



Jan van der Winden
Ecology

research &
consultancy



Effecten van een geplande hoogspanningsverbinding op vogelpopulaties van het Naardermeer

Risicoanalyse van de 380 kV-verbinding van
onderzoeksalternatief Zuid-Paars 1





Dit rapport is opgesteld in opdracht van Natuurmonumenten.

F. van Zetten & J. van der Winden 2025. Effecten van een geplande hoogspanningsverbinding op vogelpopulaties van het Naardermeer. Risicoanalyse van de 380 kV-verbinding van onderzoeksalternatief Zuid Paars 1. Rapport 2025-04, Jan van der Winden Ecology, Utrecht.

LOWLAND ECOLOGY NETWORK

Bij het Lowland Ecology Network zijn freelancers aangesloten die zich richten op ecologisch onderzoek, advies en communicatie. De nadruk ligt op natuurbescherming van wetlands in binnen- en buitenland. Elke deelnemer heeft een specifieke expertise en kan snel allianties sluiten en daarmee complexe vraagstukken oplossen. Buiten ons netwerk hebben we goede contacten voor overige specialismen, zoals fotografie/film, design en natuurwetgeving.



Effecten van een geplande hoogspanningsverbinding op vogelpopulaties van het Naardermeer

Risicoanalyse van de 380 kV-verbinding van
onderzoeksalternatief Zuid-Paars 1

F. van Zetten & J. van der Winden





Inhoudsopgave

1. Samenvatting	3
2. Inleiding	5
2.1. Selectie onderzoekstraject	6
2.2. Risico's en externe werking	7
2.3. Soortenselectie voor risicoanalyse en 1%-mortaliteitsnorm	8
2.4. Dankwoord	8
3. Huidig gebiedsgebruik Naardermeer	9
3.1. Natura 2000-gebied Naardermeer	9
3.2. De Schil	10
3.3. Aantalsontwikkeling kolonievogels	12
3.4. Aantalsontwikkeling broedvogels met territoria	13
3.5. Aantalsontwikkeling watervogels	14
3.6. Ontwikkeling vogels op slaap- en rustplaatsen	17
3.7. Vechtpolders, Waterland en Oostvaardersplassen	17
3.8. Soortenselectie	19
4. Jaarlijkse sterfte en 1%-mortaliteitsnorm	21
4.1. Populatieomvang	21
4.2. Natuurlijke sterfte	22
4.3. 1%-mortaliteitsnorm	23
4.4. Aanvullende normering	25
5. Inschatting van aanvaringsrisico's	27
5.1. Definities veelvoorkomende begrippen	27
5.2. Vliegfluxen	28
5.3. Aanvaringskansen	28
5.4. Gevonden draadslachtoffers corrigeren	29
6. Mitigatie	31
6.1. Locatiekeuze	31
6.2. Ondergrondse aanleg	31
6.3. Bliksemdraad verwijderen	31
6.4. Habitat compensatie	32
6.5. Masttype en draadconfiguratie	32
6.6. Draadmarkeringen	32



7. Soortbespreking en beoordeling	35
7.1. Eerder onderzoek naar draadslachtoffers	35
7.2. Purperreiger	37
7.3. Aalscholver	40
7.4. Kolgans	43
7.5. Grauwe gans	47
7.6. Bergeend	52
7.7. Brandgans	54
7.8. Grote zilverreiger	57
7.9. Kievit	60
7.10. Knobbelzwaan	63
7.11. Krakeend	66
7.12. Kuifeend en Tafeleend	68
7.13. Lepelaar	72
7.14. Smient	79
7.15. Wilde eend	81
8. Cumulatie	85
8.1. Directe sterfte door aanvaringen	85
8.2. Indirecte effecten	85
8.3. Versterkte effecten	87
9. Conclusies en aanbevelingen	89
9.1. Algemene conclusies	89
9.2. Conclusies Natura 2000-soorten Naardermeer	90
9.3. Conclusies Natura 2000-soorten naburige gebieden	91
9.4. Conclusies Naardermeer soorten zonder doelstellingen	92
9.5. Aanbevelingen geplande hoogspanningsverbinding	95
9.6. Aanbevelingen nader onderzoek	95
10. Literatuur	96



1. Samenvatting

Één van de routes die in beeld is voor een nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Diemen en Ens loopt vlak boven het Naardermeer: het Zuid-Paars 1 tracé.

Natuurmonumenten maakt zich zorgen over mogelijke vogelsterfte doordat vogels de hoogspanningsdraden soms niet op tijd zien en ertegenaan vliegen. Dit geldt ook voor Natura 2000-soorten zoals purperreiger, aalscholver en kolgans. In zulke gevallen is er sprake van zogenaamde externe werking: projecten die voor sterfte zorgen buiten het beschermde gebied kunnen toch invloed hebben op populaties binnen Natura 2000-gebieden. Het Lowland Ecology Network heeft de effecten van de geplande verbinding op vogelpopulaties in het Naardermeer onderzocht en de risico's in kaart gebracht. We richtten ons op het traject tussen knooppunt Diemen en de Hollandse Brug nabij Muiderberg.

We hebben ons op 15 vogelsoorten gericht die in redelijke aantallen gebruik maken van het Naardermeer en in hun dagelijkse vliegbewegingen de geplande hoogspanningsverbinding kunnen kruisen en daarmee risico lopen op een aanvaring. Vier van deze soorten hebben Natura 2000-instandhoudingsdoelen voor het Naardermeer. Voor elke soort zijn de risico's beoordeeld op basis van: populatieomvang, huidige sterfte, dagelijkse vliegbewegingen, aanvaringskansen, vermelde slachtoffers in de literatuur en verwachte extra sterfte.

Het verwachte aantal slachtoffers hebben we getoetst aan de zogenaamde 1%-mortaliteitsnorm: als de extra sterfte door de geplande hoogspanningsverbinding boven deze grens uitkomt, zijn negatieve effecten op de lokale populaties niet uit te sluiten. Zelfs onder deze grens kunnen al versnelde populatiedalingen optreden. Dit geldt vooral voor kwetsbare soorten met een korte levensduur en hoge natuurlijke sterfte, langlevende soorten met een lage reproductie, bedreigde populaties en populaties die blootstaan aan cumulerende effecten. Ook kunnen de leidingen bij het Naardermeer effect hebben op vogelsoorten waarvoor in andere Natura 2000-gebieden doelen zijn gesteld. Bijvoorbeeld als ze geregeld en/of regelmatig naar het Naardermeer vliegen.

Alle onderzochte soorten hebben een verhoogde aanvaringskans door hun vliegtijden, relatief hoge vleugelbelasting en/of beperkte wendbaarheid. Zonder mitigatie zal de verwachte extra sterfte bij alle soorten waarschijnlijk boven de 1%-norm voor de Naardermeerpopulatie uitkomen. Met gerichte mitigatie kan dit risico bij een deel van de soorten worden beperkt, maar negatieve effecten op populaties



van kolganzen, grauwe ganzen, kieviten, smienten en wilde eenden blijven mogelijk. Voor veel soorten ligt de 1%-norm tussen de 0 en 1 individu per jaar, waardoor zelfs één slachtoffer gemiddeld op jaarbasis al populatiegevolgen kan hebben. Voor lepelaars, kuifeenden en tafeleenden kan de sterfte dusdanig hoog zijn dat de populaties in naburige Natura 2000-gebieden, zoals IJmeer en Gooimeer, onder druk komen te staan.

Gegeven de reeds aanwezige infrastructuur rond het Naardermeer, zoals spoorlijnen, wegen en bestaande hoogspanningsmasten, zijn cumulerende effecten, die voor nog meer vogelsterfte zorgen, zeer aannemelijk. We adviseren daarom om mitigerende maatregelen te nemen, zoals het vermijden van ecologisch gevoelige gebieden; het ondergronds aanleggen van de verbinding; het optimaliseren van de mastconstructie; of het aanbrengen van draadmarkeringen om de zichtbaarheid ervan te vergroten en het aantal slachtoffers met 40-95% kunnen verminderen.

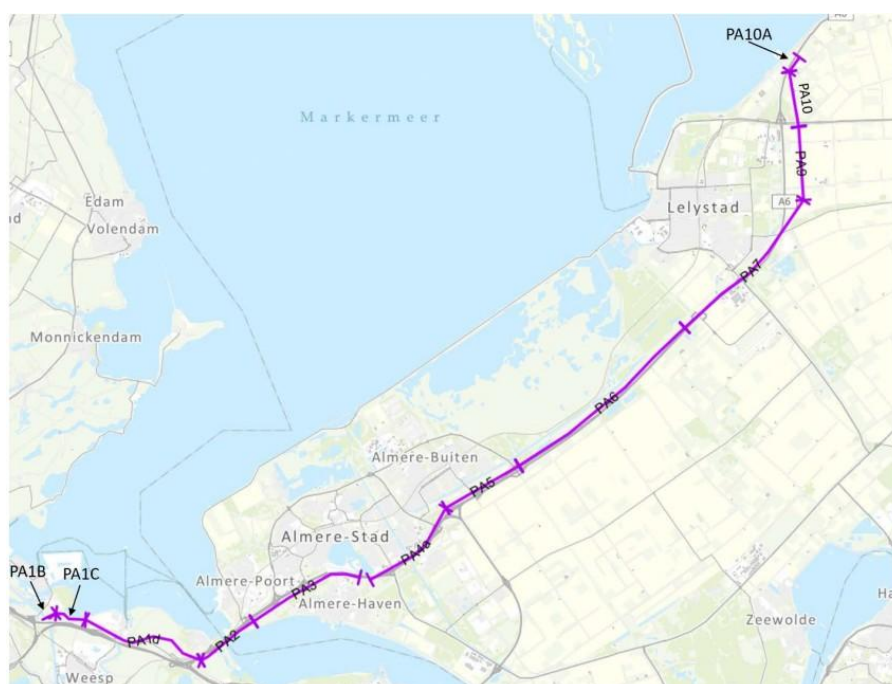
Tot slot bevelen we aanvullend onderzoek aan naar de vliegroutes van soorten waarbij effecten op populaties van naburige Natura 2000-gebieden kunnen optreden zoals bij kuifeenden, tafeleenden, lepelaars en grote zilverreigers.



2. Inleiding

De minister van Klimaat en Groene Groei en netbeheerder TenneT TSO B.V. willen een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding realiseren tussen de bestaande hoogspanningsstations Diemen, Lelystad en Ens. Ook plannen ze twee nieuwe hoogspanningsstations om de nieuwe verbinding op het bestaande netwerk aan te sluiten. Bij de beoordeling van verschillende tracéalternatieven vormt het risico op draadslachtoffers en de mogelijke impact daarvan op populaties van vogelsoorten met Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen een belangrijke factor. TenneT heeft in een milieueffectrapportage (mer) onder andere de variant Zuid-Paars 1 in beeld gebracht (figuur 2.1), waaruit blijkt dat er vogelslachtoffers kunnen vallen onder soorten waarvoor doelen gelden in Natura 2000-gebieden, zoals purperreiger, aalscholver en kolgans. Vogels zien de hoogspanningsdraden in bepaalde omstandigheden slecht of te laat, waardoor ze er tegenaan vliegen en gewond raken of direct sterven. De Commissie voor de milieueffectrapportage heeft geadviseerd de effecten nauwkeuriger in beeld te brengen en daarbij rekening te houden met soortspecifieke vliegpatronen en aanvaringskansen.

