haviken in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 31 vondsten van dode Haviken geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek één van de zeven geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien werden nog eens minstens 25 dode exemplaren gemeld bij Waarneming.nl, DWHC en Sovon, en kwamen er zeven positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Op een broedpopulatie van ca. 1950-2400 paren lijken dit kleine aantallen. Bij een veelal solitair en onopvallend levende soort als de Havik is sterfte echter moeilijk te detecteren; het overgrote deel van de dode Haviken zal onopgemerkt blijven. Mede daardoor is het onduidelijk welke impact HPAI heeft op de populatie. De vondsten van twee zieke, met HPAI H5N1 besmette Haviken in Drenthe en Zuid-Holland en de prooikeuze van Haviken binnen het Drentse territorium in 2009-2022 (onder andere Wintertaling, Kievit en Kokmeeuw) werden beschreven door Bijlsma *et al.* (2022).

Zeearend

In de jaren vijftig en zestig hadden Zeearenden te lijden onder pesticidengebruik en vervolging (Helander & Stjernberg 2003). Daarna volgde een periode van herstel in Noord- en Midden-Europa en vanaf het eerste broedgeval in de Oostvaardersplassen in 2006 is ook in Nederland sprake van een sterke toename. In 2019 hadden reeds 15 paren in Nederland een nest en sindsdien is dat aantal alweer verdubbeld (20 nesten in 2020, 22 in 2021 en 30 in 2022).

Toch zijn er ook zorgen rondom de populatieontwikkelingen van de Zeearend. Sinds het voorjaar van 2021 zijn er in Nederland namelijk twee dode nestjongen positief getest op HPAI en bij drie andere dode nestjongen bestond een vermoeden van HPAI (tabel 4). Ook uit het buitenland zijn besmettingen bij Zeearenden bekend, zoals in 2016/17 in Scandinavië en Noord-Duitsland (Krone *et al.* 2018) en in 2022 op Mull in Schotland (<https://www.rspb.org.uk/about-the-rspb/about-us/media-centre/press-releases/mull-white-tailed-eagle-chick-dead-from-bird-flu>). Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 6,6% van de 426 op vogelgriep geteste dode Zeearenden in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Omdat Zeearenden pas na ca. 5-6 jaar volwassen zijn, moet er mee rekening worden gehouden dat eventuele gevolgen voor de Nederlandse broedpopulatie pas met enige vertraging zichtbaar worden.

Tabel 4. Aantallen paren en uitgevlogen jongen van Zeearend in Nederland in 2018-2022 (bron: Werkgroep Zeearend Nederland).

Jaar	Paren met nest	Aantal jongen	Aantal vliegvlug	Opmerkingen
2018	14	17	15	88% van de jongen werd vliegvlug.
2019	15	14	14	100% van de jongen werd vliegvlug.
2020	20	22	22	100% van de jongen werd vliegvlug.
2021	22	17	15	88% van de jongen werd vliegvlug. In het Zuidlaardermeergebied werd een dood nestjong positief getest op HPAI H5N1.
2022	30	30	22	73% van de jongen werd vliegvlug. HPAI werd vastgesteld bij een dood nestjong in het Voorsterbos en vermoed bij drie dode nestjongen elders.

Buizerd

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 1,1% van de 6.307 op vogelgriep geteste dode Buizerds in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 365 vondsten van dode Buizerds geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek 29,7% van de 91 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog eens 55 positieve gevallen bij, merendeels uit de eerste drie maanden van 2022 (Nancy Beerens *pers. comm.*). Voor een weinig in groepen levende soort als de Buizerd, waarvan dode exemplaren merendeels onopgemerkt zullen blijven, zijn dit hoge aantallen. Door Caliendo *et al. (in prep.)* werd geschat dat tot 12% van de in Nederland overwinterende Buizerds in 2020/21 door HPAI kan zijn doodgegaan.

Wulp

Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 84 vondsten van dode Wulpen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken vier van de zes geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien lijkt de situatie voor de Wulp niet te zijn verbeterd, afgaande op de tientallen meldingen van dode exemplaren die zijn gedaan bij Waarneming.nl, DWHC en Sovon, en op zes nieuwe positieve gevallen uit het lab (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2021/22 in totaal 78 dode Wulpen (19 meer dan in de winter ervoor) (van Boekel & Keuning 2022). In West-Overijssel keerde in 2022 ongeveer een kwart minder gekleurde broedvogels terug, dan op grond van langjarig onderzoek mocht worden verwacht (Gerrit Gerritsen *pers. comm.*).

De Wulp is een Rode Lijst-soort, waarvan de Nederlandse broedpopulatie wordt aangemerkt als kwetsbaar. Zowel de lange- (vanaf 1984) als kortetermijntrend (2009-2020) tonen een gestage afname van de broedpopulatie. In 2018-2020 werd het aantal paren geschat op 3300-4100. Tellingen in de komende jaren moeten duidelijk maken in hoeverre de populatie door HPAI nog verder onder druk is komen te staan. Opgemerkt moet worden dat de in Nederland vastgestelde sterfte deels zal zijn opgetreden bij hier overwinterende Wulpen, afkomstig uit broedgebieden elders (tot in Noordwest-Rusland). Voor een goed beeld is gedetailleerde informatie langs de gehele trekroute nodig. Twee op de Noord-Friese kwelders dood gevonden exemplaren bleken in Finland te zijn geringd (Wim van Boekel *pers. comm.*).

Kanoet

Half december 2021 werden enkele honderden dode Kanoeten aangetroffen in het oostelijke Waddengebied, waarvan een klein aantal geteste exemplaren besmet bleek te zijn met HPAI H5N1 (<https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Biovetinary-Research/show-bvr/Vogelgriep-bij-wilde-vogels.htm>). In totaal werden in de winter van 2021/22 acht dode Kanoeten positief gestest (Nancy Beerens *pers. comm.*). Ook uit het buitenland zijn berichten over massale sterfte onder Kanoeten bekend, onder andere uit het Duitse deel van de Waddenzee. Daarentegen werd op de Noord-Friese kwelders geen verhoogde sterfte onder Kanoeten opgemerkt in 2021/22 (van Boekel & Keuning 2022). Omdat gedetailleerde informatie over de omvang van de sterfte ontbreekt, is het voornamelijk moeilijk om in te schatten hoe groot het effect is op de populatie.

Bonte Strandloper

Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 56 vondsten van dode Bonte Strandlopers geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek één van de drie geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 39 en 19 dode Bonte

Strandlopers (van Boekel & Keuning 2022). Op een populatie van ca. 370.000-560.000 in Nederland doortrekkende en overwinterende exemplaren zijn dit verwaarloosbare aantallen. Toch kunnen ze wijzen op verhoogde sterfte bij deze soort. Bonte Strandlopers houden zich immers voor een belangrijk deel op in gebieden met weinig mensen (getijdengebieden en voor publiek gesloten kusten) en dode exemplaren vallen mede door hun kleine formaat niet gauw op. Bovendien worden relatief veel van dit soort kleine vogels snel **'opgeruimd' door predatoren en aaseters.**

Kokmeeuw

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 0,7% van de 4075 op vogelgriep geteste dode Kokmeeuwen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 286 vondsten van dode Kokmeeuwen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken vijf van de 15 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog 25 positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 14 en 114 dode Kokmeeuwen (van Boekel & Keuning 2022). In enkele gemengde kolonies met sterfte onder Grote Sterns en/of Visdieven in het Deltagebied werd ook verhoogde sterfte bij Kokmeeuwen geregistreerd (Sander Lilipaly *pers. comm.*). De observaties suggeren dat Kokmeeuwen gevoelig zijn voor HPAI, met vooral in 2022 aanwijzingen voor verhoogde sterfte, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het uitblijven van duidelijk afgetekende sterftepieken en een gebrek aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

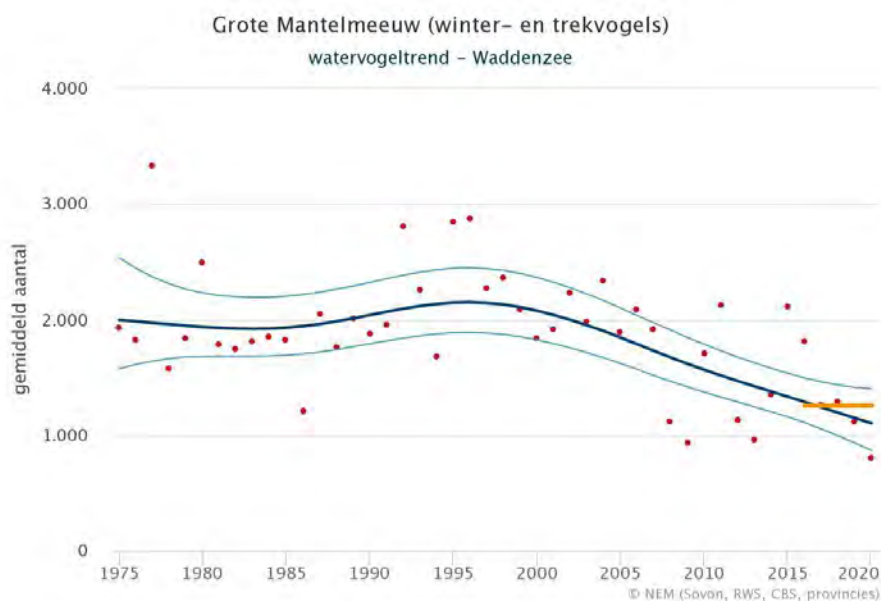
Stormmeeuw

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 0,8% van de 481 op vogelgriep geteste dode Stormmeeuwen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 56 vondsten van dode Stormmeeuwen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek één van de twee geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog twee positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk zes en 44 dode Stormmeeuwen (van Boekel & Keuning 2022). De observaties suggeren dat Stormmeeuwen gevoelig zijn voor HPAI met vooral in 2022 aanwijzingen voor verhoogde sterfte, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het uitblijven van duidelijk afgetekende sterftepieken en een gebrek aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

Grote Mantelmeeuw

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 13,8% van de 159 op vogelgriep geteste dode Grote Mantelmeeuwen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Kleyheeg *et al.* (2017) rapporteerden 78 dode exemplaren in Nederland van november 2016 tot en met januari 2017 en HPAI-positieve uitslagen voor alle vijf onderzochte karkassen. Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden 137 vondsten van dode Grote Mantelmeeuwen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek het enige geteste karkas HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog vijf positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk acht en 23 dode Grote Mantelmeeuwen (van Boekel & Keuning 2022).

Watervogeltellingen in Natura 2000-gebied Waddenzee laten een terugval zien in het aantal Grote Mantelmeeuwen in 2017 ten opzichte van 2015 en 2016 (figuur 15). Het is onduidelijk in hoeverre sterfte als gevolg van HPAI hierbij een rol heeft gespeeld. De landelijke trend over 2009-2020 is stabiel. Kleyheeg *et al.* (2017) schatten dat 2-10% van de in Nederland overwinterende Grote Mantelmeeuwen in 2016/17 door HPAI kan zijn doodgegaan. Caliendo *et al. (in prep.)* kwamen voor 2020/21 zelfs tot een schatting van maximaal 25%.



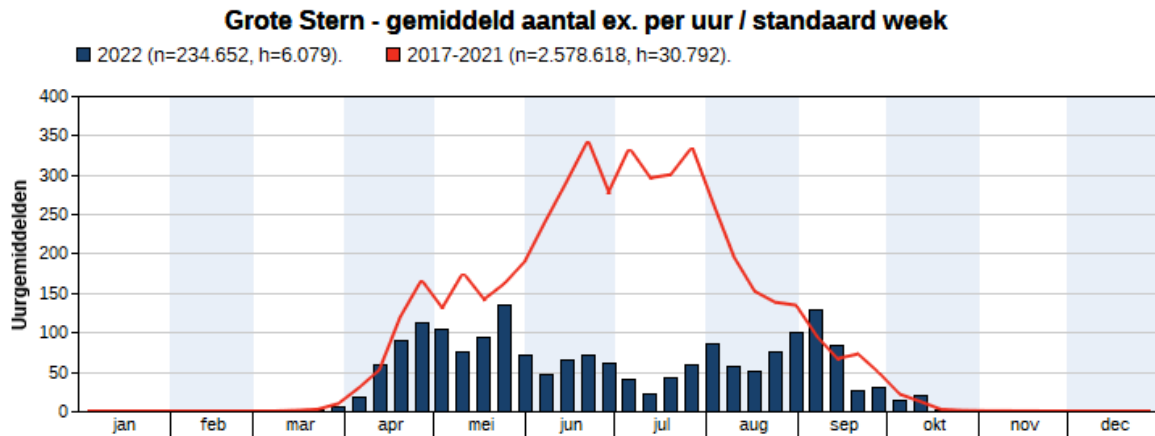
Figuur 15. Trend van Grote Mantelmeeuw als wintergast op de Waddenzee: de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer.

Zilvermeeuw

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 3,1% van de 2135 op vogelgriep geteste dode Zilvermeeuwen in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 275 vondsten van dode Zilvermeeuwen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken vier van de 10 geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er nog minimaal acht positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Bovendien waren er vooral in de nazomer van 2022 aanwijzingen voor verhoogde sterfte, onder meer in het Delta- en Waddengebied (Sander Lilipaly & Kees Camphuysen *pers. comm.*). Twee vogelonderzoekers die systematisch dode vogels tellen op de Noord-Friese kwelders, vonden in 2020/21 en 2021/22 in totaal respectievelijk 31 en 123 dode Zilvermeeuwen (van Boekel & Keuning 2022). De observaties suggereren dat Zilvermeeuwen gevoelig zijn voor HPAI, maar welke impact deze ziekte heeft op de populatie is door het geringe aantal bemonsterde vogels en de tamelijk beperkte hoeveelheid aan systematisch verzamelde data moeilijk aan te geven.

Grote Stern

In het voorjaar van 2022 trad een – niet eerder waargenomen – massale sterfte als gevolg van HPAI op onder Grote Sterns in Nederland. In negen van de 10 kolonies werd sterfte vastgesteld en mislukte vrijwel het gehele broedseizoen. In totaal werden er ruim 8000 adulte exemplaren dood gevonden, op een totaal aantal broedparen van ca. 18.150. Buiten de kolonies werden nog eens ca. 1600 dode volwassen exemplaren gemeld tussen eind mei en eind juni. Alleen in één kleine kolonie aan de Oosterschelde (met 137 paren) werd geen verhoogde sterfte opgemerkt en kwam een normaal aantal jongen groot. Besmetting met HPAI H5N1 werd vastgesteld in 24 van de 25 onderzochte dode exemplaren uit de kolonies en in alle 20 onderzochte exemplaren van elders (Rijks *et al.* 2022). Tevens lag het aantal langs Nederlandse trektelposten vliegende exemplaren in de periode tussen eind mei en eind augustus enorm veel lager dan gemiddeld over de voorgaande vijf seizoenen (figuur 16). Laat in de zomer werd door ca. 600 paren een succesvolle broedpoging ondernomen op Texel, waarbij ca. 300 jongen werden groot gebracht (<https://www.boswachtersblog.nl/texel/2022/08/27/nieuwe-grote-stern-kolonie-op-texel-is-succesvol>). Kleurringmeldingen lieten zien dat een deel van de overige volwassen vogels die de uitbraak in Nederland hadden overleefd, is uitgeweken naar kolonies elders (bijv. naar Duitse en Deense kolonies).



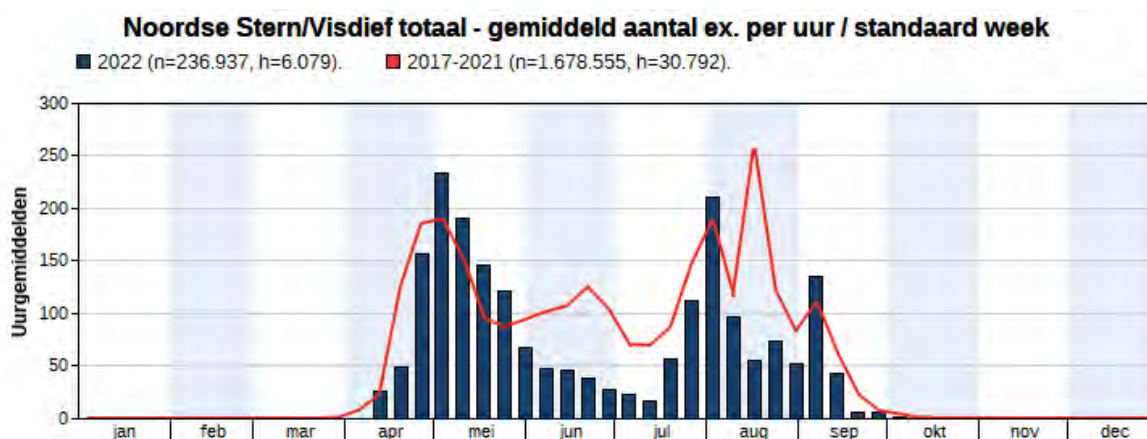
Figuur 16. Aantallen Grote Sterns geregistreerd vanaf zeetrectelposten in Nederland in 2022 (tot half december) vergeleken met het gemiddelde over 2017-2021 (bron: Trektellen.nl).



Zieke Grote Stern op Schiermonnikoog op 15 juni 2022 (foto: Romke Kleefstra).

Visdief

Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden in Nederland 33 vondsten van dode Visdieven geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleek één van de twee geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). In het voorjaar en de zomer van 2022 kwamen daar 11 positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*). Toen waren er bovendien sterke aanwijzingen voor verhoogde sterfte in broedkolonies van Visdieven, bijvoorbeeld in het Deltagebied waar ca. 300 dode volwassen exemplaren werden geregistreerd (Sander Lilipaly *pers. comm.*) maar ook in het noorden van Duitsland. Minstens enkele tientallen meldingen van dode Visdieven raakten bekend via Waarneming.nl, DWHC en Sovon. Tevens lag het aantal langs Nederlandse trektelposten vliegende exemplaren in de periode tussen eind mei en eind juli fors lager dan gemiddeld over de voorgaande vijf seizoenen (figuur 17). Mogelijk komt er met het tellen van de aantallen paren in de kolonies in het voorjaar van 2023 meer duidelijkheid over hoe groot het verlies is.



Figuur 17. Aantallen 'Noordse Dieven' geregistreerd vanaf zeetrekposten in Nederland in 2022 (tot half december) vergeleken met het gemiddelde over 2017-2021 (bron: Trektellen.nl). Omdat langstreckende Visdieven vaak lastig te onderscheiden zijn van de zeldzamere Noordse Sterns, is gekozen voor een gecombineerde figuur.

Grote Jager

Grote Jagers broeden niet in Nederland, maar bezoeken wel regelmatig het Nederlandse deel van de Noordzee. Langs onze kust is de soort het meest talrijk in augustus-januari. Elders in Noordwest-Europa werd in 2022 massale sterfte als gevolg van HPAI gemeld van broedlocaties (zie paragraaf 4.3). Na deze sterftegolf lag het aantal langs Nederlandse trekposten vliegende exemplaren enorm veel lager dan gemiddeld over de voorgaande vijf seizoenen (figuur 18).



Figuur 18. Aantallen Grote Jagers geregistreerd vanaf zeetrekposten in Nederland in het najaar van 2022 (tot half december) vergeleken met het gemiddelde over 2017-2021 (bron: Trektellen.nl).

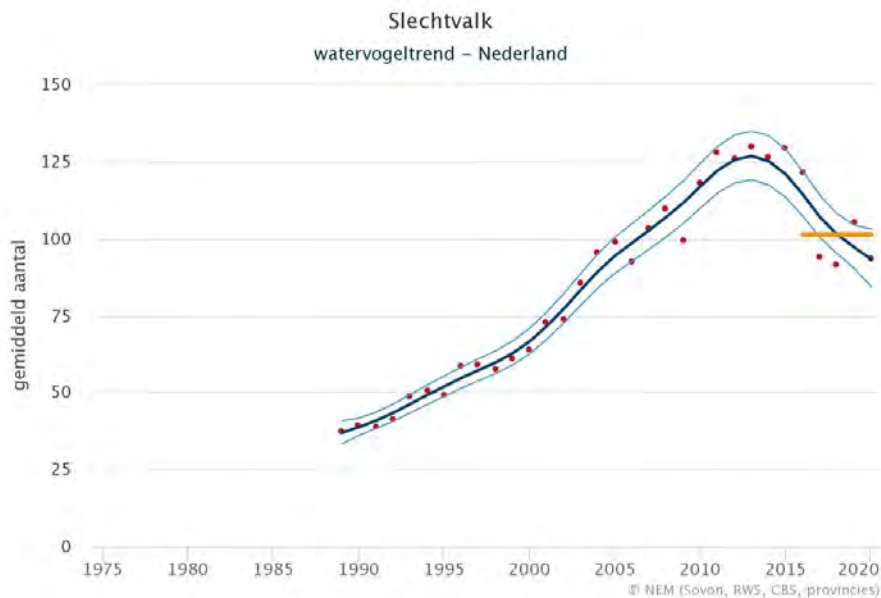
Velduil

Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden 34 vondsten van dode Velduilen geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken twee van de vier geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sinds september 2021 raakten nog eens minimaal 25 vondsten bekend (Waarneming.nl, DWHC & Sovon). De gegevens suggereren dat de Velduil gevoelig is voor HPAI. De vraag welk effect dit heeft op de populatie, is echter moeilijk te beantwoorden. De Velduil verdient als Rode Lijst-soort alle aandacht; het is in Nederland een ernstig bedreigde broedvogel en een bedreigde doortrekker en wintergast. De aantallen vertonen echter flinke jaarlijkse fluctuaties, samenhangend met een wisselende voedselbeschikbaarheid (vooral muizen), waardoor verhoogde sterfte relatief moeilijk te detecteren is. Velduilen staan bekend om hun nomadische gedrag, waarbij vogels in verschillende jaren in ver van elkaar verwijderde gebieden tot broeden kunnen komen. AI zwervend ontdekken ze locaties met gunstige voedselomstandigheden.

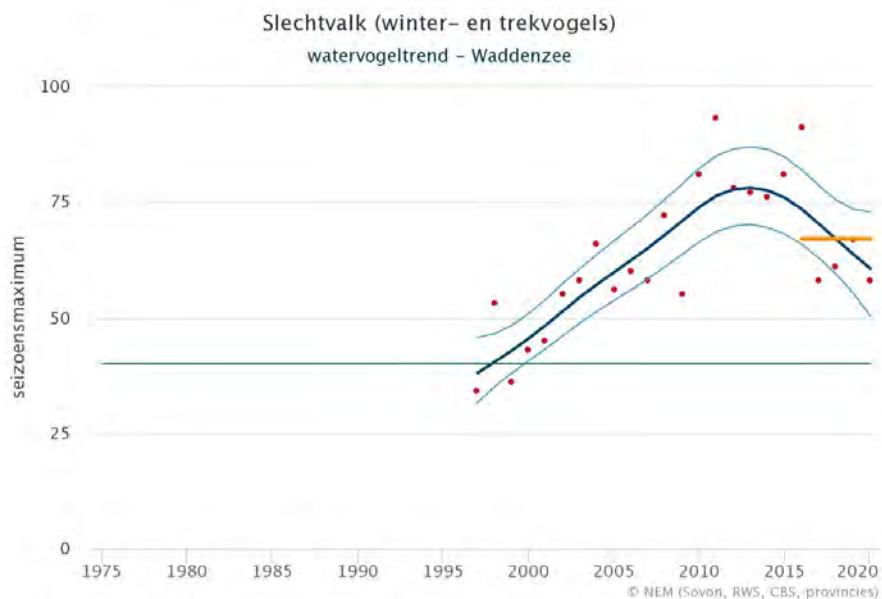
Slechtvalk

Van 2005 tot 2010 en 2014 tot 2017 werd bij 3,4% van de 297 op vogelgriep geteste dode Slechtvalken in de Europese Unie HPAI vastgesteld (EFSA *et al.* 2017). Kleyheeg *et al.* (2017) rapporteerden 16 dode exemplaren in Nederland van november 2016 tot en met januari 2017 en HPAI-positieve uitslagen voor drie van de vier onderzochte karkassen. Van oktober 2020 tot en met september 2021 werden 27 vondsten van dode Slechtvalken geregistreerd door de werkgroep AI-impact en bleken vier van de vijf geteste karkassen HPAI-positief (Caliendo *et al. in prep.*). Sindsdien kwamen er negen positieve gevallen bij (Nancy Beerens *pers. comm.*), alsmede minimaal 20 meldingen van dode exemplaren (Waarneming.nl, DWHC & Sovon).

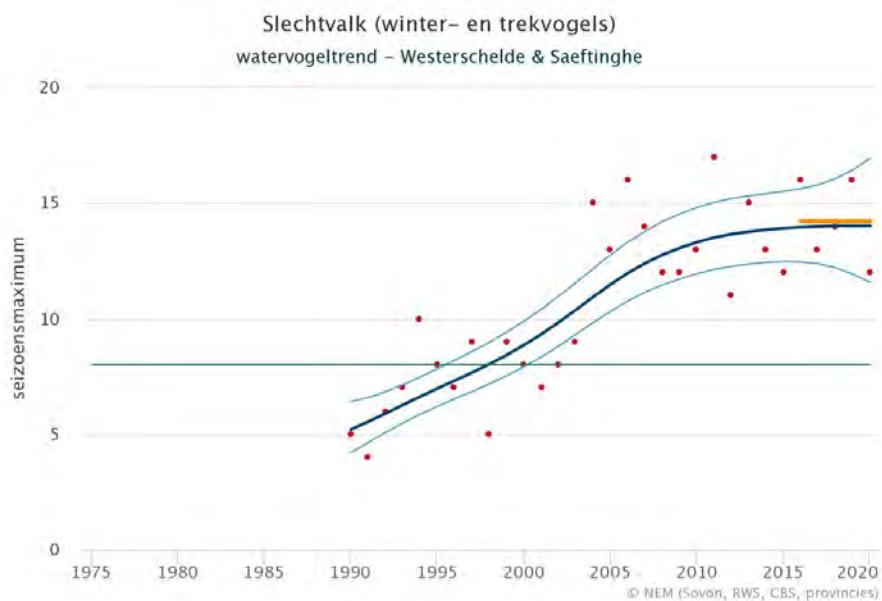
Kleyheeg *et al.* (2017) schatten dat 11-39% van de in Nederland overwinterende Slechtvalken in 2016/17 door HPAI kan zijn doodgegaan. Caliendo *et al. (in prep.)* kwamen voor 2020/21 zelfs tot een schatting van maximaal 54%. Het is aannemelijk dat sterfte als gevolg van HPAI als een belangrijke oorzaak geldt achter de recente ombuiging van de landelijke trend (figuur 19); rond 2014 stakte de toename en rond 2016-2017 tekende de grootste daling zich af. Suggestief voor een verband met HPAI is bovendien, dat die afname in het noorden van het land groter lijkt te zijn geweest dan in het zuidwesten (figuren 20 en 21), in overeenstemming met het verspreidingspatroon van dode watervogels in 2016/17 volgens Kleyheeg *et al.* (2017) (figuur 22).



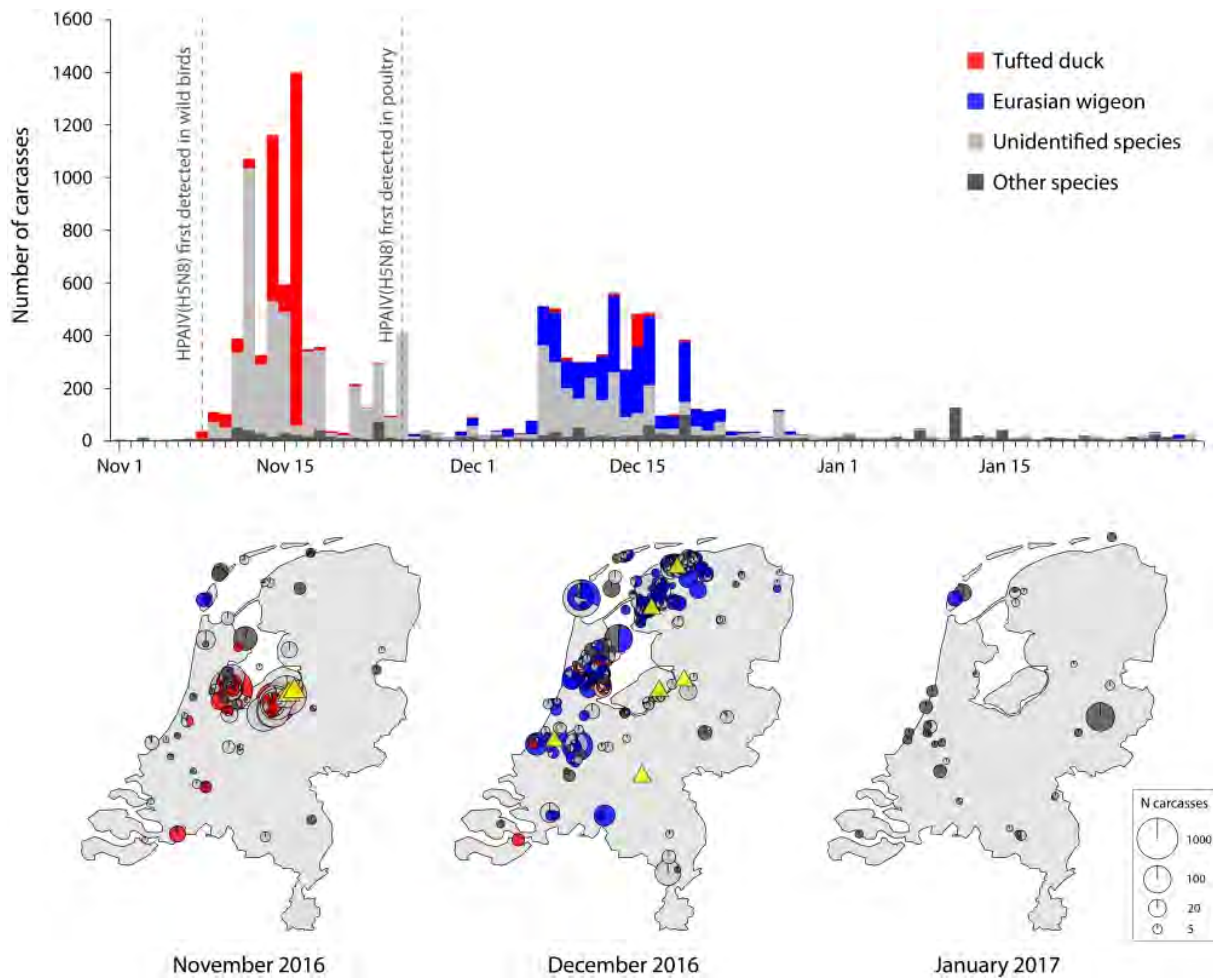
Figuur 19. Trend van Slechtvalk als wintergast in Nederland; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer.



Figuur 20. Trend van Slechtvalk als wintergast in Natura 2000-gebied Waddenzee; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer en de groene lijn de instandhoudingsdoelstelling voor de soort in dit gebied.



Figuur 21. Trend van Slechtvalk als wintergast in Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe; de oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen weer en de groene lijn de instandhoudingsdoelstelling voor de soort in dit gebied.



Figuur 22. Verspreiding in ruimte en tijd van dode vogels tijdens de HPAI H5N8-uitbraak van november 2016 tot en met januari 2017. Tufted duck: Kuifeend. Eurasian wigeon: Smient. Gele driehoekjes: uitbraken op commerciële pluimveebedrijven (uit Kleyheeg *et al.* 2017).

4.3. Informatie uit het buitenland

Uit het buitenland zijn soortgelijke gevallen van verhoogde of massale vogelsterfte, veroorzaakt door of geassocieerd met HPAI, bekend als uit Nederland. In tabel 5 worden verscheidene voorbeelden gegeven. Informatie over welke impact de voorbeelden uit 2005-2019 hebben gehad op de (lokale) populaties is erg summier of moeilijk te vinden.

Bij de Reuzenzwartkopmeeuw zou bijvoorbeeld populatie-impact te verwachten kunnen zijn. In mei-juni 2005 werden immers 929 dode exemplaren gerapporteerd bij de uitbraak aan het Qinghaimeer in China en in juni 2022 werden ca. 5000 vondsten gemeld uit Kazachstan, al is onbekend of die waren besmet met HPAI (https://www.inform.kz/en/mass-pallas-s-gull-die-off-occured-in-atyraurgn_a3949497). BirdLife International (2022) vermeldt HPAI als mogelijke bedreiging voor deze soort, op basis van de 2005-uitbraak, en beoordeelt de impact als laag, maar geeft weinig nadere informatie.

De sterfte onder Indische Ganzen bij het Qinghaimeer in 2005 zou hebben geleid tot een afname van ca. 10% van de wereldpopulatie (Olsen *et al.* 2006). BirdLife International (2022) geeft aan dat sprake is van een populatieafname, maar noemt HPAI niet als oorzaak daarvan. Liu *et al.* (2017) telden in januari 2014 meer dan 67.000 Indische Ganzen in zuidelijk Tibet, vier keer meer dan in 1993 en zelfs meer dan de toenmalige schatting van de wereldpopulatie (52.000-60.000), die ze vervolgens bijstelden naar 97.000-118.000. Zij concludeerden dat systematische tellingen nodig zijn om de populatieontwikkelingen te volgen en meer duidelijkheid te krijgen over de impact van HPAI daarop.

Voor de buitenlandse gevallen uit 2021-2022 geldt veelal hetzelfde als voor die in Nederland, namelijk dat de populatie-impact pas duidelijk zal worden met tellingen in de nabije toekomst. Zorgwekkende berichten verschenen onder meer over Zwartvoetpinguin (IUCN Rode Lijst-status bedreigd), Kaapse

Aalscholver (bedreigd), Kroeskoppelikaan (gevoelig) en Peruaanse Pelikaan (gevoelig) (BirdLife International 2022) (zie tabel 5).

Evident is ook dat de gevallen van massale vogelsterfte zich recent hebben uitgebreid naar nieuwe gebieden, waaronder Noord- en Zuid-Amerika. Mogelijkheden voor verspreiding van HPAI via trekvogels van Azië naar het westen van Noord-Amerika werden al eerder beschreven (bijv. Verhagen *et al.* 2015a), maar van een oversteek van HPAI via vogels vanuit Europa naar het oosten van Noord-Amerika was mogelijk pas in 2021 sprake (Caliendo *et al.* 2022).

Tabel 5. Bekende voorbeelden van verhoogde of massale vogelsterfte als gevolg van HPAI in het buitenland; wereldwijd gevoelige en bedreigde soorten (cf IUCN Rode Lijst) zijn in rood weergegeven.

Periode	Locatie	Subtype	Omschrijving	Bron
Apr-mei 1961	West-Kaap, Zuid-Afrika	H5N3	> 1300 Visdieven	Becker (1966)
Mei-jun 2005	Qinghaimeer, China	H5N1	O.a. 3282 Indische Ganzen, 1302 Aalscholwers, 929 Reuzenzwartkopmeeuwen, 570 Bruinkopmeeuwen en 145 Casarca's	Chen <i>et al.</i> (2006)
Feb-mei 2006	Duitsland & elders in Europa	H5N1	Sterfte onder watervogels, waaronder Knobbelzwanen, Wilde Zwanen, Grote Canadese Ganzen en Kuifeenden in N-Duitsland (o.a. op Rügen) en Tafeleenden, Kuifeenden en Knobbelzwanen in Z-Duitsland	Globig <i>et al.</i> 2009
Jul 2007	Saksen-Anhalt, Duitsland	H5N1	O.a. 253 Geoorde Futen, 37 Futen, 4 Knobbelzwanen, 3 Meerkoeten en 2 Dodaarzen	Globig <i>et al.</i> 2009
Mei-jun 2009	Qinghai, China	H5N1	Verhoogde sterfte met onder meer 224 Futen	Li <i>et al.</i> 2011
Jan 2014	Zuid-Korea	H5N8	Verhoogde sterfte bij onder meer Siberische Talingen	Kim <i>et al.</i> 2015
Voorjaar 2015	O.a. Bulgarije	H5N1	Verhoogde sterfte onder Kroeskoppelikanen	Online berichten
Okt 2016	El Menia, Algerije	H7N1	892 dode watervogels, waaronder Casarca's en Marmereenden	Online berichten
Eind 2016	Duitsland & elders in Europa	H5N8	Sterfte onder watervogels, waaronder ca. 150 Toppers, 75 Zilvermeeuwen en 25 Grote Mantelmeeuwen op Ruden en Greifswalder Oie & 100-en Kuifeenden in N- en Z-Duitsland	Krone <i>et al.</i> 2018
Nov 2016-apr 2017	Noord-Duitsland	H5N8	3 zieke en 14 dode, veelal eerstejaars, Zeearenden in periode met verhoogde sterfte onder watervogels	Krone <i>et al.</i> 2018
Feb 2018	Bojaq NP, Iran	H5N6	Massale sterfte met onder meer ca. 4000 Krakeenden (ca. 20% van lokale populatie)	Marahi <i>et al.</i> 2021
Dec 2018-feb 2019	Eiland van Halifax, Namibië	H5N8	> 350 dode en meerdere zieke Zwartvoetpinguïns	Molini <i>et al.</i> 2019
Jan 2021	Djoudj NP, Senegal	H5N1	Ca. 740 eerstejaars en 10 volwassen Roze Pelikanen (ca. 8,4% van lokale aantal overwintersaars)	Lo <i>et al.</i> 2022
Zomer 2021	Shetland, Orkney & Hebriden, Schotland	H5N1	Massale sterfte onder Grote Jagers	Banyard <i>et al.</i> 2022
Eind 2021	West-Kaap, Zuid-Afrika	H5N1	> 20.000 Kaapse Aalscholwers	Online berichten
Nov 2021	Rajasthan, India	H5N1	> 300 Jufferkraanvogels	Online berichten
Dec 2021	Hula vallei, Israël	H5N1	> 8000 Kraanvogels	Online berichten
2021/22	O.a. Israël, Griekenland, Roemenië	H5N1	Massale sterfte onder Kroeskoppelikanen , waaronder 1734 bij het Prespameer (ca. 58-67% van de lokale populatie)	Online berichten

Periode	Locatie	Subtype	Omschrijving	Bron
Mei-aug 2022	Schotland	H5N1	> 2200 Grote Jagers (waarvan 1400 op Foula), ca. 7% van wereldpopulatie	Camphuysen & Gear (2022), Falchieri <i>et al.</i> 2022
Zomer 2022	Bass Rock & elders in NW-Europa	H5N1	Massale sterfte onder Jan-van-genten	Falchieri <i>et al.</i> 2022
Zomer 2022	Coquet, NO-Engeland	H5N1	Sterfte onder Dougalls Sterns, Visdieven, Noordse Sterns en Grote Sterns	Online berichten
Zomer 2022	Michiganmeer, Wisconsin, VS	H5N1	Ca. 1500 Reuzensterns (naar verluidt ca. 64% van de lokale broedpopulatie) & > 1100 Geoorde Aalscholvers, 100 Witte Pelikanen en 70 Amerikaanse Zilvermeeuwen	Online berichten
Aug 2022	Nabij Atlanta, Georgia, VS	H5N1	Ca. 700 Zwarte Gieren	Online berichten
Okt 2022	Kaapstad, Zuid-Afrika	H5N1	Verhoogde sterfte onder Zwartvoetpinguïns	Online berichten
Nov 2022	Kusten van N- & C-Peru	H5N1	Ca. 5500 Peruaanse Pelikanen en kleinere aantallen Blauwvoetgenten	Online berichten

4.4. Lange-termijn impact van sterfte: voorbeeld Grote Stern

De voorgaande paragrafen van dit rapport geven een overzicht van vogelsoorten, waarbij in Nederland verhoogde sterfte door HPAI is vastgesteld. Bij een aantal van deze soorten is ingeschat dat sterfte door HPAI een omvang heeft bereikt van meerdere tot zelfs tientallen procenten van de totale populatiegrootte per jaar. Bij zo hoge sterfte kunnen in het algemeen meetbare effecten op de populatie-ontwikkeling worden verwacht. **Op de korte termijn ('instantaan') is dit effect veelal gelijk aan de relatieve omvang van de sterfte:** als in een winterse uitbraak 10% van alle Smienten sterft door vogelgriep, dan zal de populatie na afloop van de uitbraak ongeveer 10% kleiner zijn geworden. Over een langere termijn is het effect veel lastiger te voorspellen, omdat gestorven vogels weer worden aangevuld in de volgende broedseizoenen. Of en hoe snel dat gebeurt, hangt af van de natuurlijke omstandigheden die de populatie ondervindt (voedselaanbod, weer, predatiedruk, etc.), maar ook van eigenschappen van **de betrokken vogelsoort, zoals de 'natuurlijke' jaarlijkse sterftetekans van individuen, de leeftijd** waarop voor het eerst wordt gebroed en het gemiddelde aantal jongen geproduceerd per broedseizoen. In sommige gevallen wordt het populatieherstel versneld, doordat vogels die een vogelgriepuitbraak hebben overleefd in de geslonken populatie minder concurrentie van soortgenoten ondervinden en daardoor een hoger broedsucces bereiken (eventueel doordat ze een broedplek kunnen bezetten waar dat eerder niet lukte) of zelf een hogere overlevingskans hebben. We spreken dan van **'dichtheidsafhankelijke compensatie' (of regulatie)**.

De vraag hoe groot de impact van HPAI op de populaties van wilde vogelsoorten zal zijn, is relevant vanuit het oogpunt van natuurbescherming en -beleid. Onder voor vogelgriep kwetsbaar gebleken soorten zijn er diverse die op de Rode Lijst van kwetsbare en bedreigde soorten staan, en die het dus ook zonder de aanwezigheid van vogelgriep al moeilijk hadden in Nederland. Een vraag is in hoeverre vogelgriep hun teruggang kan versnellen of herstel in de weg kan staan. Het is ook denkbaar dat sterfte **door vogelgriep een nu nog 'gunstige' Staat van Instandhouding over de grens duwt van een 'ongunstige' status**. Afgezien van het feit dat dit onwenselijk is voor de soorten zelf, kan dit ook juridische belemmeringen opwerpen voor de vergunbaarheid van menselijke activiteiten die nadelige gevolgen kunnen hebben voor hun populaties.

Inzicht in de te verwachten populatie-ontwikkeling in de nabije of wat langere toekomst is te verkrijgen door gebruik van populatiemodellen. Op een voldoende grote ruimtelijke schaal wordt de grootte van een vogelpopulatie bepaald door de balans tussen sterfte en reproductie (op kleinere schalen kunnen ook immi- en emigratie een bepalende rol spelen). Met (matrix)-populatiemodellen kan het effect van **variatie in deze 'demografische parameters' op de populatie-ontwikkeling** worden doorgerekend. Om echte voorspellingen te kunnen doen over de toekomstige ontwikkeling van populaties onder de nu nog nieuwe aanwezigheid van vogelgriep, weten we echter voor verreweg de meeste vogelsoorten nog veel te weinig over de effecten van HPAI op sterfte (in verschillende leeftijdsklassen) en reproductie. Bovendien is ook nog zeer ongewis hoe vaak en met welke omvang en intensiteit zich besmettingsepisoden zullen voordoen, welke (eventueel nieuwe) varianten van het virus daarbij betrokken zullen zijn, en hoe snel

vogelpopulaties immuniteit opbouwen. Toch kan ook in dit stadium populatiemodellering al wel zinvolle **inzichten opleveren, door het verkennen van enkele mogelijke scenario's.**

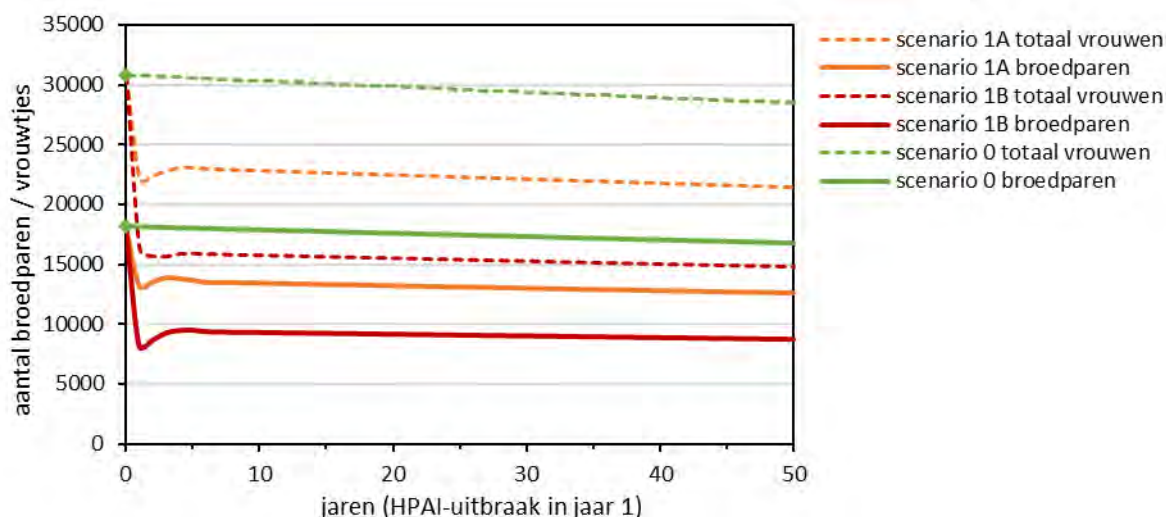
In deze paragraaf passen we populatiemodellering toe om te illustreren dat voor sommige vogelsoorten de onmiddellijke impact van HPAI op populaties dermate groot en het herstelveermogen zo gering kan zijn dat het zelfs bij uitblijven van nieuwe uitbraken lange tijd kan duren voor de populatie teruggeveerd is naar zijn oorspronkelijke niveau. Dit doen we aan de hand van de Grote Stern. De Grote Stern heeft van alle Nederlandse vogelsoorten betrokken bij vogelgriepuitbraken in het broedseizoen van 2022 de grootste sterfte ondervonden (relatief t.o.v. de aanwezige aantallen), die bovendien goed is onderzocht en recent beschreven door Rijks *et al.* (2022). Bovendien zijn van deze soort relatief goede gegevens voorhanden over broedsucces en sterfte in de Nederlandse populatie in de voorgaande jaren (zonder vogelgriep), en zijn op basis hiervan recent al populatiemodellen ontwikkeld, die een bruikbare basis vormen voor deze verkenning.

De Grote Stern is opgenomen in de Rode Lijst en de Staat van Instandhouding van de soort in Nederland **is ongunstig, onder meer omdat de broedpopulatie in recente jaren zo'n 28% onder de gunstige** referentiewaarde van 25.000 broedparen lag. In 2022 waren er in het Nederlandse kustgebied in eerste instantie 10 broedkolonies met in totaal 18.150 broedparen. In negen hiervan werd sterfte door HPAI vastgesteld en mislukte vrijwel het gehele broedseizoen. Naast zeer veel kuikens werden in de kolonies ook ruim 8000 adulte vogels dood gevonden. Elders werden nog eens ca. 1600 dode volwassen exemplaren gemeld tussen eind mei en eind juni. In slechts één kleine kolonie aan de Oosterschelde werd geen verhoogde sterfte opgemerkt en kwam een normaal aantal jongen groot; daarnaast vlogen nog enkele honderden jongen uit in een kolonie in Zeeland en in een late vestiging op Texel (Rijks *et al.* 2022). In totaal zijn dit jaar ca. 1100 kuikens vliegvlug geworden in Nederland, ruwweg 75% minder dan gemiddeld in recente jaren.

Schekkerman *et al.* (2021) beschreven een populatiemodel voor Grote Sterns op basis van demografische gegevens uit het Deltagebied van Zuidwest-Nederland. Met enkele aanpassingen is dit gebruikt voor de huidige verkenning. Het model beschrijft de populatie (vrouwelijke dieren) aan het einde van het broedseizoen en kent zes leeftijdsklassen: juveniele, één, twee, drie en vier jaar oude en **'adulte' vogels ouder dan 4 jaar. De meeste 1 en 2 jaar oude Grote Sterns blijven zomers in of nabij de** zuidelijke overwinteringsgebieden. Op basis van ringterugmeldingen werd de jaarlijkse overlevingskans in de eerste 3 jaar geschat op gemiddeld 65% per jaar, en die daarna op 94% per jaar (Schekkerman *et al.* 2021). Grote Sterns zijn dus lang levende vogels; bijna 10% van de uitvliegende jongen wordt ouder dan 20 jaar. Daar tegenover staat een vrij geringe reproductiecapaciteit. Jonge Grote Sterns kunnen vanaf het derde levensjaar broeden maar veel vogels recrutereren op iets latere leeftijd in de broedpopulatie. In het model is aangenomen dat van de 3-jaar oude vogels gemiddeld 30% een broedpoging onderneemt, van de 4-jaar oude 60% en van de oudere adulte 90%. Er is dus een segment van de populatie dat wel in staat is tot broeden maar dat om een of andere reden niet doet; de grootte hiervan is overigens niet erg goed bekend. Het gemiddelde broedsucces in Nederland is ca. 0.5 vliegvlugge jongen per broedpaar, met flinke variatie tussen jaren (Schekkerman *et al.* 2021, Koffijberg *et al.* 2021). Bij deze parameterwaarden is de populatie demografisch bijna in balans, maar worden gemiddeld gesproken net iets te weinig jongen geproduceerd om de sterfte te compenseren. Het model voorspelt een heel lichte afname (met 0.2% per jaar), die goed past op de waargenomen aantallen broedparen in het afgelopen decennium (schommelend rond een stabiel tot licht afnemend niveau, zie <https://stats.sovon.nl/stats/soort/6110>).

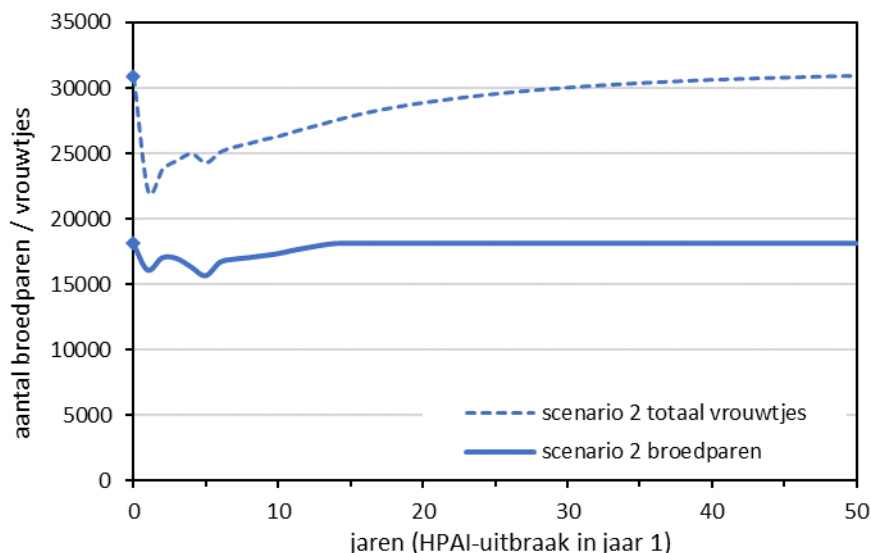
Het is vooralsnog koffiedik kijken of en in welke mate de omvangrijke HPAI-uitbraak onder Grote Sterns in 2022 zich in de komende jaren zal herhalen, en wat dan de impact zal zijn op de reproductie en sterfte. Daarom verkennen we hier in eerste instantie het hypothetische scenario dat het bij deze ene uitbraak blijft, om te zien of en hoe snel de populatie zich hiervan kan herstellen. We starten de modellering met het aantal broedparen zoals vastgesteld in Nederland in 2022 en een leeftijdsopbouw van de populatie die na verloop van tijd ontstaat bij de bovengenoemde waarden van de demografische parameters. In jaar 1 forceren we effecten van een vogelgriepuitbraak, ruwweg gebaseerd op de informatie in Rijks *et al.* (2022). Die studie concludeerde dat aan het einde van de uitbraak slechts een klein deel van de Grote Sterns in de broedkolonies aan besmetting was ontsnapt; verreweg de meeste waren toen ofwel dood of immuun voor het virus. Van het totale broedbestand werd 21% dood gevonden in de kolonies, maar nog eens 9% elders, terwijl de vindkans daar gemiddeld veel lager zal zijn geweest. Dit leidt tot een conservatieve schatting van de sterfte (door HPAI plus overige oorzaken) van ca. 33% onder adulte vogels en 15% en 25% onder 3- en 4-jarige (die minder vaak in de kolonie aanwezig zijn), en een progressieve schatting van 60% voor adulte en 24% en 42% voor 3- en 4-jarige. Voor jongere sterns, die grotendeels nog elders verblijven, is geen verhoogde sterfte verondersteld.

Figuur 23 toont de ontwikkeling in de tijd van de door het model voorspelde aantallen vogels, in een **scenario zonder vogelgriep ('o')** en scenario's met een uitbraak in jaar 1 met een voorzichtig (1A) en een progressief (1B) geschatte sterfte. De figuur toont zowel de aantallen broedparen (≥ 3 -jr oude vrouwtjes die broeden) als de totale aantallen vrouwtjes in de populatie; die laatste zijn aanzienlijk hoger want omvatten ook de onvolwassen vogels en de niet-broedende *floaters*. Omdat we in scenario 1 aannemen dat na de vogelgriepuitbraak in jaar 1 alles weer 'teruggaat naar normaal', d.w.z. scenario 0, vindt ook in dat scenario na de forse daling van de aantallen door HPAI (27-56% in broedparen) geen groei plaats maar een heel licht verdere daling. Zolang de omstandigheden niet verbeteren ten opzichte van de recente periode ziet het er dus niet naar uit dat de Grote Stern zich snel zal kunnen herstellen, zelfs in het (niet erg waarschijnlijke) geval dat vogelgriep na 2022 niet meer optreedt.



Figuur 23. Gemodelleerde ontwikkeling van een populatie Grote Sterns die in grootte en demografie overeenkomt met de huidige Nederlandse, bij afwezigheid van vogelgriep (scenario 0, groen) en na een éénjarige HPAI-uitbraak met op basis van informatie uit 2022 laag (1A) of hoog (1B) geschatte sterfte van adulte broedvogels. Gestippelde lijnen geven de totale aantallen vrouwelijke vogels in de populatie weer, doorgetrokken lijnen de aantallen broedparen.

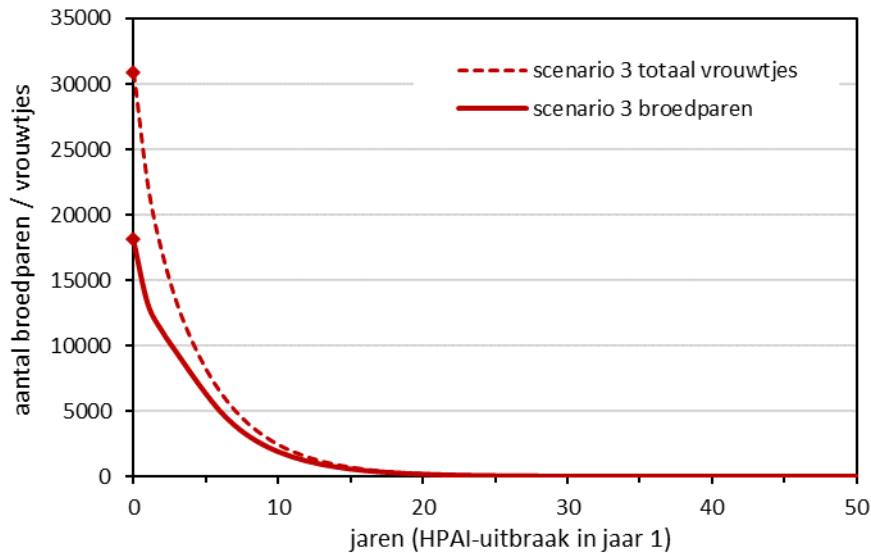
Het is echter denkbaar dat door dichtheidsafhankelijke effecten na de *crash* een iets gunstiger situatie ontstaat. Dat de 'normale' overleving toeneemt door de afgenomen populatiegrootte ligt niet zo voor de hand, maar voor de reproductie lijkt dit plausibeler, omdat met name in het broedseizoen dichtheidsafhankelijke regulatie een rol kan spelen. Dat een aandeel van broedrijpe vogels niet tot nestelen overgaat, kan erop wijzen dat er een of andere beperking is aan het aantal vogels dat in de huidige omstandigheden in Nederland tot broeden kan komen. In scenario 2 nemen we aan dat het huidige aantal broedparen deze 'draagkracht' weerspiegelt. Wanneer een vogelgriepuitbraak het populatieniveau tot onder die draagkracht brengt ontstaat ruimte voor vogels uit het segment *floaters* om zich alsnog te vestigen als broedvogel. Zo komt een groter deel van de populatie tot broeden, waardoor het gemiddelde broedsucces per individu toeneemt. Hoopvol teken hiervoor is dat zich in 2022 laat in het broedseizoen, op een nieuwe plek een kolonie Grote Sterns vestigde. Doorgaans mislukt een dergelijke late kolonie, maar nu was er een 'normaal' broedsucces van ca. 0.5 uitgevlogen jong per paar. Bovendien waren veel van de broeders jong, zo bleek uit hun in juli nog zwarte kruinveren en uit aflezingen van kleurringen (Mardik Leopold *pers. comm.*). Het gevolg van deze aanvulling vanuit een segment *floaters* is dat de populatie nu wel kan groeien (figuur 24). Dit gaat echter langzaam als hun aantal te klein is om de ontstane ruimte meteen te vullen en de rest moet (door de jaren heen) worden aangevuld door netto reproductie. In dit scenario is het aantal broedparen pas na 13 jaar terug op het oorspronkelijke niveau; de populatie als geheel groeit dan nog een poos door (waarbij het segment *floaters* weer wordt aangevuld) en bereikt pas na ruim 40 jaar de oude stand. Merk op dat de populatie nu niet opnieuw gaat dalen na het bereiken van het oude niveau, doordat zodra het aantal broedparen onder deze draagkracht zakt dit weer wordt aangevuld vanuit de *floaters*. Dat is anders dan in scenario's 0 en 1 waarin een vast percentage van de ≥ 3 jaar oude vogels daadwerkelijk tot broeden komt, ongeacht de populatiegrootte.



Figuur 24. Gemodelleerde ontwikkeling van de Nederlandse populatie Grote Sterns na een éénjarige HPAI-uitbraak met relatief laag geschatte sterfte van adulte broedvogels (als in scenario 1A in fig. 23), maar bij een dichtheidsafhankelijke broeddeelname (met aantal broedparen vóór de uitbraak gelijk aan de draagkracht). Gestippelde lijnen geven de totale aantallen vrouwelijke vogels in de populatie weer, doorgetrokken lijnen de aantallen broedparen.

Dat als er voldoende ‘ruimte’ is alle broedrijpe vogels daadwerkelijk tot broeden komen, inclusief alle 3 jaar oude, zoals in scenario 2, is vermoedelijk een te optimistische aanname: als dat niet gebeurt zal het **herstel van de broedpopulatie langer duren dan 13 jaar**. Ook **fluctuaties van jaar op jaar (‘stochasticiteit’)** in de overlevingskansen en het reproductiesucces vertragen de groei van de populatie enigszins. Er zijn echter ook mechanismen denkbaar waardoor het herstel door aanvulling met *floaters* in werkelijkheid sneller zou kunnen gaan dan in dit scenario. Het model veronderstelt dat de Nederlandse Grote Sternpopulatie een gesloten eenheid is, maar er vindt veel uitwisseling van individuen plaats met kolonies in omliggende landen. Dat betekent dat ook *floaters* uit die deelpopulaties de ontstane ruimte kunnen opvullen, en wellicht zelfs broedvogels uit die populaties – maar dan gaat de winst bij ons ten koste van een verlies elders.

Aan de andere kant zijn er ook mechanismen die het herstel kunnen vertragen. De meest waarschijnlijke daarvan is natuurlijk dat vogelgriep na 1 jaar niet weg is maar een terugkerend fenomeen blijkt te zijn. Dat zal dan leiden tot een (periodiek of permanent) verhoogde sterfte, en een reductie van het broedsucces (bij geringere immuniteit van kuikens), wat vrij snel kan betekenen dat in plaats van herstel een verdere achteruitgang volgt. Een scenario dat een *worst-case* benadert is geïllustreerd in figuur 25. Hierin is verondersteld dat de verhoogde sterfte en verlaagde reproductie zoals gebruikt voor 2022 in scenario 1A zich hierna elk jaar zal herhalen. In dat geval zouden we binnen afzienbare termijn het uitsterven van Grote Sterns in Nederland kunnen verwachten. In de praktijk zal dit scenario zich hoogstwaarschijnlijk niet voordoen, onder meer doordat gaandeweg meer immuniteit wordt opgebouwd in de populatie, maar duidelijk maakt dit alles wel dat er goede redenen zijn om de toekomst voor de Grote Sterns met bezorgdheid te bezien, en de demografie van deze soort goed te blijven volgen met veldonderzoek. Het eerstvolgende broedseizoen 2023 zal alvast een belangrijk eerste licht kunnen werpen op het realiteitsgehalte van de aannames die in deze modelverkenning zijn gemaakt.



Figuur 25. Gemodelleerde ontwikkeling van de Nederlandse populatie Grote Sterns in een (bij benadering) worst-case scenario waarin een HPAI-uitbraak met gevolgen zoals in 2022 (scenario 1A in fig. 23) zich elk jaar herhaalt.

Kader 2. Sterftepieken, -golven en -gevallen

Er bestaat veel variatie in de manier waarop verhoogde vogelsterfte als gevolg van HPAI zich manifesteert. Dit hangt samen met ecologische verschillen tussen de soorten en met de momenten in het jaar waarin die sterfte optreedt. De meest gepiekte voorbeelden van sterfte kennen we van soorten die zich dicht opeen ophouden, zoals in broedkolonies. Buiten het broedseizoen kunnen dergelijke sterftepieken zich bijvoorbeeld voordoen op druk bezochte grote slaapplekken. In een wijde straal rond dat soort plekken kunnen besmette vogels, die op enig moment te ziek werden om zich op normale wijze voort te bewegen, worden aangetroffen; denk aan de meldingen van zieke Jan-van-genten ver van de kolonies op zee of aan **'uit de lucht gevallen'** ganzen in tuinen of op andere vreemde plekken.

Het is echter ook mogelijk dat verhoogde sterfte optreedt bij soorten met een minder geconcentreerd voorkomen of dat de sterfte minder gepiekt is in de tijd. In die gevallen is het patroon veel minder uitgesproken en zichtbaar. Van veelal solitair opererende soorten als Buizerd en Slechtvalk zijn meerdere gevallen van HPAI bekend uit de afgelopen jaren. Je kunt je echter afvragen in hoeverre die **slechts 'het topje van de ijsberg' vormen, want dode exemplaren van deze soorten kunnen** heel eenvoudig onopgemerkt blijven. Bij het beoordelen van de impact van HPAI op vogelpopulaties moet dan ook rekening worden gehouden met dergelijke verschillen tussen soorten.

5. Denkbare maatregelen

5.1. Robuuste ecosystemen

De Nederlandse wateren en moerassen (wetlands) trekken grote aantallen watervogels aan. Ze liggen strategisch langs belangrijke trekroutes en gewoonlijk net ten zuidwesten van de vorstgrens in januari. Bij de midwintertelling worden tegenwoordig ca. vijf miljoen watervogels geteld. De werkelijke aantallen die gedurende het jaar van onze wetlands gebruik maken, zullen nog veel groter zijn als gevolg van doorstroming van populaties. Van 15 vogelsoorten komt een derde of meer van de gehele Noordwest-Europese populatie naar ons land, bijvoorbeeld Kolgans, Kleine Zwaan, Krakeend, Smient en Lepelaar. De grote internationale verantwoordelijkheid van Nederland voor vogels is vastgelegd in een aantal internationale verdragen en Europese richtlijnen. Nederland heeft, na Duitsland, van alle EU-landen de grootste oppervlakte aan wetlands aangemeld bij de Ramsar-conventie (Sovon 2014).

Gebieden als de Waddenzee, het Deltagebied, het IJsselmeergebied en de Grote Rivieren behoren, ook in Europees opzicht of zelfs wereldwijd, tot een keten van onmisbare schakels voor een brede groep van vogelsoorten. Wetlands fungeren als tankstation tijdens de trek en als veilige slaappleaats voor vogels die in het omliggende agrarische gebied voedsel zoeken. Daarnaast zijn ze foerageer- en broedgebied voor tal van broedvogels. Veel wetlands staan echter onder druk door economische activiteiten, recreatie, problemen met de waterkwaliteit en, in het binnenland, verdroging. HPAI vormt een nieuwe bedreiging, zoals de recente gevallen van verhoogde en massale vogelsterfte laten zien.

Met de opkomst van HPAI is het belang van de aanwezigheid van robuuste ecosystemen alleen maar toegenomen. Gebieden die voldoende mogelijkheden bieden voor vogels om succesvol te broeden, te overwinteren of te foerageren tijdens de trek zijn van groot belang om populatieherstel mogelijk te maken. Inrichting en beheer kunnen daarbij een belangrijke rol spelen, vooral in de gebieden waar de als kwetsbaar beoordeelde soorten voorkomen (figuren 1 en 2). Gedacht kan worden aan het creëren van rustgebieden of aan het geschikt houden van terreinen voor hervestiging van kolonievogels na een periode van massale sterfte.

5.2. Opruimen van dode vogels

In het algemeen kunnen watervogels besmet worden met AI-virus door contact met andere besmette vogels of besmet materiaal in de omgeving, waaronder uitwerpselen van vogels (Olsen *et al.* 2006). Roofvogels en aaseters kunnen besmet worden door het eten van besmette vogels (Brown *et al.* 2008, van den Brand *et al.* 2015, Krone *et al.* 2018). AI-virus in oppervlaktewater van wetlands in Alaska en Minnesota bleef gedurende de wintermaanden (september-april) meer dan zeven maanden besmettelijk voor vogels (Ramey *et al.* 2020). In karkassen van kippen die experimenteel met HPAI werden besmet, waren de maximale periodes voor overleving van besmettelijk virus onder laboratoriumomstandigheden afhankelijk van de temperatuur. Bij 4 °C was de maximale overleving acht maanden in veren, vijf maanden in spier en drie weken in lever. Bij 20 °C was de maximale overleving één maand in veren, drie weken in spier en drie dagen in lever (Yamamoto *et al.* 2017).

Karkassen van besmette vogels kunnen een bron van besmetting zijn voor hun omgeving. Er zijn aanwijzingen dat het opruimen van deze karkassen helpt bij het dempen van de effecten van HPAI-uitbraken, bijvoorbeeld door ervaringen hiermee tijdens de massale sterftegevallen in Grote Sternkolonies in juni 2022 (Mardik Leopold *pers. comm.*), bij Kroeskoppelikanen in Griekenland (<https://www.unep-aewa.org/en/news/avian-influenza-continues-impact-wild-migratory-birds-case-prespa-national-park>) en bij Zwartvoetpinguïns in Namibië in januari 2019 (<https://news.mongabay.com/2019/04/bird-flu-in-namibian-penguins-wanes-after-killing-nearly-500>). Meer onderzoek hiernaar is echter nodig om aan te kunnen geven in welke mate en bij welke soorten deze inspanningen helpen om blootstelling van gezonde wilde dieren aan HPAI te beperken. Vragen over hoe vaak en hoe intensief karkassen moeten worden verwijderd en wanneer daarmee gestart moet worden, zijn met de huidige kennis moeilijk te beantwoorden. Ook bestaan er grote verschillen in de praktische uitvoerbaarheid, samenhangend met de terreingesteldheid; denk aan verschillen tussen grondbroeders in schaars begroeide vlakke terreinen en kolonievogels in moerasbossen. Een goede afweging van de voor- en nadelen (bijv. verstoring) moet telkens gemaakt worden.

In juni 2022 kwam de werkgroep AI-impact met een advies voor registratie en opruimen van vogelkarkassen in broedkolonies tijdens een HPAI-uitbraak. Daarin wordt aangegeven dat het algemene principe is om wilde vogels met vogelgriep met rust te laten, zodat het virus niet via verstoorde vogels verder verspreid wordt naar andere gebieden. Maar dat er desalniettemin twee belangrijke redenen zijn om een broedkolonie waar vogelgriep heerst toch te bezoeken, namelijk voor het vastleggen van informatie over de uitbraak en om blootstelling van dieren binnen de kolonie aan virus te beperken door het opruimen van karkassen.

De werkgroep wijst erop dat middels de huidige AI-monitoringssystemen de detectie van HPAI bij voor onderzoek verzamelde dode vogels wordt geregistreerd, maar niet het aantal doodgevonden vogels. Goed gedocumenteerde beschrijvingen van vogelgriepuitbraken bij wilde vogels zijn belangrijk om de impact van deze ziekte op vogelpopulaties beter in te schatten, en om beleidsmakers te helpen beslissingen te nemen om toekomstige vogelgriepuitbraken te voorkomen, niet alleen bij pluimvee en mensen, maar ook bij wilde vogels.

Relevante informatie en monsters die volgens het advies van de werkgroep AI-impact verzameld zou moeten worden tijdens elk bezoek:

Vaststellen van de omvang van de uitbraak

- Aantal zieke en dode vogels t.o.v. totaal aantal vogels in kolonie (indien nodig, getelde karkassen identificeren met bijvoorbeeld verf of wegknippen van vleugelpunten om dubbel telling te voorkomen).
- Vogelsoort
- Leeftijdscategorie
- Geslacht
- Eventuele ringnummers
- **Foto's van zieke en dode vogels** als feitelijke ondersteuning

Onderbouwen van de oorzaak van de uitbraak

- Enkele verse karkassen voor pathologische en/of virologische analyse verzamelen in plastic zakken (alleen na overleg met DWHC)
- Beschrijving of filmopname van ziekteverschijnselen

Beperken van virusverspreiding in de broedkolonie door opruimen van karkassen

Karkassen in de broedkolonie kunnen een besmettingsbron zijn voor andere dieren in de kolonie. Een vogel kan besmet worden door het karkas aan te raken (bijv. uit nieuwsgierigheid, zoals geobserveerd bij juveniele aalscholvers en pelikanen; paargedrag, gezien bij Grote Sterns), door aan het karkas te eten (gezien bij onder meer Grote Jagers), of door water te drinken of te baden in een plas waarin karkassen liggen. Vogelgriepvirus in karkassen en oppervlaktewater kan dagen tot maanden besmettelijk blijven, onder andere afhankelijk van de omgevingstemperatuur.

De keuze om een broedkolonie vanwege bovenstaande redenen te bezoeken heeft voor- en nadelen, die afhankelijk van de lokale situatie en in overleg met mensen met goede kennis van de broedkolonie dient te worden genomen.

Voordelen

- Verwijderen van karkassen die dagen tot maanden besmettelijk kunnen blijven voor vogels en andere diersoorten.
- Meer precieze en gedetailleerde registratie van de uitbraak dan van afstand mogelijk is.

Nadelen

- Verstoring van vogels, met kans dat virus verspreid wordt naar andere gebieden en/of kans dat broedkolonie wordt verlaten.
- (Zeer klein) risico van besmetting van mensen die broedkolonie bezoeken.

De volgende hygiënemaatregelen zijn relevant als gekozen wordt om de broedkolonie te bezoeken:

- Adequate persoonlijke bescherming dragen, en adequate ontsmetting na afloop (ook schoeisel) om besmetting van andere gebieden te voorkomen.
- Geschikte ontsmettingsmiddelen voor vogelgriepvirus zijn onder andere middelen op basis van ethanol (bijv. Sterillium) of natriumhypochloriet (bijv. Glorix Bleek).

- Karkassen in dubbele plastic zakken vervoeren naar daarvoor geëigende plaats, om afgevoerd te worden naar een destructiebedrijf.

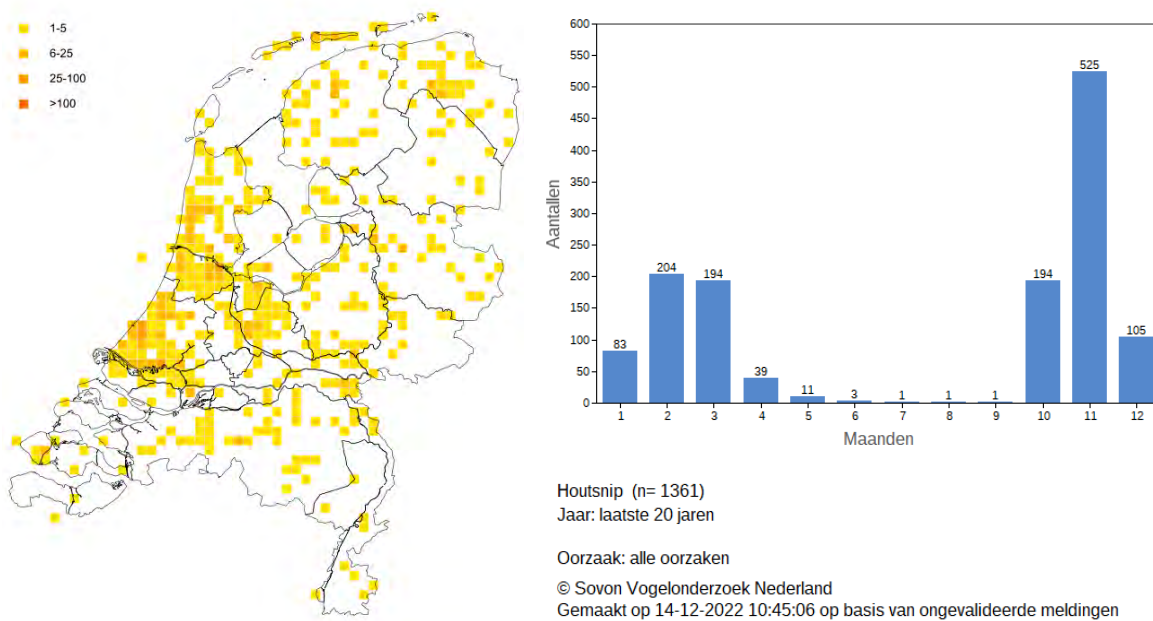
Voor specifieke details over persoonlijke bescherming en andere hygiënemaatregelen, zie: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/vogelgriep-preventie-enbestrijding/documenten/dier/dierziekten/vogelgriep/protocollen/handleiding-voor-hetopruimen-van-dood-gevonden-wilde-watervogels>.

Kader 3. Losse meldingen en systematische gegevensverzameling

Via de bestaande invoerportalen van DWHC en Sovon kan melding worden gedaan van gevonden dode vogels. Die meldingen kunnen van grote waarde zijn voor de vroegtijdige signalering van ongewone of massale sterfte; denk bijvoorbeeld aan de opkomst van Het Geel bij Groenlingen (Foppen *et al.* 2017, Rijks *et al.* 2019) maar ook het tijdig opmerkingen van sterftepieken als gevolg van HPAI. Regelmatig leiden deze meldingen tot inzendingen van dode vogels naar onderzoeksinstituten, waarmee de kennis over vogelziektes wordt vergoot. In sommige gevallen kan met een verzameling van meldingen bovendien een specifieke ontwikkeling in beeld worden gebracht, zoals de sterftegolf onder Merels als gevolg van besmetting met het Usutuvirus in 2016-2018 (Schoppers & van Winden 2019).

Mensen zijn eerder geneigd om melding te doen van bijzondere soorten of van soorten in ongewone omstandigheden dan van alledaagse vondsten. De meldingen van Houtsnippen vormen daarvan een goed voorbeeld. Deze intrigerende soort wordt tijdens de trek relatief vaak als raamslachtoffer gevonden **in stedelijk gebied**. Zo'n 'vreemde vogel op het terras' trekt natuurlijk de aandacht en uit nieuwsgierigheid (of bezorgdheid) nemen veel mensen de moeite om hun vondst te melden. Al die meldingen tezamen geven een behoorlijk goed beeld van dit tragische fenomeen (figuur 26).

We duiden dit type vondsten aan als losse meldingen, omdat de onderliggende meetinspanning onbekend is. Voor het doel waarvoor de invoerportalen zijn opgezet – namelijk het oppikken van signalen over ongewone sterfte en het genereren van onderzoeksmateriaal (dode vogels die naar het lab gaan) – is dat geen probleem. Echter, voor de steeds urgenter wordende vragen rondom de impact op populaties is dat het wel. Daarvoor is een meer systematische manier van gegevensverzameling vereist, die duidelijkheid geeft over waar en wanneer iemand heeft gelet op de aanwezigheid van dode vogels en hoeveel dode vogels gevonden zijn (ook als dat er nul waren). Een goed voorbeeld daarvan is de monitoring van gestrande zeevogels langs de Nederlandse kust die al jarenlang wordt gecoördineerd door de Nederlandse Zeevogelwerkgroep (zie bijv. Camphuysen 1989, 2022). Door ook op deze wijze gegevens te verzamelen, kan meer inzicht worden verkregen in de normale sterftepatronen en -aantallen, waartegen sterftepieken beter kunnen worden afgezet. Om die reden onderzoekt Sovon momenteel de mogelijkheid om het registreren van vogelsterfte een vast onderdeel te laten zijn van het LiveAtlas-project.



Figuur 26. (Losse) meldingen van dode Houtsnippen via het invoerportaal van Sovon in Nederland in 2002-2022.

Kader 4. Ringgegevens om jaarlijkse extra sterfte door HPAI te schatten

Gegevens van geringde vogels kunnen worden gebruikt om de jaarlijkse sterfte te berekenen. De laatste jaren zijn er voor veel soorten die in deze rapportage als kwetsbaar door HPAI worden aangemerkt overlevingsberekeningen uitgevoerd (zie bijv. van der Jeugd *et al.* 2014, Schekkerman *et al.* 2021). Op basis van deze overlevingsberekeningen en gegevens over reproductie en dispersie zijn ook populatiemodellen opgesteld, waarmee de jaarlijkse aantalsveranderingen (afname of groei) kan worden berekend. Ook wijzen de populatiemodellen uit welke demografische parameters het meest bijdragen aan de aantalsveranderingen. Door deze berekeningen te herhalen met inbegrip van de meest recente gegevens kan berekend worden of (1) de jaarlijkse overleving is afgenomen vanaf 2020, en (2) welke leeftijdsklassen de afname van de overleving betreft. Samen met informatie over effecten op de reproductie kan worden berekend welke consequenties eventuele afnames van de overleving hebben voor de aantalsveranderingen. **Vervolgens is het in principe ook mogelijk om op basis van scenario's** over de duur waarmee de huidige HPAI-virussen voor slachtoffers kunnen blijven zorgen een inschatting te geven van het populatieverloop in de nabije toekomst. In paragraaf 4.4 wordt als voorbeeld hiervan een eerste verkenning gedaan voor de Grote Stern. Deze soort wordt in Nederland intensief gemonitord middels een hoge jaarlijkse ringinspanning en metingen aan de reproductie in een aantal kolonies, en leent zich daardoor zeer goed voor analyses zoals hierboven geschetst. Er zijn meer soorten die (zeer) kwetsbaar zijn voor HPAI en waarvan de ringinspanning hoog is, waaronder Brandgans, Grauwe Gans, Lepelaar, Purperreiger, Buizerd, Visdief en Slechtvalk. Voor al deze soorten kan met gerichte analyses van de meest recente gegevens een betere inschatting van de effecten van de huidige HPAI-besmettingen op de populatieontwikkeling worden gemaakt.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1. Soorten volgen

Van de 190 regelmatig in Nederland voorkomende soorten watervogels, roofvogels en aaseters zijn er meer dan 50 soorten, waarbij HPAI-gevallen bekend zijn in Europa, er aanwijzingen bestaan voor verhoogde sterfte in Nederland en/of kwetsbare eigenschappen een belangrijke rol spelen. Deze soorten worden genoemd in tabel 6. De vijf soorten met de sterkste aanwijzingen en hoogst beoordeelde kwetsbaarheid zijn – in taxonomische volgorde – Lepelaar, Grote Mantelmeeuw, Grote Stern, Visdief en Slechtvalk. Ze worden in deze klassering gevolgd door 11 andere soorten die sinds 2014 veelvuldig met sterfte als gevolg van HPAI zijn geassocieerd, namelijk Brandgans, Grauwe Gans, Knobbelswaan, Smient, Kuifeend, Ooievaar, Zeearend, Buizerd, Wulp, Kanoet en Velduil.

Hieronder bevinden zich tevens de soorten met de hoogst geschatte verliezen op populatieniveau voor Nederland: ca. 33-60% van de adulte Grote Sterns in 2022; 11-39% van de overwinterende Slechtvalken in 2016/17 en tot maximaal 54% in 2020/21; 2-10% van de overwinterende Grote Mantelmeeuwen in 2016/17 en tot maximaal 25% in 2020/21; tot 12% van de overwinterende Buizerds in 2020/21; tot 8% van de overwinterende Knobbelswanen in 2020/21; tot 5% van de overwinterende Smienten in 2016/17; tot 5% van de overwinterende Kuifeenden in 2016/17; en tot 4,4% van de overwinterende Brandganzen in 2020/21 (Kleyheeg *et al.* 2017, Rijks *et al.* 2022, Caliendo *et al.* *in prep.*).

Opgemerkt dient te worden dat vooral bij soorten zonder duidelijk afgetekende sterftepieken het bepalen van de populatie-impact moeilijk is. Daarbij komt dat veel van de verzamelde data – in het bijzonder losse meldingen – beperkte analysemogelijkheden hebben (zie paragraaf 6.2). Bovendien laat het verloop van HPAI-uitbraken zich slecht voorspellen, met bij opeenvolgende uitbraken veelal nieuwe soorten die zwaar getroffen worden. Voor een aantal soorten, waarvoor demografische monitoring van hoge kwaliteit reeds beschikbaar is, kan de populatie-impact van de huidige uitbraak verder worden ingeschat met behulp van populatiemodellering, waarbij de onzekerheid over het verdere verloop van de HPAI-uitbraken in scenario's verkend kan worden. De gevallen van verhoogde en massale vogelsterfte als gevolg van HPAI benadrukken het belang van robuuste ecosystemen met voldoende mogelijkheden voor populatieherstel.

Tabel 6. Vogelsoorten met HPAI-gevallen in Europa, aanwijzingen voor verhoogde sterfte in Nederland en/of kwetsbare eigenschappen. Zie tabel 1 voor de gebruikte afkortingen.

Soort	RL b	RL nb	Bp	Max dt/w	T b	T nb	HPAI	Indicaties	Score
Lepelaar			3775-3900	9100-12.000	+	+	Ja	Sterk	2
Grote Mantelmeeuw	G		81-84	25.200-100.000	+	0	Ja	Sterk	2
Grote Stern	K		15.200-15.400	27.700-120.000	0	+	Ja	Sterk	2
Visdief	G	G	15.750-16.750	59.900-240.000	-		Ja	Sterk	2
Slechtvalk			200-220	500-650	++	-	Ja	Sterk	2
Brandgans			14.000-20.000	710.000-870.000	+	0	Ja	Sterk	1
Grauwe Gans			100.000-165.000	550.000-670.000	+	+	Ja	Sterk	1
Knobbelswaan			7200-9300	41.700-48.400	0	+	Ja	Sterk	1
Smient	G		20-40	820.000-950.000	~	0	Ja	Sterk	1
Kuifeend			17.000-20.500	220.000-280.000	-	-	Ja	Sterk	1
Ooievaar			1300-1500	500-2000	++	+	Ja	Sterk	1
Zeearend	G	G	22	90-160	++	++	Ja	Zwak	2
Buizerd			11.500-20.000	30.000-50.000	+	-	Ja	Sterk	1
Wulp	K		3300-4100	160.000-200.000	-	0	Ja	Sterk	1
Kanoet				120.000-160.000		0	Ja	Sterk	1
Velduil	EB	B	5-15	100-500	-	0	Ja	Zwak	2
Rotgans				76.300-88.300		0	Ja	Zwak	1
Kleine Rietgans				2700-13.200		--	Ja	Onbekend	2
Taigarietgans		EB		1-22		--	Ja	Onbekend	2
Kolgans			420-700	820.000-990.000	--	0	Ja	Zwak	1
Dwerggans		K	0-1	41-56		~	Ja	Onbekend	2
Wilde Zwaan	G		2	2800-4900	~	0	Ja	Onbekend	2
Bergeend			4900-8200	95.000-130.000	0	0	Ja	Zwak	1

Zomertaling	B	K	1000-1500	500-2000	0	-	Ja	Onbekend	2
Wintertaling	K		1100-1350	100.000-140.000	-	+	Ja	Zwak	1
Krooneend			440-520	410-860	0	~	Ja	Onbekend	2
Witooegeend			0-3	1-100			Ja	Onbekend	2
Brilduiker	G	K	2-6	5900-8500	~	-	Ja	Onbekend	2
Nonnetje		K	8	1800-5200	++	-	Ja	Onbekend	2
Grote Zaagbek		B		4400-9100		-	Ja	Onbekend	2
Fuut			11.000-16.000	28.800-37.000	+	0	Ja	Zwak	1
Geoorde Fuut			300-360	2200-4300	0	-	Ja	Onbekend	2
Grote Zilverreiger			395-435	9600-18.600	++	+	Ja	Onbekend	2
Kleine Zilverreiger	G		50-60	600-830	~	~	Ja	Onbekend	2
Jan-van-gent				20.800-69.200		0	Ja	Sterk	0
Havik			1950-2400	5000-7500	0	-	Ja	Zwak	1
Bruine Kiekendief			800-1100	500-2000	-	0	Ja	Onbekend	2
Blauwe Kiekendief	G	K	8	500-2000	~	-	Ja	Onbekend	2
Grauwe Kiekendief	EB		58	100-500	0		Ja	Onbekend	2
Ruigpootbuizerd		EB		1-100		--	Ja	Onbekend	2
Bonte Strandloper			1	440.000-530.000		0	Ja	Zwak	1
Drieteenmeeuw	G		>200	68.300-210.000		0	Ja	Onbekend	2
Kokmeeuw			97.000-102.000	480.000-640.000	-	0	Ja	Zwak	1
Zwartkopmeeuw			6550-6700	30-60	++		Ja	Onbekend	2
Stormmeeuw			2900-3400	270.000-380.000	-	0	Ja	Zwak	1
Zilvermeeuw			35.000-41.000	130.000-290.000	-	0	Ja	Zwak	1
Pontische Meeuw			95-100	250-500	++	++	Ja	Onbekend	2
Geelpootmeeuw			20-50	100-500	~	++	Ja	Onbekend	2
Noordse Stern	B		590-620	1260-12.900	-	0	Ja	Onbekend	2
Grote Jager				520-1900		0	Ja	Sterk	0
Smelleken				100-500		~	Ja	Onbekend	2
Raaf	G		190-210	800-1000	+	++	Ja	Onbekend	2

6.2. Gestandaardiseerde meting

Het monitoren van de populatieontwikkelingen van alle in Nederland voorkomende vogelsoorten gebeurt via verschillende meetnetten, waaraan een groot aantal vrijwillige waarnemers bijdraagt. Binnen het Meetnet Watervogels is één van de meetdoelen, waarop sterk wordt gestuurd, het volgen van vogelsoorten die een rol kunnen spelen bij de verspreiding van AI; voor deze soorten dienen de landelijke trends en verspreiding te worden gemonitord. Dankzij deze meetnetten zijn we in staat om de populatieontwikkelingen van vogelsoorten nauwkeurig in beeld te brengen. Jaarlijks vindt er een update plaats van de trends en voor alle soorten worden deze en andere gegevens gepubliceerd via onder meer de website van Sovon.

De invoerportalen voor het melden van dode vogels van DWHC en Sovon zijn opgezet vanuit de oorspronkelijke doelstellingen gericht op de tijdige signalering van ongewone sterfte en het inzenden van onderzoeksmateriaal naar onderzoeksinstituten. Voor de steeds urgenter wordende vragen rondom de impact op populaties is een meer systematische manier van gegevensverzameling vereist, die duidelijkheid geeft over waar en wanneer iemand heeft gelet op de aanwezigheid van dode vogels en hoeveel dode vogels gevonden zijn (ook als dat er nul waren). Door ook op deze wijze gegevens te gaan verzamelen – op sommige plaatsen gebeurt dat al – kan meer inzicht worden verkregen in de normale sterftepatronen en -aantallen, waartegen sterftepieken beter kunnen worden afgezet. Het verdient aanbeveling om naast signalering middels losse meldingen, meer in te zetten op het kwantificeren van vogelsterfte via gestandaardiseerde metingen.

6.3. Signaleren, reageren en evalueren

Een belangrijke les die vogelonderzoekers en terreinbeheerders in de afgelopen jaren hebben geleerd, is dat HPAI bij telkens andere vogelsoorten tot ziekte en sterfte kan leiden. Gevallen van massale sterfte dienden zich vanaf het najaar van 2016 onverwacht aan, soms bij soorten die niet eerder prominent op

de ‘vogelgriepradar’ stonden. Voor het verkrijgen van een volledig beeld van HPAI bij wilde vogels, is het essentieel om niet alleen dode vogels te testen, maar ook levende, door middel van zogeheten passieve en actieve monitoring.

Watervogelsoorten die in bepaalde delen van het jaar in dichte groepen leven lijken extra kwetsbaar te zijn voor HPAI, evenals roofvogels en aaseters die zich veelvuldig ophouden op plekken met concentraties aan watervogels. Broedkolonies en gezamenlijke slaapplekken van watervogels zouden nauwelijks in de gaten moeten worden gehouden. Met name op die locaties dienen signalen van verhoogde sterfte snel te worden opgevolgd, om eventuele maatregelen te kunnen treffen op het moment dat een uitbraak nog enigszins beheersbaar is. Er zijn aanwijzingen dat het opruimen van kadavers kan helpen bij het inperken van de omvang van een uitbraak, mits daarmee niet te lang gewacht wordt.

Bij een melding van een opvallend hoog aantal zieke of dode watervogels op één locatie, waarbij er onduidelijkheid bestaat over de aard van de situatie, kan er behoefte zijn aan een snelle beoordeling door een deskundige vogelonderzoeker. Die zou kunnen bestaan uit drie onderdelen, namelijk uit een gebiedstelling van het aantal levende vogels, een steekproeftelling van het aantal dode vogels en een inventarisatie van de mogelijkheden om dode vogels te laten onderzoeken en/of op te ruimen. Het verdient aanbeveling om vooraf met betrokken organisaties afspraken te maken over de taken en verantwoordelijkheden, om zo adequaat en snel mogelijk te kunnen reageren op signalen uit het veld en om de effectiviteit van getroffen maatregelen te kunnen evalueren. Het heeft er namelijk alle schijn van dat HPAI voorlopig niet uit Nederland zal verdwijnen en vogelpopulaties zal blijven bedreigen.



Stervende Wulp met HPAI H5N1 op 3 september 2022 op Richel - een zandplaat in de Waddenzee waar grote aantallen watervogels komen rusten (foto: Jouke Altenburg).

Literatuur

Banyard A.C., Lean F.Z.X., Robinson C., Howie F., Tyler G., Nisbet C., Seekings J., Meyer S., Whittard E., Ashpitel H.F., Bas M., Byrne A.M.P., Lewis T., James J., Stephan L., Lewis N.S., Brown I.H., Hansen R.D.E. & Reid S.M. 2022. Detection of Highly Pathogenic Avian Influenza Virus H5N1 Clade 2.3.4.4b in Great Skuas: A Species of Conservation Concern in Great Britain. *Viruses*. 2022 Jan 21;14(2):212. <https://doi.org/10.3390/v14020212>.

Becker W.B. 1966. The isolation and classification of Tern virus: Influenza Virus A/Tern/South Africa/1961. *J Hyg.* 1966 Sep;64(3):309-320. <https://doi.org/10.1017/s0022172400040596>.

Bijlsma R.G., Quist M. & Hooijmans W.J. 2022. Vogelgriepvirus type H5N1 zorgt voor sterfte onder Nederlandse Haviken *Accipiter gentilis*. *De Takkeling* 30: 223-233.

BirdLife International 2022. IUCN Red List for birds. Gedownload van <http://www.birdlife.org> op 25/11/2022.

van Boekel W. & Keuning T. 2022. Vogelsterfte op Noard-Fryslân Bûtendyks in de winter van 2021/22. Met terugblik op de winter van 20/21. Rapport in eigen beheer, Hallum.

van den Brand J.M., Krone O., Wolf P.U., van de Bildt M.W., van Amerongen G., Osterhaus A.D. & Kuiken T. 2015. Host-specific exposure and fatal neurologic disease in wild raptors from highly pathogenic avian influenza virus H5N1 during the 2006 outbreak in Germany. *Vet Res.* 2015 Mar 5;46:24. <https://doi.org/10.1186/s13567-015-0148-5>.

Brown J.D., Stallknecht D.E. & Swayne D.E. 2008. Experimental infections of herring gulls (*Larus argentatus*) with H5N1 highly pathogenic avian influenza viruses by intranasal inoculation of virus and ingestion of virus-infected chicken meat. *Avian Pathol.* 2008 Aug;37(4):393-7. <https://doi.org/10.1080/03079450802216595>

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., van Toor M.L., Waldenström J., Yason C., Kuiken T. & Berhane Y. 2022. Transatlantic spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 by wild birds from Europe to North America in 2021. *Sci Rep.* 2022 Jul 11;12(1):11729. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13447-z>.

Caliendo V., Rijks J.M., Kleyheeg E., Slaterus R., Spierenburg M.A.H., Verdaat H., Kelder L., van der Jeugd H., Cazemier R., Elbers A., Camphuysen K., Leopold M., Beerens N., Fouchier R.A.M. & Kuiken T. *in prep.* Impact of the 2020/2021 highly pathogenic avian influenza outbreak on wild birds in the Netherlands.

Camphusen C.J. 1989. Beached Bird Surveys in the Netherlands 1915-1988; Seabird Mortality in the southern North Sea since the early days of Oil Pollution. Techn. Rapport Vogelbescherming 1, Werkgroep Noordzee, Amsterdam.

Camphuysen C.J. 2022. Mission accomplished: chronic marine oil pollution now at acceptable levels, with North Sea Guillemots as sentinels. *Seabird* 34: 1-32.

Camphuysen C.J. & Gear S.C. 2022. Great Skuas and Northern Gannets on Foula, summer 2022 – an unprecedented, H5N1 related massacre. NIOZ Report 2022-02, NIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel. <https://doi.org/10.25850/nioz/7b.b.gd>.

Camphuysen C.J., Kelder L., Zuhorn C. & Fouchier R.A.M. *in prep.* Vogelgriep panzootie leidt tot massastrandings van Jan-vangenten *Morus bassanus* in Nederland, april-oktober 2022.

Chen H., Li Y., Li Z., Shi J., Shinya K., Deng G., Qi Q., Tian G., Fan S., Zhao H., Sun Y. & Kawaoka Y. 2006. Properties and dissemination of H5N1 viruses isolated during an influenza outbreak in migratory waterfowl in western China. *J Virol.* 2006 Jun;80(12):5976-83. <https://doi.org/10.1128/JVI.00110-06>.

EFSA (European Food Safety Authority), ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), EURL (European Reference Laboratory on Avian Influenza), Brown I., Kuiken T., Mulatti P., Smietanka K., Staubach C., Stroud D., Therkildsen O.R., Willeberg P., Baldinelli F., Verdonck F. & Adlhoch C. 2017.

Scientific report: Avian influenza overview September-November 2017. EFSA Journal 2017;15(12):5141, 70 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5141>.

EFSA (European Food Safety Authority), ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), EURL (European Reference Laboratory for Avian Influenza), Adlhoch C., Fusaro A., Gonzales J.L., Kuiken T., Marangon S., Niqueux É., Staubach C., Terregino C., Aznar I., Chuzhakina K., Muñoz Guajardo I. & Baldinelli F. 2022. Scientific report: Avian influenza overview June-September 2022. EFSA Journal 2022;20(10):7597, 58 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7597>.

Fokkema W., van der Jeugd H.P., Lameris T.K., Dokter A.M., Ebginge B.S., de Roos A.M., Nolet B.A., Piersma T. & Olff H. 2020. Ontogenetic niche shifts as a driver of seasonal migration. *Oecologia*. 2020 Jun;193(2):285-297. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04682-0>.

Falchieri M., Reid S.M., Ross C.S., James J., Byrne A.M.P., Zamfir M., Brown I.H., Banyard A.C., Tyler G., Philip E. & Miles W. 2022. Shift in HPAI infection dynamics causes significant losses in seabird populations across Great Britain. *Vet Rec*. 2022 Oct;191(7):294-296. <https://doi.org/10.1002/vetr.2311>.

Foppen R., Troost G. & Slaterus R. 2017. Ziet de Groenling groen en geel? *Sovon-Nieuws* 30: 10.

Globig A., Staubach C., Beer M., Köppen U., Fiedler W., Nieburg M., Wilking H., Starick E., Teifke J.P., Werner O., Unger F., Grund C., Wolf C., Roost H., Feldhusen F., Conraths F.J., Mettenleiter T.C. & Harder T.C. 2009. Epidemiological and ornithological aspects of outbreaks of highly pathogenic avian influenza virus H5N1 of Asian lineage in wild birds in Germany, 2006 and 2007. *Transbound Emerg Dis*. 2009 Apr;56(3):57-72. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2008.01061.x>.

Helander B & Stjernberg T. 2003. Action plan for the Conservation of White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*). BirdLife International, Straatsburg.

van der Jeugd H., Ens B., Versluijs M. & Schekkerman H. 2014. Geïntegreerde monitoring van vogels van de Nederlandse Waddenzee. *Sovon-rapport 2014/18, Vogeltrekstation-rapport 2014/01, CAPS-rapport 2014/01*.

Kim H.R., Kwon Y.K., Jang I., Lee Y.J., Kang H.M., Lee E.K., Song B.M., Lee H.S., Joo Y.S., Lee K.H., Lee H.K., Baek K.H. & Bae Y.C. 2015. Pathologic Changes in Wild Birds Infected with Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N8) Viruses, South Korea, 2014. *Emerg Infect Dis*. 2015 May;21(5):775-80. <https://doi.org/10.3201/eid2105.141967>.

van Kleunen A., van Winden E., Dreef C., Foppen R. & van Roomen M. 2016. Rode, Oranje en Blauwe Lijst van doortrekkende en overwinterende vogelpopulaties in Nederland – technische rapportage. *Sovon-rapport 2016/01, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen*.

van Kleunen A., Foppen R. & van Turnhout C. 2017. Basisrapport voor de Rode Lijst Vogels 2016 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. *Sovon-rapport 2017/34, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen*.

Kleyheeg E., Slaterus R., Bodewes R., Rijks J.M., Spierenburg M., 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*. 2017 Dec;23(12):2050-2054. <https://doi.org/10.3201/eid2312.171086>.

Koffijberg K., de Boer P., Geelhoed S.C.V., Nienhuis J., Schekkerman H., Oosterbeek K. & Postma J. 2021. Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2019. *Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 209, Sovon-rapport 2021/40, Wageningen Marine Research-rapport C064/21*.

Krone O., Globig A., Ulrich R., Harder T., Schinköthe J., Herrmann C., Gerst S., Conraths F.J. & Beer M. 2018. White-Tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*) Die-Off Due to Infection with Highly Pathogenic Avian Influenza Virus, Subtype H5N8, in Germany. *Viruses*. 2018 Sep 7;10(9):478. <https://doi.org/10.3390/v10090478>.

Li Y., Liu L., Zhang Y., Duan Z., Tian G., Zeng X., Shi J., Zhang L. & Chen H. 2011. New avian influenza virus (H5N1) in wild birds, Qinghai, China. *Emerg Infect Dis*. 2011 Feb;17(2):265-7. <https://doi.org/10.3201/eid1702.100732>.

- Liu D., Zhang G., Li F., Ma T., Lu J. & Qian F. 2017. A revised species population estimate for the Bar-headed Goose (*Anser indicus*). *Avian Res.* 8, 7 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40657-017-0064-7>.
- Lo F.T., Zecchin B., Diallo A.A., Racky 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. *Emerg Infect Dis.* 2022 Jan;28(1):234-237. <https://doi.org/10.3201/eid2801.211401>.
- Marashi S.M., Sheykhi N., Modirrousta H., Nikbakht Broujeni G., Vafimarandi M. & Fereidouni S. 2021. Surveillance of Highly Pathogenic Avian Influenza Viruses (H5Nx Subtypes) in Wild Birds in Iran, 2014-2019. *Arch Razi Inst.* 2021 Sep 1;76(3):487-498. <https://doi.org/10.22092/ari.2020.341897.1441>.
- Molini U., Aikukutu G., Roux J.P., Kemper J., Ntahonshikira C., Marruchella G., Khaïseb S., Cattoli G. & Dundon W.G. 2019. Avian Influenza H5N8 Outbreak in African Penguins (*Spheniscus demersus*), Namibia, 2019. *J Wildl Dis.* 2020 Jan;56(1):214-218.
- Munster V.J., Baas C., Lexmond P., Waldenström J., Wallensten A., Fransson T., Rimmelzwaan G.F., Beyer W.E., Schutten M., Olsen B., Osterhaus A.D. & Fouchier R.A. 2007. Spatial, temporal, and species variation in prevalence of influenza A viruses in wild migratory birds. *PLoS Pathog.* 2007 May 11;3(5):e61. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030061>.
- Olsen B., Munster V.J., Wallensten A., Waldenström J., Osterhaus A.D. & Fouchier R.A. 2006. Global patterns of influenza A virus in wild birds. *Science.* 2006 Apr 21;312(5772):384-8. <https://doi.org/10.1126/science.1122438>.
- Ramey A.M., Reeves A.B., Drexler J.Z., Ackerman J.T., De La Cruz S., Lang A.S., Leyson C., Link P., Prosser D.J., Robertson G.J., Wight J., Youk S., Spackman E., Pantin-Jackwood M., Poulson R.L. & Stallknecht D.E. 2020. Influenza A viruses remain infectious for more than seven months in northern wetlands of North America. *Proc Biol Sci.* 2020 Sep 9;287(1934):20201680. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020>.
- Rijks J.M., Laumen A.A.G., Slaterus R., Stahl J., Gröne A. & Kik M.L. 2019. Trichomonosis in Greenfinches (*Chloris chloris*) in the Netherlands 2009-2017: A Concealed Threat. *Front Vet Sci.* 2019 Nov 29;6:425. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00425>.
- 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. HPAI H5N1 in Sandwich Terns, The Netherlands 2022. *Emerg Infect Dis.* 2022;28(12):2538-2542. <https://doi.org/10.3201/eid2812.221292>.
- Schekkerman H., Arts F., Buijs R.-J., Courtens W., van Daele T., Fijn R., van Kleunen A., van der Jeugd H., Roodbergen M., Stienen E., de Vries L. & Ens B.J. 2021. Geïntegreerde populatieanalyse van vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied. *Sovon-rapport 2021/03, CAPS-rapport 2021/01. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.*
- Schoppers J. & van Winden E. 2019. De Merel (nog steeds) in zwaar weer. *Sovon-Nieuws* 32: 8-9.
- Sovon Vogelonderzoek Nederland 2014. *Vogelbalans 2014. Thema Wetlands. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.*
- Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018. *Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos Uitgevers, Utrecht/Antwerpen.*
- 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. 2015a. 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.* 2015 Mar 26;20(12):21069. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.es2015.20.12.21069>.

Verhagen J.H., Höfle U., van Amerongen G., van de Bildt M., Majoor F., Fouchier R.A. & Kuiken T. 2015b. Long-Term Effect of Serial Infections with H13 and H16 Low-Pathogenic Avian Influenza Viruses in Black-Headed Gulls. *J Virol.* 2015 Nov;89(22):11507-22. <https://doi.org/10.1128/JVI.01765-15>

Yamamoto Y., Nakamura K. & Mase M. 2017. Survival of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 Virus in Tissues Derived from Experimentally Infected Chickens. *Appl Environ Microbiol.* 2017 Aug 1;83(16):e00604-17. <https://doi.org/10.1128/AEM.00604-17>.

Zhao K., Gu M., Zhong L., Duan Z., Zhang Y., Zhu Y., Zhao G., Zhao M., Chen Z., Hu S., Liu W., Liu X., Peng D. & Liu X. 2013. Characterization of three H5N5 and one H5N8 highly pathogenic avian influenza viruses in China. *Vet Microbiol.* 2013 May 3;163(3-4):351-7. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2012.12.025>

Bijlage 1. Methode achter kaartbeelden

De kaarten in paragraaf 3.3 zijn grotendeels gebaseerd op de gemodelleerde verspreiding per kilometerhok in de periode 2013-2021. De kaart van de geconcentreerd voorkomende kwetsbare broedvogels (score 2) is gebaseerd op het vastgestelde voorkomen per kilometerhok in de periode 2018-2021.

Vogelgegevens

Vogelgegevens voor modellering van kanskaarten zijn volledig afkomstig van door Sovon verzamelde tellingen. De gegevens zijn afkomstig uit verschillende projecten en meetnetten die ondergebracht zijn bij Sovon; elk project heeft een eigen telprotocol en focust op een uniek aspect van de Nederlandse avifauna. Voor de kaarten zijn gegevens uit de periode 2013-2021 gebruikt. We geven hieronder beknopt een samenvatting van de verschillende projecten waaruit data afkomstig zijn:

- Broedvogelmonitoringproject (BMP) en broedvogelkarteringen: gegevens over territoriale broedvogels zijn vastgelegd binnen deze projecten, waarbij BMP gericht is op het systematisch verzamelen van gegevens over broedvogels in vaste telgebieden, voor het grootste deel door vrijwilligers. Broedvogelkarteringen zijn tellingen van territoriale broedvogels in veelal losse projecten, waarbij ook een aanzienlijk deel van de tellingen door professionals is verricht. In beide gevallen worden territoriumgegevens vastgelegd als een stip met coördinaten.
- Meetnet Agrarische Soorten (MAS): veel agrarische gebieden kennen een matige dekking binnen het broedvogelmonitoringproject, omdat het vaak gaat om minder aantrekkelijke telgebieden. Om er toch voor te zorgen dat de soorten in het boerenland geteld worden, bestaat MAS, waarbij relatief kortdurende tellingen worden verricht vanaf vaste punten in het boerenland.
- Meetnet Urbane Soorten (MUS): ook soorten in het stedelijke gebied worden niet goed ondervangen door de voorgaande projecten, waarvoor MUS is ontwikkeld. Een MUS-telling bestaat net als MAS uit een vast aantal getelde punten, die langs een vaste route in stedelijk gebied liggen.
- Atlas: in 2013-2015 heeft het meest recente landelijke atlasproject plaatsgevonden, waarbij volgens een vaste systematiek in een groot deel van Nederland kilometerhoktellingen (1 km²) hebben plaatsgevonden in zowel winter als broedseizoen (Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018).
- Watervogeltellingen: veelal maandelijks tellingen van watervogels in belangrijke watervogelgebieden en éénjaarlijkse tellingen in minder belangrijke gebieden.
- LiveAtlas: een doorlopend project, waarbij tellers zelf beslissen waar, wanneer en hoe lang ze tellen. Doel van het project is om uiteindelijk op kilometerhokniveau jaarrond gegevens te hebben over het voorkomen van alle Nederlandse broed-, trek- en wintervogels.

Omgevingsvariabelen

Bij de regressie tussen verspreiding en omgevingsvariabelen zijn 114 omgevingsvariabelen gebruikt. Deze variabelen bestaan uit klimaatsvariabelen (Bioclim dataset), bodemkenmerken, hydrologie, landschap, habitattypen, landgebruiksvariabelen, gewastypen, infrastructuur en watergerelateerde variabelen. Al deze variabelen worden meegenomen in de analyse, maar de invloed van variabelen is sterk afhankelijk van de samenhang met verspreidingsgegevens. In veel gevallen zijn slechts enkele van deze variabelen (vaak klimaatsvariabelen of habitattypen) sterk van belang en speelt het overgrote deel van de variabelen een beperkte rol bij de totstandkoming van het kaartbeeld. Het belang van de verschillende variabelen is te achterhalen door de outputbestanden, met name regressiecurves, te bestuderen.

Ruimtelijke modellen

Modellering van kaarten bestaat voor een groot deel uit regressieanalyse tussen verspreidingsgegevens en omgevingsvariabelen. Het ruimtelijk model is opgebouwd uit een combinatie van een regressiemodel en de ruimtelijk geïnterpoleerde residuen van het regressiemodel. Zie o.a. (Hengl *et al.* 2007, Hengl *et al.* 2009, Pebesma *et al.* 2005, Sierdsema & van Loon 2008) voor meer informatie over deze methodiek.

Voor de ruimtelijke analyse van de broedvogels is gebruik gemaakt van random forest-modellen (Breiman 2001, Boulesteix *et al.* 2012). Random forests zijn geschikt voor deze analyses, omdat ze aankunnen tegen hoog-dimensionele, niet-lineaire and collineaire gegevens en omdat ze weinig vatbaar zijn voor over-fitting. Random forests zijn gebaseerd op het idee een grote aantal regressiebomen te trainen. Regressiebomen zijn een klassieke machine learning-methode die al drie decennia geleden werd ontwikkeld (Breiman *et al.* 1984). Voor elke van de *n* bomen in een random forest wordt alleen een gebootstrapte steekproef van de waarnemingen gebruikt en in elke tweedeling van de boom slechts een toevallig gekozen subset van de verklarende variabelen gekozen. Elke boom in de random forest zal dus andere predicties opleveren, afhankelijk van de gebruikte cases en omgevingsvariabelen. Uiteindelijk wordt voor elke waarneming de gemiddelde predictie van de *n* bomen berekend. De niet-gebruikte waarnemingen om een boom te maken — de zgn. out-of-the-bag (OOB) cases — worden benut voor de

bepaling van de kwaliteit van de random forest en van de importantie van de omgevingsvariabelen. Hier kan dus informatie worden verkregen over het relatieve belang van elke variabele bij het verklaren van het voorkomen van een soort.

Random forests worden regelmatig gebruikt voor de modellering van de verspreiding van soorten en dergelijke analyses (bijv. Benito-Garzon *et al.* 2006, Cutler *et al.* 2007, Kampichler *et al.* 2010, Mascaro *et al.* 2014) en in recente vogelatlasprojecten zoals de atlas van broed- en wintervogels van Groot-Brittannië en Ierland (Balmer *et al.* 2013), **de atlas van algemene broedvogels van Polen (Kuczyński & Chylarecki 2012)** en de nieuwe Vogelatlas van Nederland (Sovon 2018).

Met behulp van de regressie-modellen wordt een 'predictie' (voorspelling) gemaakt van de waarnemingen en alle gridcellen waarvoor de omgevingsvariabelen beschikbaar zijn, die zijn opgenomen in het model. Een regressiemodel voorspelt echter zelden precies de waarnemingen, maar er is altijd verschil tussen de werkelijke waarnemingen en de modelvoorspellingen, de zogenaamde 'residuen'. De residuen vertellen ons waar het model blijkbaar nog niet helemaal goed zit. Vooral als we gebieden zien met overwegend positieve residuen (het voorkomen wordt onderschat) of negatieve residuen (het voorkomen wordt overschat), is er blijkbaar sprake van lokale omstandigheden die niet goed worden beschreven door de variabelen die zijn opgenomen in het regressiemodel. Een vervolgstap kan dan zijn om op zoek te gaan naar variabelen die het gevonden patroon in de residuen kunnen verklaren. Dit zijn dan zogenaamde 'taylor-made'-modellen: voor elke soort afzonderlijk wordt zo goed mogelijk de meest relevante set aan omgevingsvariabelen bij elkaar gezocht en gemodelleerd. Voor een aantal soorten zal zelfs dat geen soelaas bieden: de relevante informatie is simpelweg niet beschikbaar voor elke locatie in Nederland. Voor de hier gepresenteerde kanskaarten zijn (vrijwel) geen 'taylor-made'-modellen gemaakt omdat die per soort (zeer) veel tijd kosten om te maken. Er is echter nog een andere oplossing om de voorspelde verspreiding te verbeteren: interpolatie van de residuen.

Door de residuen te interpoleren naar een vlakdekkend kaartbeeld ontstaat een kaart met gebieden die overwegend onderschat of overschat worden. Voor interpolatie van de residuen kan gebruik worden gemaakt van (block-) Inverse Distance Weighting (IDW) en Kriging. De laatste methode is veel rekenintensiever dan de eerste: in deze versie van de kanskaarten is gebruik gemaakt van IDW. Voor een beschrijving van de twee bovengenoemde interpolatie methodieken zie Bivand *et al.* 2013. De modelvoorspellingen per kilometerhok en de geïnterpoleerde residuen worden ten slotte bij elkaar opgeteld.

Technische uitvoering

De berekeningen voor de kanskaarten zijn uitgevoerd met het statistische programma R (R Core Team 2020), versie 3.6.3 (64-bits versie). Voor de analyses werd het R-package 'SDMmaps' (Kampichler *et al.* 2020), versie 0.15-4 gebruikt. SDMmaps vat functies uit een grote aantal van R-packages samen die zorgen dragen voor het inlezen van de waarnemingen, samenvoegen met ruimtelijke data, uitvoeren van de ruimtelijke modellen, projecteren van de modellen op het hele land en maken van de kaarten. Specifiek werd voor de randomForest-**modellen gebruik gemaakt van de snelle algoritme 'ranger' van Wright & Ziegler (2017)**. Naast de **echte en de 'slimme' nullen zijn 10.000 random nullen gegenereerd** middels de hiervoor beschreven Maxent-benadering. De interpolaties met Inversed Distance Weighting zijn uitgevoerd met functies uit het R-package 'gstat' (Pebesma & Wesseling 1998) onder gebruik van een block van 2x2 km en punten tot een maximale afstand van 50 km (Bivand *et al.* 2013).

Maskering

Om er zorg voor te dragen dat de predicties beperkt zijn tot het bekende areaal in ons land, is met behulp van de waarnemingen een kaart van het areaal gemaakt. Hiervoor zijn de waarnemingen, inclusief de (berekende) nulwaarnemingen met Inversed Distance Weighting (IDW) omgezet in een dichtheidskaart. Deze dichtheidskaart is daarna omgezet in een areaalkaart met waarden tussen 0 (niet gemeld) en 1 waarbij de areaalrand waarden tussen 0 en 1 heeft. De areaalkaart is tenslotte gecombineerd met de gemodelleerde verspreiding om tot een areaal-gemaskeerde verspreidingskaart te komen.

Gesommeerde kaarten

Het gemodelleerde voorkomen per 250 meter voor de kaarten van de gebieden met kwetsbare soorten geaggregeerd naar kilometerhokken. Per kaart zijn tenslotte de verwachte aantallen per soort opgeteld per kilometerhok. De kaarten van de broedvogels geven het aantal broedparen weer en de niet-broedvogelkaarten het aantal vogels per kilometerhok.

Literatuur

- Balmer D., Gillings S., Caffrey B., Swann B., Downie I. & Fuller R. 2013. Bird Atlas 2007-11: The Breeding and Wintering Birds of Britain and Ireland. BTO Books, Thetford.
- Benito Garzon M., Blazek R., Neteler M., Sanchez De Dios R., Sainz Ollero H. & Furlanello C. 2006. Predicting habitat suitability with machine learning models: The potential area of *Pinus sylvestris* L. in the Iberian Peninsula. *Ecological Modelling* 197:383-393.
- Bivand R.S., Pebesma E.J. & Gómez-Rubio V. 2013. Applied Spatial Data Analysis with R, 2e ed. Springer, New York.
- Boulesteix A.-L., Janitza S., Kruppa J. & König I.R. 2012. Overview of random forest methodology and practical guidance with emphasis on computational biology and bioinformatics. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 2:493-507.
- Breiman L. 2001. Random forests. *Machine Learning Journal* 45:5-32.
- Breiman L., Friedman J., Stone C.J. & Olshen R.A. 1984. Classification and Regression Trees. Taylor & Francis. 368 pp.
- Cutler D.R., Edwards T.C.Jr., Beard K.H., Cutler A., Hess K.T., Gibson J. & Lawler J.J. 2007. Random forests for classification in Ecology. *Ecology* 88:2783-2792.
- Hengl T., Heuvelink G.B.M. & Rossiter D.G. 2007. About regression-kriging: From equations to case studies. *Computers & Geosciences* 33, 1301-1315.
- Hengl T., Sierdsema H., Radovic A. & Dilo, A. 2009. Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging. *Ecological Modelling*.
- Kampichler C., Wieland R., Calmé S., Weissenberger H. & Arriaga-Weiss S. 2010. Classification in conservation biology: A comparison of five machine-learning methods. *Ecological Informatics* 5:441-450.
- Kampichler C., Hallmann C. & Sierdsema H. 2020. SDMaps: an R package for the analysis of species abundance and distribution data. Extended Manual. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Kuczyński L. & Chylarecki P. 2012. Atlas pospolitych ptaków lęgowych Polski -- Rozmieszczenie, wybiórczość siedliskowa, trendy. GIOŚ, Warszawa.**
- Mascaro J., Asner G.P., Knapp E.E., Kennedy-Bowdoin T., Martin R.E., Anderson C., Higgins M. & Chadwick K.D. 2014. A tale of two "forests": random forest machine learning aids tropical forest carbon mapping. *PLoS ONE* 9:e85993. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085993>.
- Pebesma E.J. & Wesseling C.G. 1998. Gstat: A program for geostatistical modelling, prediction and simulation. *Computers & Geosciences* 24, 17-31.
- Pebesma E.J., Duin R.N.M. & Burrough P.A. 2005. Mapping sea bird densities over the North Sea: spatially aggregated estimates and temporal changes. *Environmetrics* 16, 573-587.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Sierdsema H. & van Loon E.E. 2008. Filling the gaps: using count survey data to predict bird density **distribution patterns and estimate population sizes. Revista Catalana d'Ornitologia** 24.
- Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos Uitgevers, Utrecht/Antwerpen.
- Wright M.N. & Ziegler A. 2017. ranger: A Fast Implementation of Random Forests for High Dimensional Data in C++ and R. *Journal of Statistical Software*, 77(1), 1-17. <https://doi.org/10.18637/jss.v077.i01>.



In opdracht van:



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
T (024) 7 410 410

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl