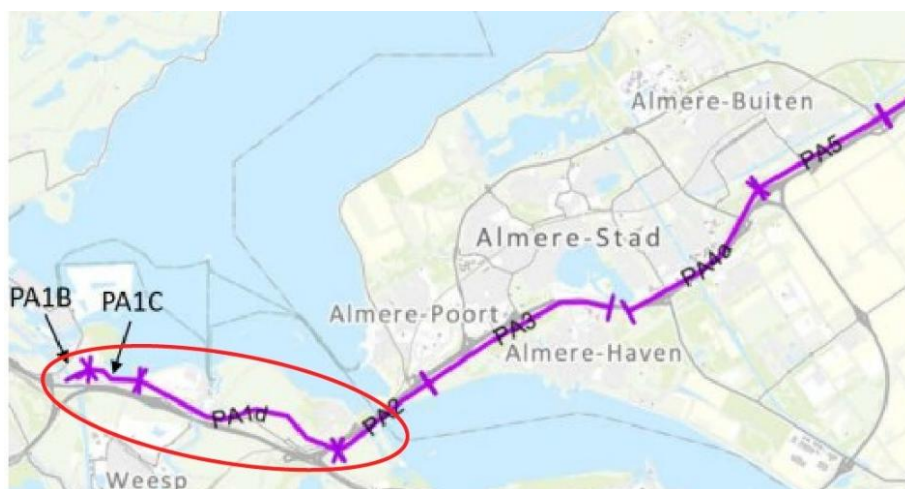
De Vereniging Natuurmonumenten maakt zich zorgen om te grote effecten op vogels van het Naardermeer, en wil het nadere onderzoek van TenneT naar de omvang van effecten niet afwachten. Natuurmonumenten ziet meerwaarde in een eigen onderzoek, uitgevoerd door deskundige ornithologen met veel kennis over de risico-soorten. Om deze reden is aan Jan van der Winden Ecology (Lowland Ecology Network) gevraagd om onderzoek te doen naar de risico's voor vogelslachtoffers van een tracé ten noorden van het Naardermeer, en de bevindingen te presenteren in een rapportage. In overleg met Natuurmonumenten is gekozen voor een tweeledige opzet: 1) een bureaustudie waarbij op basis van literatuur, deskundigheid, soort- en veldkennis de potentiële aantallen slachtoffers zijn berekend of ingeschat en bepalen wat dat betekent voor de 1%-mortaliteitsnorm (zie hoofdstuk 4), en 2) een veldonderzoek bij het Naardermeer naar slachtoffers van grote vogelsoorten onder bestaande hoogspanningsverbindingen. Onderhavige rapportage omvat de resultaten van de **bureaustudie**.



Figuur 2.1. Referentielijn van de geplande hoogspanningsverbinding Zuid-Paars 1 ten noorden van het Naardermeer.

2.1. Selectie onderzoekstraject

We richten ons alleen op de effecten van de geplande hoogspanningsverbinding op de vogelpopulaties van het Naardermeer. Daarom hebben we er in overleg met Natuurmonumenten voor gekozen om uitsluitend de effecten te onderzoeken van referentielijn Zuid-Paars 1 van het traject tussen knooppunt Diemen en de Hollandse Brug nabij Muiderberg (figuur 2.2). Dit is namelijk één van de varianten van de onderzoekscorridor Paars en vormt uitgangspunt voor effectstudies (Plan-MER Deelrapport thema Natuur).



Figuur 2.2. Onderzoekstraject van referentielijn Zuid-Paars 1 tussen knooppunt Diemen en de Hollandse Brug ten oosten van Muiderberg.

2.2. Risicosoorten en externe werking

Veel vogelsoorten, zoals ganzen en eenden, maken dagelijks pendelbewegingen tussen hun verblijfplaatsen (zoals nest-, kolonie- of slaapplekken) binnen Natura 2000-gebieden en hun foerageergebieden daarbuiten of andersom. Deze vliegbewegingen vinden vaak één of meerdere keren per dag plaats, vooral bij vogels die hun jongen voeren. Tijdens deze verplaatsingen lopen vogels het risico om buiten Natura 2000-gebieden tegen de hoogspanningsdraden aan te vliegen, wat kan leiden tot zogenaamde externe werking: effecten buiten de begrenzing van het beschermde gebied, maar wel op soorten met instandhoudingsdoelen. De referentielijn Zuid-Paars 1 doorkruist het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer en loopt ten noorden van het Natura 2000-gebied Naardermeer (Plan-MER Deelrapport thema Natuur). Daarmee ontstaat het risico dat vogelsoorten, met instandhoudingsdoelen binnen deze Natura 2000-gebieden, in aanvaring komen met de draden van deze nieuwe verbinding. Dit kan leiden tot sterfte en daarmee tot directe negatieve effecten op de populaties en instandhoudingsdoelen van deze soorten.



2.3. Soortenselectie voor risicoanalyse en 1%-mortaliteitsnorm

We richten ons op vogelsoorten die op enig moment in hun leven gebruik maken van het Naardermeer én door hun dagelijkse vliegbewegingen naar omliggende voedsel- of rustgebieden de geplande hoogspanningsverbinding kunnen kruisen, en daarmee risico lopen op een aanvaring. In hoofdstuk 3 presenteren we de aantallen van deze soorten; in hoofdstuk 4 en verder analyseren we hun jaarlijkse sterfte, vliegbewegingen en aanvaringskansen. Hierbij analyseren we alleen de soorten die in het Naardermeer voorkomen in aantallen van ten minste 20 individuen en die geen exoten zijn. Vervolgens maken we een inschatting van hoeveel draad-slachtoffers er mogelijk kunnen vallen door de geplande hoogspanningsverbinding en wat dit betekent voor de populaties. We zetten het aantal additionele slachtoffers af tegen de jaarlijkse natuurlijke sterfte. Als de additionele sterfte meer dan 1% bedraagt van de natuurlijke sterfte, kan het effect significant negatief zijn voor desbetreffende vogelpopulatie van het Natura 2000-gebied. We houden hierbij rekening met de cumulatie van sterfte. De 1%-norm is echter niet absoluut. Het is niet uit te sluiten dat minder slachtoffers toch tot een populatiedaling kunnen leiden (Schippers *et al.* 2020). We beschouwen dit aspect voor soorten waar de additionele mortaliteit op of rond de 1%-norm ligt.

2.4. Dankwoord

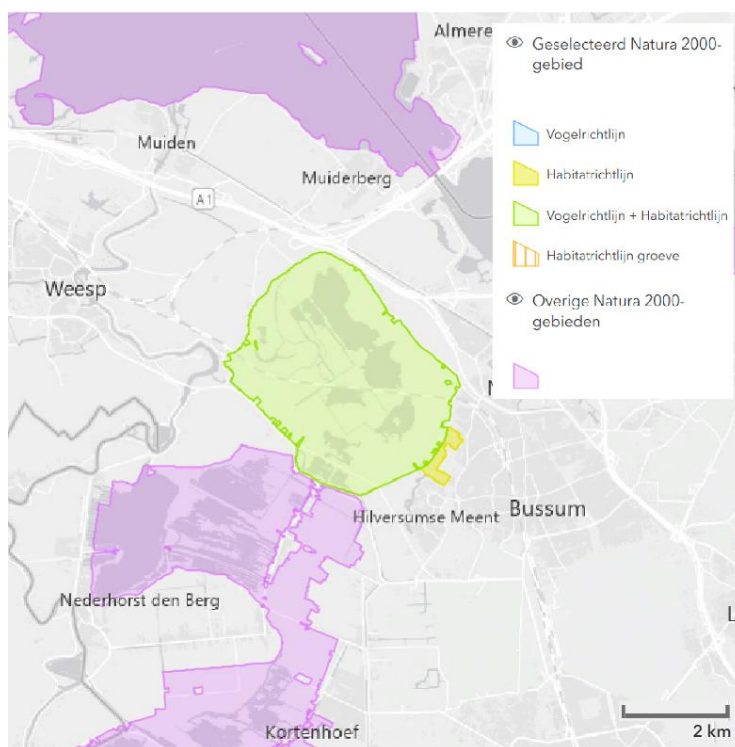
Vanuit Natuurmonumenten kregen we hulp van Tim van den Broek, Joep Crombag, Philip Breitenstein, Loes Huibers, Inge Langwerden, Patrick Blom en Baukje Sijtsma. De Werkgroep Lepelaar en Camilla Dreef hielpen bij het ontsluiten van gegevens over gezenderde en geringde lepelaars en lazen teksten kritisch door. Sovon Vogelonderzoek Nederland vulde een deel van de gegevens over broed- en watervogels aan. We bedanken Vogelwerkgroep Het Gooi en Omstreken voor het delen van hun kennis en informatie. Ook bedanken we Tomas van Diest, René Sonneveld, Jan Meester, Gerard de Graaf en Jan Westhof voor de toegang tot hun land voor ons veldonderzoek.



3. Huidig gebiedsgebruik Naardermeer

3.1. Natura 2000-gebied Naardermeer

Natura 2000-gebieden zijn beschermde natuurgebieden van Europees belang. Het Naardermeer is aangewezen als Natura 2000-gebied, en is van belang voor broedvogels en pleisteraars als rui-, rust- en foerageergebied in alle jaargetijden (figuur 3.1). Met deze aanwijzing heeft de Nederlandse overheid zich verplicht om in het Naardermeer een bijdrage te leveren aan de 'gunstige staat van instandhouding' op de aangewezen habitattypen en vogelsoorten. Het Naardermeer is een natuurlijk meer op de overgang van een glaciële stuwwal naar het laaggelegen zeekleilandschap. Door verlanding van het meer is een gevarieerd mozaïek ontstaan van natte bossen, rietlanden, veen mosrietlanden en open water met waterplanten. Het gebied is van groot belang voor moerasvogels als kleine karekiet en purperreiger. Een groot deel van de omliggende polders in de Schil is in de afgelopen jaren omgevormd tot natte, open moerasgebieden, die grote aantallen watervogels en steltlopers herbergen (bron: [Natura 2000 | Naardermeer](#)).



Figuur 3.1. Natura 2000-gebied Naardermeer (bron: [Natura 2000 | Naardermeer | Kaart](#)).



Instandhoudingsdoelstellingen vogels

Het Natura 2000-gebied Naardermeer heeft doelstellingen voor zowel broedvogels als niet-broedvogels (tabel 3.1). Voor broedvogels moet het Naardermeer, zoals begrensd als Natura 2000-gebied (figuur 3.1), ruimte bieden voor nestplaatsen. Voor niet-broedvogels moet het begrensde deel van het Naardermeer ruimte bieden voor slaap- en rustplaatsen. We richten ons op de grotere soorten met instandhoudingsdoelen, namelijk aalscholver, purperreiger, kolgans en grauwe gans (zie paragraaf 2.3).

Tabel 3.1. Instandhoudingsdoelstellingen voor broedvogels en niet-broedvogels van Natura 2000-gebied Naardermeer (bron: [Natura 2000 | Naardermeer | Doelstelling](#)).

Natura 2000-criterium	Aangewezen soort	Instandhoudingsdoelstelling	Populatiegrootte instandhoudingsdoel
Broedvogels			
A017	Aalscholver	Broedgebied	1800
A029	Purperreiger	Broedgebied	60
A197	Zwarte stern	Broedgebied	35
A292	Snor	Broedgebied	30
A298	Grote karekiet	Broedgebied	10
Niet-broedvogels			
A041	Kolgans	Slaap- en rustplaats	Behoud
A043	Gauwe gans	Slaap- en rustplaats	Behoud

3.2. De Schil

Rondom het Naardermeer is een natte bufferzone aangelegd, de Schil (figuur 3.2). De Schil is onderdeel van het Natura 2000-gebied Naardermeer. Het waterpeil kan hier in beperkte mate fluctueren en het dient als hydrologische buffer voor het Naardermeer. Zo kan er rietmoeras ontstaan met soortenrijke graslanden, hooilanden, moeras, en open water (Van Rijsbergen 2021, Aerts & Hoogenstein 2022). Natuurmonumenten, de provincie Noord-Holland en Waterschap Amstel, Gooi en Vecht werken samen aan de natuurvriendelijke inrichting van zes deelgebieden (van Rijsbergen 2021). De Keverdijkse Overscheense Polder (KOP) is een deels agrarische, en deels natuurontwikkelde polder, waar een brede watergang met natuurvriendelijke oevers wordt aangelegd om leefgebied te creëren voor onder andere purperreigers en grote zilvereigers. Naardermeer Oost bestaat uit



voormalig agrarisch grasland, en het Voormeer uit nat schraalland. In dit gebied zijn watergangen aangelegd, oevers afgegraven en is kruidenrijk grasland ontwikkeld om kwelwater beter te benutten. De Hilversumse Bovenmeent bestaat uit graslanden en ondiepe plassen en vormt de ecologische verbinding met de Ankeveense Plassen. Er zijn plannen om in de toekomst het waterpeil in het noordelijke deel stapsgewijs te verhogen en om plasdras-oevers aan te leggen voor moerasvogels en steltlopers. De Nieuwe Keverdijkse Polder (NKP) Zuid en Noord kunnen dan moerasgebied worden met rietvelden, open water en graslanden, dat belangrijk is voor moerasvogels zoals roerdomp en bruine kiekendief. De Zuidpolder bestaat uit moerasbos in het oosten en noorden, en open graslanden in het westen. Dit deelgebied gaat Natuurmonumenten niet herinrichten.



Figuur 3.2. Deelgebieden van de Schil rondom de open meren van Natura 2000-gebied Naardermeer (bron: [Provincie Noord-Holland](https://www.provincie-noord-holland.nl/)).



3.3. Aantalsontwikkeling kolonievogels

Het Naardermeer huisvest een aantal broedkolonies, waarvan de purperreiger en aalscholver de belangrijkste zijn (tabel 3.2). Begin jaren '70 omvatte de purperreigerkolonie in het Naardermeer zo'n 200 paren (van Tooren *et al.* 1994). Helaas daalde de populatie in de jaren '90 sterk tot een dieptepunt van 21 broedparen in 1995 door langdurige droogte in het Afrikaanse overwinteringsgebied (den Held 1981, Cavé 1983, van Tooren *et al.* 1994, Zwarts *et al.* 2009, van der Winden *et al.* 2010). In Nederland bleef het herstel achter doordat verdroging, verruiging en verbossing van rietmoerassen leidden tot afname van de habitatkwaliteit, waardoor broedgebieden voor purperreigers minder geschikt werden (van der Winden & van Horssen 2001, van der Winden *et al.* 2010). Dankzij rasters tegen ganzenvraat op de broedplekken herstelde de populatie in het Naardermeer geleidelijk tot een hoogtepunt van 155 broedparen in 2025.

De aalscholverkolonie van het Naardermeer heeft ook een bewogen geschiedenis. Tot halverwege de 20^e eeuw werden aalscholvers als broedvogel fel bestreden vanwege de concurrentie met visserij en de angst voor verdringing van lepelaars en purperreigers (Denneman & de Vries 1985, van Tooren *et al.* 1994). In 1943 werden zo'n 1.600 nesten vernietigd, maar vanaf 1947 veranderde het beleid en broedden er dat jaar 650 paren (Denneman & de Vries 1985). De kolonie groeide daarna snel tot een piek van 5200 nesten in 1984 (Hoogenstein 2022), gevolgd door een afname tot circa 1.000 broedparen in 2.000. Rond 2015 schommelde het aantal nog tussen de 650 en 700 broedparen, maar de laatste jaren is de kolonie afgenomen tot zo'n 400 broedparen (Hoogenstein 2022, Sovon).

Na de drooglegging van het Horstermeer in 1882 vestigden lepelaars in het Naardermeer. De kolonie groeide tot zo'n 240 paren in 1951, maar daalde daarna tot rond de 100 paren (van Tooren *et al.* 1994). In 1988 verdween de kolonie na de vestiging van vossen (van Tooren *et al.* 1994, Schut 1994).

Het aantal grote zilverreigers in het Naardermeer is de laatste jaren ook toegenomen, hoewel in mindere mate. Tientallen grote zilverreigers gebruiken het Spookgat in het Naardermeer als slaapplek (Baars 2022). Zeer sporadisch broeden ze ook in het Naardermeer, al zijn er nog maar drie broedgevallen vastgesteld (Baars 2022).



Tabel 3.2. Aantallen van de kolonievogels in het Natura 2000-gebied Naardermeer van de laatste vijf jaar. Aantallen met een ‘()’ zijn schattingen omdat de kolonie slecht bereikbaar was en op afstand geteld moest worden. ‘ng’ staat voor niet geteld.

Soort	2020	2021	2022	2023	2024
Aalscholver	650	390	261	441	376
Purperreiger	105	111	110	122	131
Visdief	-	-	2	(10)	ng

3.4. Aantalsontwikkeling broedvogels met territoria

De soorten die niet in kolonies broeden zijn gekarteerd in vaste transecten, verspreid over verschillende terreintypen van het begrensde Natura 2000-gebied Naardermeer (tabel 3.3, Heunks *et al.* 2014, Abma & Prop 2020). In 2014 en 2020 zijn er respectievelijk 63 en 85 soorten geteld, maar voor ons onderzoek focussen we alleen op een selectie hiervan (zie paragraaf 2.3). De grauwe gans was met meer dan 200 paar een van de talrijkste soorten. Ook de wilde eend en krakeend zijn talrijk in het Naardermeer. Over het algemeen zijn moeras- en watervogels in 2020 in aantal gestegen ten opzichte van 2014, met vooral een toename van krakeenden. Het aantal bruine kiekendieven, roerdompen en tafeleenden bleef stabiel. Er broedden iets minder grauwe ganzen en knobbelzwanen in 2020 vergeleken met zes jaar eerder.



Tabel 3.3. Aantallen van de broedvogels in het Natura 2000-gebied Naardermeer in 2014 en 2020 (Bronnen: Bureau Waardenburg & Sovon).

Soort	Aantal in paren 2014	Aantal in paren 2020
Bergeend	12	19
Brandgans	8	10
Bruine Kiekendief	1	1
Buizerd	6	5
Grauwe Gans	228	213
Grote Canadese Gans	6	12
Grote Zilverreiger	0	1
Havik	6	6
Kievit	21	13
Kluut	8	3
Knobbelzwaan	13	12
Kokmeeuw	12	29
Krakeend	18	46
Kuifeend	15	25
Roerdomp	2	2
Sperwer	2	2
Tafeleend	1	1
Torenvalk	2	0
Visdief	6	9
Wespendief	0	1
Wilde Eend	ng	156
Zomertaling	3	3

3.5. Aantalsontwikkeling watervogels

Groote Meer en Naardermeer

Vanaf september tot en met april worden de watervogels maandelijks geteld op de twee grote meren binnen het Natura 2000-gebied, namelijk het Groote Meer en het Naardermeer. Voor alle relevante watervogels (zie paragraaf 2.3) op deze twee meren hebben we een seizoensgemiddelde en seizoensmaximum berekend voor de laatste vijf jaar (tabel 3.4). De talrijkste soorten zijn kuifeend, krakeend en tafeleend.



Tabel 3.4. Aantallen watervogels op het Groote Meer en Naardermeer binnen Natura 2000-gebied Naardermeer van september tot en met april van seizoen 2019/2020 tot en met 2024/2025. De aantallen zijn uitgedrukt in seizoensgemiddelden en seizoensmaxima (Bron: Vogelwerkgroep het Gooi en Omstreken).

Soort	Aantal in	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024	2024/2025
Aalscholver	Gem.	3	8	11	22	16	16
	Max.	5	13	24	60	43	29
Bergeend	Gem.	-	-	-	-	1	0
	Max.	-	-	-	-	2	0
Blauwe Reiger	Gem.	-	0	0	-	-	-
	Max.	-	1	0	-	-	-
Bruine Kiekendief	Gem.	-	-	0	1	-	-
	Max.	-	-	0	2	-	-
Buizerd	Gem.	2	-	-	2	-	-
	Max.	2	-	-	2	-	-
Grauwe Gans	Gem.	7	12	27	16	3	12
	Max.	14	52	150	50	15	42
Grote Canadese Gans	Gem.	1	1	0	1	0	0
	Max.	2	8	0	2	1	0
Grote Mantelmeeuw	Gem.	-	-	-	-	0	0
	Max.	-	-	-	-	1	0
Grote Zilverreiger	Gem.	1	1	0	0	0	-
	Max.	1	3	1	1	1	-
Havik	Gem.	-	-	-	-	2	-
	Max.	-	-	-	-	2	-
Kievit	Gem.	1	1	0	-	-	-
	Max.	2	4	0	-	-	-
Kleine Mantelmeeuw	Gem.	7	3	2	2	4	1
	Max.	24	13	6	10	22	3
Knobbelzwaan	Gem.	18	13	61	25	58	72
	Max.	51	34	124	54	162	151
Kokmeeuw	Gem.	29	13	7	2	3	0
	Max.	100	50	44	10	20	0
Kolgans	Gem.	-	-	0	0	-	-
	Max.	-	-	0	1	-	-
Krakeend	Gem.	-	0	32	136	55	108
	Max.	-	0	192	500	270	406



Kuifeend	Gem.	150	245	1009	2404	1362	1826
	Max.	335	554	7008	8510	5032	6220
Pijlstaart	Gem.	-	-	0	0	1	-
	Max.	-	-	0	2	2	-
Purperreiger	Gem.	-	4	1	0	-	-
	Max.	-	14	7	0	-	-
Smient	Gem.	204	141	144	72	156	0
	Max.	500	900	800	450	1000	0
Tafeleend	Gem.	81	141	346	1178	859	249
	Max.	311	600	2230	3800	3070	734
Visarend	Gem.	-	-	0	0	0	1
	Max.	-	-	0	1	0	1
Wilde Eend	Gem.	31	18	7	8	13	8
	Max.	92	53	33	35	59	17
Zeearend	Gem.	-	0	0	-	-	-
	Max.	-	1	0	-	-	-
Zilvermeeuw	Gem.	-	-	0	0	0	0
	Max.	-	-	1	1	1	1

De Schil

In de zes deelgebieden van de Schil (figuur 3.2) zijn de afgelopen jaren ook watervogels geteld, maar hiervan zijn geen gegevens ter beschikking gesteld. Wel hebben we algemene indrukken verkregen van tellers uit Vogelwerkgroep Het Gooi en Omstreken, om toch een beeld te vormen van de aantallen en soorten watervogels in de Schil. In de Karnemelksloot en de omliggende percelen leven voornamelijk krakeenden, wilde eenden, blauwe reigers en grote zilverreigers. Dat geldt ook voor de Hilversumse Bovenmeent, waar ook meerkoeten, pijlstaarten en in geringere aantallen kolganzen, grauwe ganzen en smienten voorkomen. In het voorjaar zijn er veel kluten aanwezig en in de herfst een behoorlijk aantal watersnippen. In kleinere aantallen zijn nonnetjes, grote zaagbekken, buizerds en blauwe kiekendieven aanwezig in de Schil. De Keverdijkse Polder Noord heeft vooral betekenis als winterverblijf voor grote zilverreigers, kolganzen, grauwe ganzen, smienten en wintertalingen. In de Hilversumse Ondermeent verblijven in de winter grote aantallen kol-, brand-, en grauwe ganzen.



3.6. Ontwikkeling vogels op slaap- en rustplaatsen

Het Natura 2000-gebied Naardermeer wordt veelal door vogels gebruikt als slaap- of rustplaats. Zo slapen er in de Hilversumse Bovenmeent en de Keverdijkse Polder tientallen grote zilverreigers en lepelaars, honderden of duizenden brandganzen, honderden grauwe ganzen en duizenden kolganzen (tabel 3.5). Grote zilverreigers hebben ook een slaapplek op een rieteiland in het Spookgat, ten westen van het Groote Meer. Ganzen slapen afwisselend in de Bovenmeent en op het Groote Meer. Het aantal kleine en wilde zwanen is net als in de rest van het land de laatste jaren sterk afgenomen tot een enkel individu.

Tabel 3.5. Aantallen vogels op slaapplekken in Natura 2000-gebied Naardermeer van seizoen 2018/2019 tot en met 2024/2024, uitgedrukt in seizoensmaxima (Bron: Sovon).

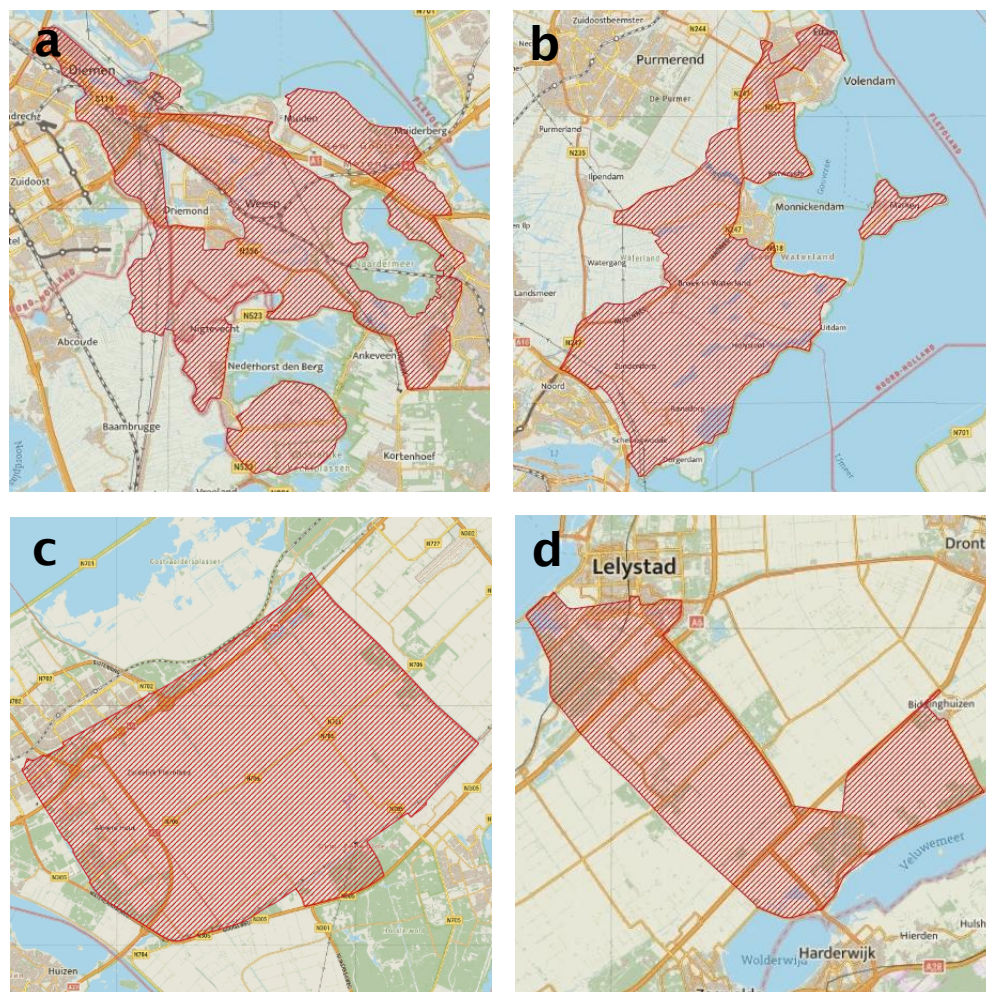
Soort	Aantal in	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024	2024/2025
Grote Zilverreiger	Max.	50	73	41	47	19	ng	ng
Brandgans	Max.	1000	2000	1500	ng	3310	280	1160
Grauwe Gans	Max.	311	551	338	2891	2384	-	-
Kolganzen	Max.	6519	3586	5623	6408	5242	-	-
Kleine Zwaan	Max.	0	0	0	ng	0	0	0
Wilde Zwaan	Max.	2	0	1	ng	0	0	0

3.7. Vechtpolders, Waterland en Oostvaardersplassen

Vogels die binding hebben met het Natura 2000-gebied Naardermeer kunnen ook van omliggende gebieden gebruik maken, die net buiten de begrenzing vallen. Vogels kunnen het Natura 2000-gebied Naardermeer gebruiken als slaapplek, terwijl ze soms tot ver daarbuiten foerageren, of juist andersom. Activiteiten van vogels kunnen zich zo tot ver buiten het Naardermeer uitstrekken. Veel vogels foerageren bijvoorbeeld in de agrarische polders ten noorden van het Naardermeer tussen Muiden en Muidenberg, ook bekend als de Noordpolders. Deze noordelijk gelegen gebieden buiten de begrenzing van Natura 2000-gebied Naardermeer zijn ook relevant voor ons onderzoek, vanwege mogelijke risicovolle vliegbewegingen



die de geplande hoogspanningsverbinding kruisen (figuur 3.3). Daarom betrekken we in onze analyse ook de aantallen van vogelsoorten uit de Vechtpolders (Noordpolders is hier onderdeel van), Waterland, Zuid-Flevoland-midden en Oost-Flevoland-zuid (tabel 3.6).



Figuur 3.3. Omliggende relevante vogelgebieden nabij het Naardermeer: a) Vechtpolders, b) Waterland, c) Zuid-Flevoland-midden, en d) Oost-Flevoland-zuid (Bron: [Sovon](#)).



Tabel 3.6. Aantallen van watervogels (foeragerende winter- en trekvogels) van de Vechtpolders rondom het Naardermeer, Waterland, Zuid-Flevoland-midden en Oost-Flevoland-zuid (bron: [Sovon](#)).

Soort	Aantal in	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
Vechtpolders						
Brandgans	Gem.	1215	1009	1321	1018	882
Grauwe Gans	Gem.	2386	2389	2280	2563	2456
Kleine Zwaan	Gem.	5	-	-	-	7
Knobbelzwaan	Gem.	100	147	84	70	80
Kolgans	Gem.	3444	3622	4206	2970	3358
Waterland						
Brandgans	Gem.	4852	6252	5522	5148	4106
Grauwe Gans	Gem.	2060	2551	2469	2433	2323
Kleine Zwaan	Gem.	-	0	0	0	-
Knobbelzwaan	Gem.	89	146	95	50	59
Kolgans	Gem.	2538	3519	3151	2170	2362
Zuid-Flevoland-midden						
Grauwe Gans	Gem.	115	1271	724	866	713
Kleine Zwaan	Gem.	0	0	0	0	0
Kolgans	Gem.	75	140	65	127	209
Toendrarietgans	Gem.	20	326	458	170	121
Oost-Flevoland-zuid						
Grauwe Gans	Gem.	1469	1255	935	899	1044
Kleine Zwaan	Gem.	35	1	4	1	10
Wilde Zwaan	Gem.	12	1	1	4	11

3.8. Soortenselectie

In onderhavig hoofdstuk hebben we de huidige aantallen van broedvogels in het Naardermeergebied gepresenteerd. Dit waren soorten die Natura 2000-instandhoudingsdoelen hebben, dagelijkse vliegbewegingen hebben en/of soorten die een groot leefgebied hebben. In een tweede soortenselectiestap kiezen we voor Natura 2000-soorten en overige beleidsmatig relevante soorten (bijvoorbeeld Rode Lijst) van het Naardermeer met een populatieomvang van minimaal twintig individuen. Ook behandelen we de lepelaar, een soort met doelstellingen voor naburige Natura-



2000 gebieden, waarbij er dus externe werking kan optreden als individuen naar het Naardermeer gaan om te foerageren. Uiteindelijk blijken in totaal vijftien vogelsoorten relevant, waarvan vier met instandhoudings-doelstellingen voor het Natura 2000-gebied Naardermeer (tabel 3.7).

Tabel 3.7. Geselecteerde relevante soorten waarvoor de risico's van de geplande hoogspanningsverbinding worden beoordeeld. Dit betreft soorten met een Natura 2000-instandhoudingsdoel of overige beleidsmatige relevante soorten van het Naardermeer.

Natura 2000-gebied	Aalscholver, Grauwe Gans, Kolgans, Purperreiger
Overig Naardermeer	Bergeend, Brandgans, Grote Zilverreiger, Kievit, Knobbelzwaan, Krakeend, Kuifeend, Lepelaar, Smient, Tafeleend, Wilde Eend



4. Jaarlijkse sterfte en 1%-mortaliteitsnorm

Om te beoordelen of de voorziene nieuwe hoogspanningsverbinding mogelijk een negatieve invloed heeft op vogelpopulaties of hun instandhoudingsdoelen, maken we een inschatting van het aantal mogelijke vogelslachtoffers. Vervolgens vergelijken we deze additionele sterfte van de hoogspanningsdraden met de huidige natuurlijke sterfte. Deze verhouding toetsen we aan de zogenaamde 1%-mortaliteitsnorm, zoals die uit jurisprudentie bekend is. Als de extra sterfte veroorzaakt door de hoogspanningsverbinding kleiner of gelijk is aan 1% van de natuurlijke sterfte van de soort, is de kans klein dat de hoogspanningsverbinding een effect op de populatieomvang heeft. Overschrijdt de additionele sterfte deze grens, dan kunnen negatieve effecten op de vogelpopulatie niet worden uitgesloten en kunnen effecten significant negatief zijn. Bij populaties die al onder druk staan kunnen echter alsnog negatieve effecten optreden als de additionele sterfte op of onder de 1%-norm blijkt (Schippers *et al.* 2020). Aanvullende normering is dan wenselijk.

4.1. Populatieomvang

De eerste stap is het vaststellen van de huidige populatieomvang van de relevante soorten van het Natura 2000-gebied Naardermeer. Dit doen we op basis van de kolonietellingen, watervogeltellingen, slaapplaattellingen en broedvogelkarteringen weergegeven in hoofdstuk 2. Voor elke soort berekenen we een gemiddelde en een maximum van de meest recente vijf jaar aan gegevens, ofwel op basis van seizoensgemiddelden of seizoensmaxima (tabel 4.1). Voor watervogelsoorten die niet jaarrond voorkomen in de omgeving van het Naardermeer, zoals brandgans en smient, of soorten waarvan de aantallen op slaapplaatsen worden geteld, berekenen we de gemiddelde en maximum populatieomvang op basis van de seizoensmaxima. Voor watervogels die jaarrond aanwezig zijn in het Naardermeer, zoals de wilde eend, berekenen we de populatieomvang op basis van seizoensgemiddelden. Voor broedvogels die in de kolonies of tijdens broedvogelkarteringen worden geteld berekenen we de gemiddelde populatieomvang. Voor sommige soorten broedvogels, of soorten waarbij in het najaar nog jongen in de populatie aanwezig zijn, maken we onderscheid tussen het aantal adulten en juvenielen. Dit onderscheid is belangrijk omdat juvenielen doorgaans een hoger sterftecijfer hebben dan adulten. Voor de purperreiger, kolgans, grauwe gans en brandgans bepalen we daarom de populatieomvang uitgesplitst naar leeftijd. Daarbij hanteren we de volgende aannames: 1) een broedpaar purperreigers brengt gemiddeld twee jongen groot,



dus het aantal broedparen vermenigvuldigen we met twee om het aantal bijkomende juvenielen in te schatten, en 2) bij ganzen bestaat ongeveer 10% van de getelde populatie op de slaapplaats uit eerstejaars.

Tabel 4.1. Populatieomvang van relevante soorten van het Natura 2000-gebied Naardermeer, weergegeven in een gemiddelde en maximum omvang. De aantallen zijn berekend op basis van jaaraantallen, seizoensgemiddelden en seizoensmaxima van de meest recente vijf jaar aan gegevens.

Soort	Gem aantal	Max aantal	Telgegevens	Gem adult	Max adult	Gem juv	Max juv
Purperreiger	232	262	Kolonievogel	232	262	232	262
Aalscholver	847	1300	Kolonievogel	-	-	-	-
Kolgans	5476	6519	Slaapplaatsen	4928	5867	548	652
Grauwe Gans	1295	2891	Slaapplaatsen	1166	2602	130	289
Bergeend	31	38	Broedvogel	-	-	-	-
Brandgans	1650	3310	Slaapplaatsen	1485	2979	165	331
Grote Zilverreiger	46	73	Slaapplaatsen	-	-	-	-
Kievit	34	42	Broedvogel	-	-	-	-
Knobbelzwaan	105	162	Watervogel	-	-	-	-
Krakeend	274	500	Watervogel	-	-	-	-
Kuifeend	5465	8510	Watervogel	-	-	-	-
Smient	630	1000	Watervogel	-	-	-	-
Tafeleend	2087	3800	Watervogel	-	-	-	-
Wilde Eend	11	18	Watervogel	-	-	-	-

4.2. Natuurlijke sterfte

De tweede stap is het berekenen van de jaarlijkse huidige of 'natuurlijke' sterfte en de bijbehorende populatiegrootte (tabel 4.2). Voor de jaarlijkse overleving van vogelsoorten hebben gebruik gemaakt van de overzichten op www.bto.org. We hebben de overleving gebruikt om de jaarlijkse sterfte te berekenen volgens:

$$\text{Jaarlijkse natuurlijke sterfteaandeel} = 1 - \text{jaarlijkse overleving}$$



Indien de jaarlijkse overleving/sterfte voor een bepaalde soort onbekend was, hebben we het cijfer opgezocht in recente wetenschappelijke artikelen. Dit was het geval voor de grote zilverreiger en lepelaar (Włodarczyk 2020, Lok *et al.* 2011, Lok *et al.* 2015). Voor de berekening van de sterfte van purperreigers en ganzen hebben we een onderscheid gemaakt tussen sterfte van adulten en juvenielen.

Tabel 4.2. Jaarlijkse sterftcijfers per soort en de gemiddelde en maximale sterfte van adulten en juvenielen per soort op basis van de Naardermeerpopulaties.

Soort	Sterftcijfer adult	Sterftcijfer juv	Gem sterfte adult	Max sterfte adult	Gem sterfte juv	Max sterfte juv
Purperreiger	0,26	0,59	60	68	137	155
Aalscholver	0,12	-	102	156	-	-
Kolgans	0,28	0,4	1380	1643	219	261
Grauwe Gans	0,17	0,44	198	442	57	127
Bergeend	0,13	-	4	5	-	-
Brandgans	0,09	0,1	134	268	17	33
Grote Zilverreiger	0,15	-	7	11	-	-
Kievit	0,3	-	10	12	-	-
Kluut	0,22	-	2	4	-	-
Knobbelzwaan	0,15	-	16	24	-	-
Krakeend	0,28	-	77	140	-	-
Kuifeend	0,29	-	1585	2468	-	-
Lepelaar	0,13	0,35	-	-	-	-
Smient	0,47	-	296	470	-	-
Tafeleend	0,35	-	730	1330	-	-
Wilde Eend	0,37	-	4	7	-	-

4.3. 1%-mortaliteitsnorm

Nu de populatiegroottes en natuurlijke sterfte van vogelsoorten in het Naardermeer bekend zijn, berekenen we of de additionele sterfte veroorzaakt door de geplande hoogspanningsverbinding hoger of lager is dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (tabel 4.3). Voor purperreigers en ganzen hebben we een aparte norm berekend voor adulten en juvenielen, omdat de vliegbewegingen van juvenielen bekend zijn en ze een hoger sterftcijfer hebben. Deze drempelwaardes zijn



gebruikt om een eerste inschatting te maken of populaties van deze soorten met instandhoudingsdoelstellingen door de nieuwe hoogspanningsverbinding mogelijk geschaad gaan worden. In hoofdstuk 7 berekenen we de additionele sterfte door de geplande hoogspanningsverbinding, die we op basis van jurisprudentie aan de zogenaamde 1%-mortaliteitsnorm relateren. Wanneer de additionele sterfte door de nieuwe hoogspanningsverbinding namelijk kleiner of gelijk is aan 1% van de natuurlijke sterfte van een soort, kan verwacht worden dat dit geen invloed heeft op de vogelpopulatie en wordt het effect van de hoogspanningsverbinding met zekerheid niet significant aangemerkt. Als de additionele sterfte van een soort door de nieuwe hoogspanningsverbinding echter meer dan 1% van de natuurlijke sterfte betreft, kunnen negatieve effecten op desbetreffende vogelpopulatie niet worden uitgesloten. Dan is er een indicatie dat de sterfte significant negatief is.

Tabel 4.3. 1%-mortaliteitsnormen, ofwel 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte, per soort op basis van de gemiddelde en maximale omvang van adulten en juvenielen van de Naardermeerpopulatie.

Soort	1%-norm adult o.b.v.	1%-norm adult o.b.v.	1%-norm juv o.b.v.	1%-norm juv o.b.v.
	gemiddelde omvang	maximum omvang	gemiddelde omvang	maximum omvang
Purperreiger	0,6	0,7	1,4	1,5
Aalscholver	1,0	1,6	-	-
Kolgans	13,8	16,4	2,2	2,6
Grauwe Gans	2,0	4,4	0,6	1,3
Bergeend	0,04	0,05	-	-
Brandgans	1,3	2,7	0,2	0,3
Grote Zilverreiger	0,07	0,1	-	-
Kievit	0,10	0,1	-	-
Kluut	0,02	0,04	-	-
Knobbelzwaan	0,16	0,2	-	-
Krakeend	0,8	1,4	-	-
Kuifeend	15,9	24,7	-	-
Smient	3	4,7	-	-
Tafeleend	7,3	13,3	-	-
Wilde Eend	0,04	0,07	-	-



4.4. Aanvullende normering

Voor soorten met kwetsbare populaties die al onder druk staan kan de 1%-norm te kort schieten. Kleine sterftepercentages kunnen namelijk leiden tot aanzienlijke populatieafnames (Schippers *et al.* 2020). Dit geldt vooral voor soorten met een korte levensduur en hoge natuurlijke sterfte, langlevende soorten met een lage reproductie, bedreigde populaties en populaties die blootstaan aan cumulerende effecten (Schippers *et al.* 2020). We hebben daarom per soort beschouwd of de 1%-mortaliteitsnorm toepasbaar is, in lijn met Schippers *et al.* 2020, en op basis daarvan de effecten van de geplande hoogspanningsverbinding op de populaties beoordeeld.



De meeste botsingen tussen vogels en hoogspanningsdraden vinden plaats in de schemering of bij slechte weersomstandigheden.



5. Inschatting van aanvaringsrisico's

De mate waarin vogels die gebruik maken van het Naardermeer slachtoffer kunnen worden van de geplande hoogspanningsverbinding hangt af van twee factoren: de **vliegflux** over het geplande tracé en de **aanvaringskans**. De vliegflux wordt bepaald door het aantal vogels, de frequentie van hun vliegbewegingen en de vliegrichtingen ten opzichte van de hoogspanningsverbinding. De aanvaringskans is soortspecifiek en hangt samen met kenmerken zoals lichaamsbouw, periode van de dag, zichtvermogen en vliegwijze.

Het verwachte aantal draadslachtoffers is het resultaat van de combinatie van deze twee factoren: een hoge flux én een hoge aanvaringskans leiden tot een verhoogd risico op slachtoffers. Omgekeerd resulteert een lage flux en een lage aanvaringskans in een beperkt risico. In hoofdstuk 7 schatten we beide factoren in voor elke vogelsoort en beoordelen we daarmee het risico op draadslachtoffers. In onderhavig hoofdstuk beschrijven we hoe de vliegbewegingen, richtingen en patronen van vogelsoorten in kaart zijn gebracht. Vervolgens gaan we in op de soortspecifieke kenmerken die bepalend zijn voor de aanvaringskans.

5.1. Definities veelvoorkomende begrippen

In dit rapport maken we veelvuldig gebruik van termen met betrekking tot het risico op aanvaringen met hoogspanningsverbindingen en het aantal draadslachtoffers. De betekenis van de termen verschillen soms subtiel. Hieronder zullen ter verduidelijking elk begrip kort toelichten.

Vliegflux = het aantal risicovolle vliegbewegingen door een tracé vaak uitgedrukt in het aantal vliegbewegingen per dag

Aanvaringskans = de kans dat een vogel tegen een draad vliegt is soortspecifiek en afhankelijk van factoren zoals weersomstandigheden, het type draden en mitigatie

Aanvaringsrisico = het risico dat een vogel met een object in aanraking komt

Draadslachtoffers = het aantal vogels dat tegen hoogspanningsdraden aanvliegt en daarbij gewond raakt en/of sterft



5.2. Vliegfluxen

Vogels lopen risico op aanvaringen met hoogspanningsdraden wanneer zij frequent over een verbinding vliegen (Buij *et al.* 2018). Het is daarom van belang om inzicht te verkrijgen in hun dagelijkse vliegbewegingen en om vast te stellen in hoeverre deze routes de geplande hoogspanningsverbinding kruisen. Vliegpatronen worden bepaald door de afgelegde afstand, de frequentie van de verplaatsingen en de vliegrichtingen. Deze patronen kunnen variëren gedurende het jaar. Tijdens het broedseizoen zijn veel soorten gebonden aan hun nestplaats, waardoor ze zich vooral lokaal verplaatsen. Vanaf de nazomer kunnen grotere groepen vogels dagelijkse pendelbewegingen maken tussen foerageergebieden en slaapplaatsen. Vooral deze vliegbewegingen zijn relevant, omdat ze in hoge frequentie plaatsvinden. Bij wegtrekkende of doortrekkende vogels is de vliegflux laag, omdat zij de geplande verbinding maar één keer passeren en vaak op grote hoogte vliegen. Voor deze vogels is het risico op aanvaringen dus lager.

Om inzicht te krijgen in de belangrijke functiegebieden in de omgeving van het Naardermeer en de vliegbewegingen daartussen, maakten we gebruik van zendergegevens, ringgegevens en visuele tellingen/observaties uit de literatuur en van lokale vogeltellers. Hiermee is per soort getracht de risicovolle vliegbewegingen over de geplande hoogspanningsverbinding te identificeren en te kwantificeren als vliegflux. Voor sommige soorten is echter beperkte informatie beschikbaar over vliegrichtingen en aantallen. In die gevallen hebben we de fluxen ingeschat volgens scenario's wat leidde tot een range van de vliegflux.

5.3. Aanvaringskansen

Het verwachte aantal draadslachtoffers wordt mede bepaald door de aanvaringskansen. Deze kans geeft weer hoe vaak een soort in aanvaring kan komen met hoogspanningsdraden. Aanvaringskansen zijn soortspecifiek en afhankelijk van zowel gedrags- als morfologische eigenschappen. Morfologische kenmerken die bijdragen aan de aanvaringskans zijn onder andere de lichaamsgrootte, verhouding van de vleugels met het lichaam, plaatsing van de ogen, houding van de kop in vlucht, vleugeloppervlak, vleugellengte en gewicht. Deze eigenschappen beïnvloeden zowel het gezichtsveld als de wendbaarheid van een vogel in vlucht, en daarmee ook de kans op aanvaringen (Buij *et al.* 2018). Zo zijn zware vogels met een hoge vleugelbelasting bijvoorbeeld slecht wendbaar en kunnen daardoor



minder goed uitwijken om aanvaringen te voorkomen (Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). De kans op aanvaringen is het grootst voor soorten die op lijnhoogte vliegen, soorten die de draden visueel slecht kunnen waarnemen, of soorten met een gebrekkige wendbaarheid (Rayner 1988, Bevanger 1994). Ook gedragsfactoren zoals groepsvorming, onervarenheid (bijvoorbeeld bij juveniele vogels), baltsvluchten en paniek door verstoring, het risico op aanvaringen verhogen (Buij *et al.* 2018). Bij sommige soorten worden er bijvoorbeeld vaker jonge, onervaren vogels onder hoogspanningsleidingen aangetroffen, doordat zij het vliegen nog minder goed beheersen (Smit 1973). Naast soortspecifieke eigenschappen spelen ook lokale omgevingsfactoren een rol bij het optreden van aanvaringen. Voorbeelden hiervan zijn de topografie, vegetatiestructuur, predatiedruk en voedselbeschikbaarheid in de directe omgeving van de hoogspanningsverbinding. Ook het ontwerp van de hoogspannings-verbinding zelf, zoals het type mastconstructie en de opstelling van de draden, beïnvloedt de kans op aanvaringen (Buij *et al.* 2018).

Over het algemeen zijn soorten die in open landschappen voorkomen het meest kwetsbaar voor aanvaringen met hoogspanningsdraden (Buij *et al.* 2018). Kwetsbare broedvogels zijn met name reigers, kieviten, plevieren, uilen, strandlopers en snippen (Buij *et al.* 2018). De meeste slachtoffers vallen echter onder groepen watervogels die frequent heen en weer vliegen tussen broedkolonies of rustplaatsen en foerageergebieden. Dit betreft eenden, ganzen, zwanen, reigers, steltlopers, rallen, kraanvogels, ooievaars en uilen (Buij *et al.* 2018).

5.4. Gevonden draadslachtoffers corrigeren

Het daadwerkelijke aantal omgekomen vogels als gevolg van aanvaringen met hoogspanningsdraden ligt hoger dan het aantal slachtoffers dat tijdens veldonderzoek wordt aangetroffen. Dit verschil wordt veroorzaakt door meerdere factoren die de vindbaarheid van draadslachtoffers beïnvloeden.

Beperkte vindkans

Ten eerste is er sprake van een beperkte vindkans: niet alle vogels die dood gaan na een aanvaring worden opgemerkt als draadslachtoffer tijdens zoekrondes. Dit kan het gevolg zijn van de beperkte zoekcapaciteit van de waarnemer, vegetatiestructuur (zoals hoog gras), of ongunstige weersomstandigheden. Om deze onderschatting te kwantificeren, wordt in veel studies een vindkansproef



uitgevoerd. Hierbij worden dummy-objecten of dode vogels uitgelegd in het veld, die vervolgens door waarnemers moeten worden opgespoord. Het aandeel teruggevonden objecten geeft een indicatie van de gemiddelde vindkans. Een vindpercentage van 94% leidt bijvoorbeeld tot een correctiefactor van 1,064, waarmee het aantal gevonden slachtoffers wordt vermenigvuldigd (Hartman *et al.*, 2010).

Verlies door aaseters

Ten tweede kunnen slachtoffers verdwijnen, doordat ze worden opgegeten of weggesleept door aaseters. Vooral kleine vogelsoorten zijn hier gevoelig voor. Volgens Smit (1973) wordt naar schatting slechts 10% van de vogels ter grootte van een spreeuw teruggevonden en 5% van kleinere soorten. Bij vogels ter grootte van een duif of groter ligt dit percentage op ongeveer 80% (Smit 1973). Om hiervoor te corrigeren, wordt soms een verdwijnproef uitgevoerd. Hierbij worden dode vogels in het veld gelegd en dagelijks gemonitord om te bepalen hoe snel ze verdwijnen. In een eerdere studie verdween 22% van de uitgelegde eenden binnen een zoekinterval van vier dagen, wat resulteerde in een correctiefactor van 1,282 (Hartman *et al.* 2010).

Slachtoffers buiten het zoekgebied

Ten derde kunnen slachtoffers buiten het afgebakende zoekgebied terechtkomen, waardoor ze niet gevonden worden. Bij een strook van 90 m werd vastgesteld dat minstens 11,5% van de slachtoffers buiten deze zone lag (Smit 1973). Aangezien gebieden buiten de zoekstrook doorgaans minder intensief worden onderzocht, ligt dit percentage mogelijk zelfs nog hoger.

Beperkingen van correctiefactoren

Hoewel deze correctiefactoren essentieel zijn om het ware aantal draadslachtoffers te benaderen, zijn ze vaak locatie-specifiek en afhankelijk van factoren zoals vegetatiestructuur, aanwezigheid van aaseters en zoekinspanning. Zo kunnen de effecten van aaseters sterk variëren per regio en seizoen, wat leidt tot uiteenlopende correctiewaarden. Bovendien worden vindkans- en verdwijnproeven niet in elke studie uitgevoerd of benoemd. Vanwege deze variabiliteit baseren wij onze inschatting van het aantal mogelijke draadslachtoffers op de gerapporteerde, gevonden aantallen uit eerdere studies. Daarbij benadrukken we dat deze aantallen een minimumschatting vertegenwoordigen: het daadwerkelijke aantal draadslachtoffers ligt naar verwachting aanzienlijk hoger.



6. Mitigatie

Om het aantal draadslachtoffers te verlagen kunnen er mitigerende maatregelen worden getroffen. Hierbij zijn twee typen mitigatie te onderscheiden: 1) maatregelen voor de nieuwe geplande hoogspanningsverbinding om additionele sterfte te reduceren, en 2) maatregelen bij/aan bestaande hoogspanningsverbindingen om cumulatieve effecten te verminderen.

6.1. Locatiekeuze

Het is belangrijk om bij de locatiekeuze van de nieuwe hoogspanningsverbinding gebieden te vermijden die van groot ecologisch belang zijn of deel uitmaken van beschermde gebieden, zoals Natura 2000-gebieden. Ook het vermijden van trekroutes, foerageergebieden en broedhabitats van kwetsbare of beschermde vogelsoorten draagt bij aan het minimaliseren van sterfte onder vogels. De nieuwe geplande hoogspanningsverbinding kan dus het beste geplaatst worden in een gebied met lage vogeldichtheden en zonder belangrijke kruisende vliegroutes (Derouaux *et al.* 2012). Waar weinig vogels vliegen, vinden ook minder aanvaringen plaats. Wellicht zijn er in de afweging van varianten nog optimalisaties mogelijk.

6.2. Ondergrondse aanleg

Om draadslachtoffers volledig te voorkomen, kan de nieuwe hoogspanningsverbinding ondergronds worden aangelegd. Bij ondergrondse verbindingen hangen er namelijk geen draden in de lucht, waardoor er voor vogels geen risico is op aanvaringen tijdens het vliegen. Beschermde Natura 2000-vogelsoorten en andere kwetsbare Rode Lijst soorten lopen daarmee geen risico meer op aanvaringen. De verstoring is alleen hoog tijdens de aanleg van de verbinding, maar dit is van tijdelijke aard.

6.3. Bliksemdraad verwijderen

De meeste botsingen tussen vogels en hoogspanningsdraden vinden plaats tegen dunne en slecht zichtbare bliksemdraden. Bliksemdraden zijn verantwoordelijk voor



82-93% van alle aanvaringen met vogels (Faanes 1987, Savereno 1996). Indien er alternatieve bliksemafleiding geplaatst wordt, kan verwijdering van de bliksemdraden de sterfte onder vogels dus sterk verminderen (Jenkins *et al.* 2010).

6.4. Habitat compensatie

Een mogelijke maatregel om de impact van sterfte door aanvaringen te verminderen is om alternatieve leefgebieden in te richten op veilige afstand van de infrastructuur. Door geschikte foerageer-, broed- of rustgebieden op strategische locaties aan te leggen of te verbeteren, kan worden voorkomen dat vogels risicovolle tracés kruisen. In de praktijk is dit echter moeilijk uitvoerbaar. Veel vogelsoorten hebben namelijk specifieke habitatvereisten die niet eenvoudig op een andere plek kunnen worden nagebootst. Bovendien vraagt het realiseren van functionele leefgebieden vaak om ingrepen op grote schaal, wat ruimtelijk en financieel ingrijpend kan zijn.

6.5. Masttype en draadconfiguratie

Het ontwerp van de hoogspanningsverbinding heeft een aanzienlijke invloed op het aanvaringsrisico. Hoe meer draden op verschillende hoogtes zijn gespannen, hoe groter de kans dat vogels ze niet tijdig opmerken en ermee in botsing komen. Het kan dus helpen om de draden zo veel mogelijk in één horizontaal vlak te spannen in plaats van in meerdere etages boven elkaar (Smit 1973, Greven 1973). Ook het verlagen of verhogen van draden kan effectief zijn, omdat vogels dan gemakkelijker boven of onder de draden door kunnen vliegen. Zo werd bij de 380 kV-verbinding Diemen-Ens een 800 meter lang traject verlaagd om aalscholvers en lepelaars te ontfangen. In dit verlaagde portaalgedeelte was de sterfte ca. 50% minder lager dan bij de, iets noordelijker gelegen, standaardmasten (Greven 1973). Zulke ontwerp-aanpassingen kunnen dus een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van vogelaanvaringen bij de geplande hoogspanningsverbinding.

6.6. Draadmarkeringen

Het aanbrengen van draadmarkeringen is de meest toegepaste maatregel om de zichtbaarheid van draden te vergroten en aanvaringen te verminderen. Met geschikte markeringen kan de sterfte met gemiddeld 40-78% worden terugge-



drongen, al verschilt de effectiviteit per soort (Jenkins *et al.* 2010, Barrientos *et al.* 2011, Bernardino *et al.* 2019). De effectiviteit van markeringen hangt af van meerdere factoren (Jenkins *et al.* 2010, Prinsen *et al.* 2011):

- Plaatsing: bij voorkeur worden markeringen op het bliksemdraad geplaatst, dat het slechtst zichtbaar is (Derouaux *et al.* 2012)
- Afstand tussen markeringen: idealiter elke 5-10 meter (Jenkins *et al.* 2010, Prinsen *et al.* 2011, Derouaux *et al.* 2012)
- Grootte: markeringen van minimaal 20 cm zijn effectiever (Jenkins *et al.* 2010, Prinsen *et al.* 2011, Derouaux *et al.* 2012)
- Kleur: geel blijkt effectief in alle weersomstandigheden, maar verandert de gevoeligheid voor UV-detectie, rood is effectief tijdens heldere weersomstandigheden en in mist, en wit is 's nachts het beste zichtbaar (Brown & Drewien 1995, Derouaux *et al.* 2012)
- Beweeglijkheid en reflectie: bewegende, reflecterende of lichtgevende markeringen worden eerder opgemerkt door vogels (Hartman *et al.* 2010, Derouaux *et al.* 2012)

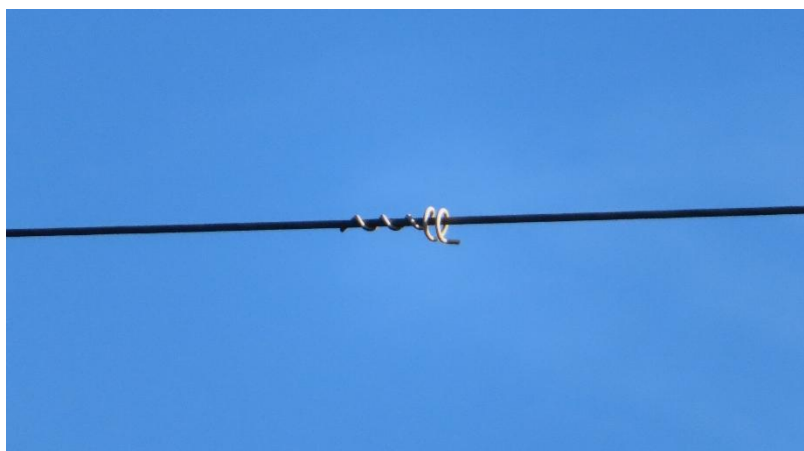
Er zijn verschillende veelgebruikte typen draadmarkeringen:

Bollen

Gekleurde bollen verhogen de zichtbaarheid van draden, vooral bij daglicht. Ze zijn minder effectief dan schrokbrekers of hangende plaatjes (Brown & Drewien 1995), maar bieden voldoende reductie in aanvaringen als ze groot genoeg zijn en tussen elke 5-10 m geplaatst worden (Derouaux *et al.* 2012).

Spiralen

Grote gekleurde spiralen combineren hoge zichtbaarheid met geluidssignalen door de wind. In Frankrijk werd een reductie in vogelsterfte van 89-95% gevonden dankzij rode en witte spiralen in een interval van 30 m (Kabouche *et al.* 2006). In Spanje daalde de sterfte met 81% bij soorten als kraanvogels, trappen, watervogels, kieviten en ooievaars na het aanbrengen van witte spiralen van ongeveer 1 cm breed en 30 cm hoog (Janss & Ferrer 1998). Oranje spiralen bleken minder effectief voor nachtsoorten zoals uilen (Janss & Ferrer 1998). In Colorado in de Verenigde Staten bleken gele spiralen effectief voor een reductie in sterfte van kraanvogels, roofvogels en watervogels (Brown & Drewien 1995). Kleinere varkenskrullen van ongeveer 20-30 cm zijn minder effectief dan de grotere spiralen en zorgen voor een afname van 9% (Barrientos *et al.* 2012) tot 50% (Koops 1980) in het aantal draadslachtoffers (figuur 6.1).



Figuur 6.1. Varkenskrullen om de draden bij de 380 kV-verbinding Diemen-Ens en 150 kV-verbinding Diemen-'s Graveland om de zichtbaarheid te vergroten.

Firefly diverters

De “firefly” is een draaiend kunststof plaatje met fluorescerende onderdelen dat hangend aan de hoogspanningsdraden bevestigd wordt. Overdag reflecteren ze zonlicht, en in schemering en in het donker geven ze licht af door een ‘glow in the dark’ coating. Door het kleine formaat moeten ze op korte afstand van elkaar worden geplaatst. Firefly diverters zijn effectief voor een 80-90% afname van het aantal slachtoffers (Prinsen *et al.* 2012, Verbelen *et al.* 2024).

Vogelflappen

Zwart-witte plastic vogelflappen van ca. 50 cm zorgen voor hoge contrasten en een reflecterend effect bij weinig licht (Derouaux *et al.* 2012). Dit maakt ze goed zichtbaar voor vogels die in de schemering en in het donker vliegen. Dergelijke flappen die licht kunnen bewegen door de wind, lijken bovendien effectiever dan statische markeringen (Bernardino *et al.* 2019). Door het hogere gewicht worden ze met een paar tientallen meters tussenafstand geplaatst. Vogelflappen zorgden voor gemiddeld 40-54% minder aanvaringen, al verschilden de effecten per soort (Shaw *et al.* 2020, Hartman *et al.* 2010). Voor sommige soorten zoals meerkoeten en Kieviten bleken de vogelflappen bijvoorbeeld niet effectief.



7. Soortbespreking en beoordeling

Het risico op aanvaringen met de geplande hoogspanningsverbinding is voor elke soort verschillend. Het aantal potentiële slachtoffers is afhankelijk van de aanvaringskans en het aantal vliegbewegingen van een soort. In dit hoofdstuk presenteren we voor elke soort de risicovolle vliegbewegingen, schatten we de aanvaringskans in en berekenen we waar mogelijk het verwachte aantal draadslachtoffers van de geplande hoogspanningsverbinding op basis van draadslachtofferaantallen uit de literatuur.

7.1. Eerder onderzoek naar draadslachtoffers

Er zijn relatief weinig studies waarin de impact van hoogspanningsverbindingen op vogelpopulaties systematisch is onderzocht. Bovendien zijn studies naar draadslachtoffers lastig met elkaar te vergelijken vanwege verschillen in habitat, tracélengte, mast- en draadhoogte, type mast, aantal draden, zoekintensiteit, intensiteit van vliegfluxen, correctiefactoren door aaseterij en zoekefficiëntie (zie ook paragraaf 5.4), terreintype of andere factoren (tabel 7.1). We maken daarom zo veel mogelijk gebruik van onderzoeken die zijn uitgevoerd in de omgeving van het Naardermeer, omdat de lokale omstandigheden dan het meest vergelijkbaar zijn met de geplande nieuwe situatie. Daarnaast presenteren we het verwachte aantal slachtoffers vanuit meerdere onderzoeken. Deze studies zijn wel al ouder, waardoor de soorten en aantallen van toen kunnen verschillen met de huidige situatie. Dit is bijvoorbeeld het geval voor kolganzen en grauwe ganzen, die in de jaren '70 bij het Naardermeer nog nauwelijks voorkwamen, en nu talrijk zijn. We presenteren de potentiële aantallen slachtoffers op basis van ongecorrigeerde aantallen gevonden slachtoffers uit eerdere studies. Het daadwerkelijke aantal slachtoffers dat we kunnen verwachten van de geplande hoogspanningsverbinding ligt dus nog hoger. Dit zullen we meenemen in de beoordeling van soorten.



Tabel 7.1. Overzicht van eerdere onderzoeken naar draadslachtoffers bij hoogspanningsverbindingen met aanvaringskansen voor de relevante soorten met informatie over het onderzochte tracé.

Bron	Locatie en onderzoekstraject	Draden type	Tracélengte	Aantal tellingen	Mitigatie
Osieck & de Miranda 1972	Naardermeer, 150 kV 's Graveland-Diemen	2 bliksem, 6 enkele stroom	2700 m	53 in 2 jaar	krullen
Osieck & de Miranda 1972	Purmerend, 150 kV Diemen-Alkmaar	2 bliksem, 6 enkele stroom	2100 m	129 in 34 maanden	geen
Osieck & de Miranda 1972	Oosterwold, 150 kV Hattum-Lelystad	2 bliksem, 6 dubbele stroom	4500 m	36 in drie jaar	geen
Smit 1973	Naardermeer, 150 kV 's Graveland-Diemen	2 bliksem, 6 enkele stroom	2825 m	117 in 9 maanden	krullen
Smit 1973	Naardermeer, 380 kV Diemen-Ens	fase en bliksemraden in drievoud	1765 m	117 in 9 maanden	verlaagde portaalconstructie, krullen
Hartman <i>et al.</i> 2010	Hazerswoude, 150 kV	2 bliksem, 6 enkele stroom	2400 m en 2600 m	44 in 157 dagen	klein deel met vogelflappen
Haack 1997	Nederrijn, 150 kV	1 bliksem, 9 dubbele stroom	1500 m	26 in 3 winters	klein randgedeelte met bollen
Klop 2020	Eemshaven, 380 kV	2 bliksem, 3 dubbele stroom	1780 m, 2700 m en 1600 m	24 tot 48 in twee jaar	tijdelijk gedeelte met firefly diverters, overige deel met spiralen
Greven 1973	Maartensdijk	-	1000 m	1 dag	geen
Greven 1973	Zaandam	-	1000 m	1 dag	geen
Heijnis 1974	Zaanstreek, 150 kV	3 bliksem, 6 fasedraden	8600 m	26 in een jaar	geen

We beoordelen elke soort op de aanvaringskansen, hoe vaak ze als draadslachtoffer gevonden zijn in eerdere studies, de risicovolle vliegbewegingen vanuit het Naardermeer over het geplande tracé en hoeveel potentiële draadslachtoffers er kunnen vallen onder de geplande verbinding, of de 1%-mortaliteitsnorm daarmee overschreden kan worden, de staat van de huidige aantallen ten opzichte van de instandhoudingsdoelstelling (IHD) en geven we een eindoordeel. We zullen in onderhavig hoofdstuk dieper op elke soort ingaan.



7.2. Purperreiger

Broedgedrag en foerageerstrategie

Vanaf eind maart arriveren de eerste purperreigers in Nederland vanuit de overwinteringsgebieden, maar de meeste komen terug in april (van der Winden & van Horssen 2010). Purperreigers broeden graag in kolonies in nat en overjarig rietland of struikgewas in het water (van der Winden & van Horssen 2010). Ze foerageren zowel in moerasbiotopen als in agrarisch landschap langs sloten en in het gras (van der Winden & van Horssen 2010). Ze foerageren uitsluitend overdag en vliegen in het schemerdonker of overdag van en naar voedselplekken (van der Kooij 1976). In de nazomer verblijven purperreigers na de broedperiode nog enkele weken in Nederland voordat ze terugkeren naar hun overwinteringsgebieden in Afrika (van der Winden *et al.* 2012). In deze weken pendelen ze nog heen en weer tussen een slaapplek en foerageergebied. De afstand tussen slaapplek en foerageergebied is voor de meeste individuen wel kleiner dan de afstand tussen kolonie en foerageergebied.

Gebruik van het Naardermeer

Purperreigers broeden in het riet en foerageren in de sloten van graslanden in de omgeving van het Naardermeer. De laatste vijf jaar broedden er gemiddeld 116 tot maximaal 131 paren purperreigers in de kolonie in het Naardermeer (tabel 3.2, Sovon). Dat komt dus neer op 232 tot 262 volwassen individuen. Een deel van de purperreigers van de Naardermeerkolonie foerageert in de polders ten noorden van het Naardermeer, tussen Weesp en Muiderberg (zie kaart in van der Winden & van Horssen 2010). In de broedperiode vliegen purperreigers meerdere keren per dag heen en weer tussen de kolonie foerageergebieden om hun jongen eten te brengen (van der Kooij 1976, van der Winden & Poot 2001). In de nazomer pendelen ze dagelijks heen en weer tussen slaapplek en foerageergebied. Hierbij lopen ze dus risico op aanvaringen met de geplande hoogspanningsverbinding.

Om het aantal risicovolle vliegbewegingen te berekenen van de huidige broedpopulatie purperreigers in het Naardermeer, doen we de volgende aannames:

- Ongeveer 3% van de broedkolonie van het Naardermeer foerageert in de polders tussen Weesp en Muiderberg (van der Winden & van Horssen 2010). Dit komt voor de huidige populatieomvang neer op 7 tot 8 purperreigers. Dit klopt met onze eigen observaties die we in 2025 hebben gedaan in de polders nabij Muiderberg. Tijdens elk bezoek komen we wel 2 tot 4 foeragerende en/of overvliegende purperreigers tegen in de polders (figuur 7.1). We gaan er bij de



berekening vanuit dat de purperreigers die in de broedtijd in deze polders foerageren, hier ook in de nazomer foerageren (van der Winden *et al.* 2012).

- Volwassen purperreigers arriveren begin april en vetrekken half september terug naar Afrika. Ze zijn dus 168 dagen in Nederland aanwezig. Tijdens de eifase en met kleine kuikens (ca. 35 dagen) pendelen purperreigers ongeveer drie keer per dag heen en weer van broedplaats naar foerageergebied (van der Kooij, 1976). Purperreigers die in de noordelijke polders foerageren passeren de geplande hoogspanningsverbinding dus minimaal zes keer per dag. Als de jongen groter zijn vanaf vijf dagen oud (periode 45 dagen na broedbegin) vliegen purperreigers ongeveer vijf keer per dag heen en weer (van der Kooij, 1976). Dan passeren ze de geplande verbinding dagelijks dus minimaal tien keer. De resterende periode van 88 dagen als ze geen eieren of kuikens hebben, pendelt een purperreiger één keer per dag heen en weer tussen slaapplaats en foerageergebied. Dit zijn dus twee passages per dag. In totaal passeert een purperreiger die broedt in Natura 2000-gebied Naardermeer en foerageert in de polders tussen Weesp en Muiderberg de geplande hoogspanningsverbinding dus 836 keer. Voor alle 7 of 8 purperreigers samen komt dit neer op 5.819 tot 6.571 vliegbewegingen per seizoen.



Figuur 7.1. Foeragerende en overvliegende purperreiger in het grasland en langs de sloot van de Noordpolders nabij Muiderberg onder de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens.

Aanvaringskans

De hoogspanningsverbinding ten zuidwesten van het Naardermeer staat haaks op de vliegbeweging van purperreigers die naar het westen of zuiden vliegen. In begin jaren '70 werden hier 36 dode purperreigers gevonden over een traject van 2,7 km (Osieck & De Miranda, 1972). In de jaren hierna is het leefgebied van purperreigers



in en rondom het Naardermeer niet veranderd volgens lokale vogeltellers, en zijn de vliegbewegingen hetzelfde gebleven (zie ook van der Winden & van Horssen 2010). In 1969 moesten purperreigers voor ongeveer 80% van de foerageervluchten het onderzochte traject passeren, indien ze in een rechte route naar hun foerageergebied vlogen. Als we het aantal gevonden slachtoffers en de verhouding met het aantal vliegbewegingen van toen (Osieck & De Miranda 1972) omrekenen naar de huidige situatie, verwachten we 1 volwassen purperreiger per jaar die in aanvaring komt met de hoogspanningsdraden.

Een tweede lokale, minder langdurige studie, komt op vergelijkbare aantallen uit. Bij de 150 kV verbinding bij de Nieuwe Keverdijkse Polder op het 2,8 km traject werd in ongeveer een half seizoen waarin purperreigers aanwezig waren één draadslachtoffer gevonden (Smit 1973). Volgens observaties van Smit passeerden tien purperreigers dagelijks het onderzochte tracé. Wanneer we de getallen uit dit onderzoek omrekenen naar het aantal risicovolle vliegbewegingen over het geplande tracé verwachten we 1 tot 2 volwassen slachtoffers per jaar.

Voor juvenielen ligt het risico op aanvaringen waarschijnlijk nog hoger, omdat ze nog onervaren vliegers zijn en daardoor de draden moeilijker kunnen ontwijken (Osieck & De Miranda 1972). Bovendien wijzen ringgegevens uit dat jonge purperreigers vaker draadslachtoffer zijn dan volwassen purperreigers (Smit, 1973).

Mitigatie door draadmarkeringen

Voor purperreigers lijkt draadmarkering aan de geplande hoogspanningsverbinding effectief om het aantal slachtoffers te reduceren. Vogelflappen of bewegende strips zorgen gemiddeld voor een reductie van 40-54% in het aantal grotere draadslachtoffers (Shaw *et al.* 2020, Hartman *et al.* 2010). Spiralen kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Het aantal potentiële slachtoffers op jaarbasis kan dus mogelijk verminderd worden naar 0 met het aanbrengen van vogelflappen, gekleurde spiralen of firefly diverters.

Beoordeling

Er geldt een Natura 2000-instandhoudingsdoel voor 60 broedparen purperreigers in het Naardermeer (tabel 3.1). Afgelopen jaren broedden er gemiddeld 116 broedparen purperreigers, bijna twee keer zo veel als het doel (tabel 3.2). De staat van instandhouding is dus gunstig. Voor purperreigers ligt 1% van de natuurlijke sterfte op 1 volwassen purperreiger per jaar voor de huidige populatieomvang (tabel 4.3). Op basis van gevonden slachtoffers uit eerdere onderzoeken in regio Naardermeer



kunnen er potentieel 1 tot 2 volwassen purperreigers per jaar slachtoffer worden van de geplande hoogspanningsverbinding. Het daadwerkelijke verwachte aantal slachtoffers ligt echter hoger, omdat we geen correctiefactoren voor aaseters en zoekinspanning hebben toegepast en de draden gemarkeerd waren met krullen. Ook zorgen juveniele vogels hoogstwaarschijnlijk voor extra slachtoffers, omdat die nog onervaren zijn er hoger risico lopen op aanvaringen. De additionele sterfte komt dus zeer waarschijnlijk boven de norm uit, waardoor er kans is op significante negatieve effecten op de populatie. De huidige populatieomvang is echter hoger dan het instandhoudingsdoel en daarmee is er, juridisch gezien, enige verslechtering mogelijk voordat het doel in gevaar komt. Bij toepassing van draadmarkeringen kan het aantal potentiële slachtoffers verminderd worden naar 0. In dat geval is de additionele sterfte mogelijk minder dan de 1%-norm en er is er minder kans op negatieve effecten op de populatie.

7.3. Aalscholver

Broedgedrag en foerageerstrategie

Rond eind februari tot half maart arriveren aalscholvers in hun broedkolonies (van Eerden 1997). De eifase is 25 dagen en de jongen worden ongeveer twee maanden gevoerd door hun ouders. Half juli beginnen de jongen zelfstandig met voedsel zoeken en trekken ze zelf naar foerageergebieden (van Eerden 1997). De meeste aalscholvers trekken in de winter naar het westelijke Middellandse Zeegebied, al blijven ze in toenemende mate in Nederland en samen met overwinterende vogels uit landen ten noorden en oosten van ons, zoals Denemarken (Platteeuw *et al.* 1992). De aalscholverkolonie in het Naardermeer wordt steeds kleiner. De laatste vijf jaar bestond de kolonie uit gemiddeld 424 paren, met een maximum van 650 paren in 2020 (tabel 3.2). Buiten het broedseizoen trekken aalscholvers naar een slaapplek. In het Naardermeer worden geen aalscholvers geteld op slaapplekken.

Gebruik van het Naardermeer

Aalscholvers gebruiken het Naardermeer van maart tot en met juli als broedplaats. Tijdens de broedperiode vliegen aalscholvers gemiddeld 12,4 km in voedselvuchten (Fijn *et al.* 2022). Ze kunnen dus gebruik maken van de omliggende foerageergebieden IJmeer en Markermeer, Gooimeer, Oostelijke Vechtplassen en sloten en vaarten in agrarisch gebied. Risico-vluchten die de geplande hoogspanningsverbinding kruisen gaan richting het IJmeer en Markermeer. Aalscholvers vliegen voornamelijk overdag heen en weer voor voedsel (de Boer 1973). In het



broedseizoen maken aalscholvers twee tot drie voedselvuchten per dag (de Boer, 1973, van Rijn & van Eerden 2002). Uit onze veldwaarnemingen blijken tientallen aalscholvers per dag het tracé te passeren richting het IJmeer. Ook foerageren enkele aalscholvers af en toe in de sloten in de polders tussen Weesp en Muiderberg (figuur 7.2). Als we bijvoorbeeld stellen dat 80 tot 240 aalscholvers dagelijks de geplande hoogspanningsverbinding passeren, vinden er 320 tot 1.440 risicovolle vliegbewegingen per dag plaats.



Figuur 7.2. Aalscholver langs de sloot in de Noordpolders nabij Muiderberg onder de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens.

Aanvaringskansen

Aalscholvers zijn gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsdraden door hun lichaamsbouw en wendbaarheid tijdens het vliegen (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Smit (1973) concludeert echter dat aalscholvers beheerste vliegers zijn, waardoor ze relatief weinig draadslachtoffer worden (Smit 1973). Uit observaties van passages van aalscholvers blijkt dat ze hoogspanningsdraden rustig passeren en goed kunnen ontwijken (Smit, 1973). Wellicht komt dit verschil door groepsgedrag. Aalscholvers vliegen vaak in een groep, waardoor ze na het optreden van een paniecreactie in de groep, hoger risico lopen op aanvaringen (Buij *et al.* 2018, Smit 1973). In Hazerswoude werd onder een 150 kV hoogspanningstraject zonder draadmarkering op een traject van ca. 4 km in drie maanden tijd één aalscholver gevonden als draadslachtoffer (Hartman *et al.* 2010).



Onder de 150 kV hoogspanningsverbinding 's Graveland-Diemen ten zuidwesten van het Naardermeer werden aalscholvers niet vaak gevonden als draadslachtoffer. In twee jaar tijd werd één aalscholver gevonden als slachtoffer (Osieck & De Miranda, 1972). Dat komt dus neer op 0,18 slachtoffers per km per jaar. Het onderzochte traject lag op de vliegroute waar maar een klein deel van de kolonie gebruik van maakt voor foerageervluchten. Op basis van onze veldwaarnemingen schatten we in dat het huidige aantal risicovolle vliegbewegingen richting het noorden ongeveer 320 tot 1.440 per dag bedraagt. In het scenario van 320 vliegbewegingen verwachten we op basis van eerdere gevonden slachtoffers mogelijk 2 tot 3 slachtoffers per jaar, en in het scenario van 1.440 vliegbewegingen verwachten we 15 tot 67 slachtoffers per jaar. Er is in deze berekening onzekerheid in zowel vliegbewegingen als risico per vliegbeweging, dus het vormt een conservatieve inschatting.

Effect van het verlaagde portaal

In de jaren '70 zijn de draden van een 380 kV hoogspanningsverbinding over een traject van 800 m tussen Diemen en Ens op verzoek van Natuurmonumenten lager gespannen in de zogenaamde portaalconstructie. Dit had als doel om de grote groep aalscholvers die richting het IJmeer en Markermeer vloog te beschermen. Aalscholvers vliegen namelijk op 40-100 m hoogte, dus met lagere draden op ca. 10-20 m boven de grond zouden slachtoffers voorkomen kunnen worden. Voor aalscholvers lijkt deze maatregel effectief. Onder de draden van de portaalconstructie werden namelijk in negen maanden tijd geen aalscholvers gevonden (Smit 1973). Bovendien bleek uit tellingen van passages van aalscholvers bij het verlaagde tracé, dat aalscholvers in zo'n drie kwart van de gevallen boven het portaalgedeelte vloog (Smit 1973). De aalscholvers lijken dus liever de lagere draden te passeren dan de naastgelegen hogere draden.

Mitigatie door draadmarkeringen

Naast een verlaagde constructie van de masten kan het nuttig zijn om draadmarkeringen aan te brengen om het aantal slachtoffers te reduceren. Vogelflappen of bewegende strips zorgen gemiddeld voor een reductie van 40-54% in het aantal grotere draadslachtoffers (Shaw *et al.* 2020, Hartman *et al.* 2010). Grote gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Het aantal potentiële slachtoffers onder aalscholvers kan dus waarschijnlijk met vogelflappen verminderd worden naar 1 tot 31 slachtoffers en met gekleurde spiralen of firefly diverters tot 0 tot 3.



Beoordeling

Er geldt een Natura 2000-instandhoudingsdoelstelling van 1.800 broedende aalscholvers in het Naardermeer. De huidige populatieomvang omvat ongeveer 425 broedparen (tabel 3.2). De staat van instandhouding is dus ongunstig. Voor aalscholvers ligt 1% van de natuurlijke sterfte op 1 tot 2 aalscholvers per jaar voor de huidige populatieomvang (tabel 4.3). We verwachten potentieel tussen de 2 en 67 slachtoffers op jaarbasis. Het daadwerkelijke verwachte aantal slachtoffers ligt echter hoger, omdat we geen correctiefactoren voor aaseters en zoekinspanning hebben toegepast en de draden gemarkeerd waren met krullen. Ook zorgen juveniele vogels hoogstwaarschijnlijk voor extra slachtoffers, omdat die nog onervaren zijn er hoger risico lopen op aanvaringen. De additionele sterfte komt dus op of boven de norm uit, waardoor er kans is op significant negatieve effecten op de populatie. Bij toepassing van geschikte draadmarkeringen kan het aantal mogelijke slachtoffers gereduceerd worden naar 0 tot 3 slachtoffers per jaar. Toch kan één slachtoffer per jaar al een effect hebben op het behalen van het instandhoudingsdoel. Mede ook omdat de populatie al veel kleiner is dan het doel. Negatieve effecten van het geplande tracé op de aalscholverpopulatie in het Naardermeer zijn dan ook niet geheel uit te sluiten.

7.4. Kolgans

Broedgedrag en foerageerstrategie

Kolganzen broeden niet in het Naardermeer, maar overwinteren er wel in grote aantallen. Ze verblijven vooral van oktober tot en met maart in Nederland, met piekaantallen tijdens de wintermaanden. Kolganzen foerageren overdag, en verplaatsen zich dagelijks in de ochtend en avond tussen slaapplekken en foerageergebied, maar ook overdag tussen verschillende foerageergebieden. Met genoeg veilige slaapplekken in de omgeving foerageren ze het liefst binnen 4 km (Vickery & Gill 1999). Foerageerafstanden kunnen echter oplopen tot wel 32,5 km (Johnson *et al.* 2014). Met gemiddeld ruim 5.000 individuen op slaapplekken in het Naardermeer in de afgelopen vijf jaar (tabel 3.5), zijn kolganzen in de winter talrijker dan grauwe ganzen en brandganzen.

Gebruik van het Naardermeer

Kolganzen maken gebruik van het netwerk aan rust- en foerageerplekken rondom het Naardermeer en de vliegbewegingen bestaan uit: 1) uitwisseling binnen de omgeving van het Naardermeer, 2) uitwisseling met het IJmeer, 3) uitwisseling met



Waterland en 4) uitwisseling met Flevoland. Er zijn namelijk duizenden ganzen die elders slapen en het Naardermeer enkel overdag benutten als foerageergebied. We hebben echter geen gegevens van aantallen op deze slaapplekken buiten het Naardermeer. Op basis van waarnemingen van vliegbewegingen en richtingen van de vogelwerkgroep, en aantallen foeragerende ganzen buiten het Naardermeer (tabel 3.6) hebben we een inschatting gemaakt van de aantallen en risicovolle vliegbewegingen die de geplande hoogspanningsverbinding kruisen:

- Kolganzen vliegen naar de polders tussen Diemen en Muiderberg om te foerageren. Zo'n 3.500 tot max 4.000 kolganzen foerageren in de Vechtpolders (tabel 3.6). Ongeveer 1/5 tot 1/6 deel van het oppervlak van de Vechtpolders bestaat uit de Noordpolders tussen Diemen en Muiderberg. In een scenario met weinig foerageerders zijn dit dus dagelijkse vliegbewegingen van ongeveer 590 tot 700 kolganzen. In een scenario met veel foerageerders zijn dit vliegbewegingen van ongeveer 700 tot 840 kolganzen.
- Kolganzen vliegen naar Waterland om te foerageren. Waterland is een verblijfplaats voor ganzen die slapen in het Naardermeer. Anderzijds is Waterland ook een slaapplek voor kolganzen die eten de omgeving van het Naardermeer. In Waterland foerageren zo'n 2.750 tot 3.500 kolganzen (tabel 3.6), en we schatten in dat ongeveer een derde tot de helft hiervan dagelijks pendelt naar het Naardermeer. Dat geeft een range van 900 tot 1.800 kolganzen.
- Kolganzen vliegen naar het IJmeer en Markermeer om te foerageren. We schatten in dat dit om honderden of enkele duizenden gaat. Dat geeft een range van 500 tot 2.000 pendelaars.
- Kolganzen vliegen naar Almere Pampus om te foerageren. We schatten in dat dit om enkele honderden gaat. Dat geeft een range van 100 tot 300 pendelaars.

We verwachten dat kolganzen op jaarbasis 765.371 tot 1.783.855 keer over de geplande hoogspanningsverbinding vliegen.

Aanvaringskansen

Kolganzen zijn gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsdraden. Ze hebben een relatief hoog gewicht en kortere bredere vleugels, waardoor ze beperkt wendbaar zijn tijdens de vlucht (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Smit (1973) concludeert echter iets anders: volgens hem zijn kolganzen ondanks hun grotere formaat goed wendbaar,



en passeren ze de hoogspanningsdraden vaak rustig. Dat komt overeen met onderzoeken waarin weinig tot geen kolganzen als draadslachtoffer gevonden zijn, waaronder lokale onderzoeken in de omgeving van het Naardermeer (tabel 7.1) (Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973, Heijnis 1974, Klop 2020). Waarschijnlijk vielen er in die periode geen slachtoffers bij hoogspanningsverbindingen rond het Naardermeer, omdat er toen nog nauwelijks ganzen in het gebied aanwezig waren. Zonder aanwezige ganzen konden er logischerwijs ook geen slachtoffers vallen.

Kolganzen lopen vooral risico op aanvaringen door hun groepsgedrag. Na het optreden van een paniecreactie in de groep, door bijvoorbeeld een laag overvliegend sportvliegtuigje of roofvogel, kunnen ze hun vlucht niet goed voortzetten en lopen ze risico op aanvaringen (Smit 1973). Meerdere kolganzen kunnen op deze manier tegelijk slachtoffer worden, waardoor het aantal draadslachtoffers snel kan oplopen. Dit bleek het geval bij een 150 kV hoogspanningslijn bij Hazerswoude, waar in de periode van 14 oktober 2009 tot en met 19 maart 2010 drie slachtoffers werden gevonden onder de draden (Hartman *et al.* 2010). Één van deze kolganzen schrok samen met een groepje grauwe ganzen van een vliegtuig, waardoor ze in paniek tegen de draden aanvlogen. De overige twee slachtoffers reageerden hoogstwaarschijnlijk vergelijkbaar na schrik van een lage helikopter (Hartman *et al.* 2010). Ook in Duitsland nabij Rees in de lage Nederrijn, overwinteringsgebied van 140.000 tot 180.000 kolganzen, werden groepen kolganzen slachtoffer van hoogspanningsverbindingen (Haack 1997). Tijdens 26 tellingen in januari en februari in 1995/96/97 kwamen 27 kolganzen in aanvaring met hoogspanningsdraden over een traject van 1.500 m, gedeeltelijk gemarkeerd met bollen (Haack 1997).

Omgerekend naar het geplande tracé zou dit voor tientallen slachtoffers per jaar kunnen zorgen (tabel 7.2). Vlakbij ganzenreservaat De Poel in Zuid-Beveland werden onder een hoogspanningstraject van 1.350 m in 42 dagen tijd 12 kolganzen als draadslachtoffer gevonden (Slob 1972). De weken erna werden nul slachtoffers gevonden. De zoekperiode was erg kort, waardoor het aandeel van de eerste gevonden ganzen (kadavers die al langer liggen) relatief groot is. Dit maakt de resultaten moeilijk te vergelijken met andere studies. De nabije populatie bestond toen uit ca. 500 kolganzen ([Bron: Sovon](#)), die dagelijks de leiding passeerden. Wanneer we het aantal draadslachtoffers relateren aan het aantal bijbehorende vliegbewegingen, en dan omrekenen naar de geplande hoogspanningsverbinding komen we op 162 tot 378 slachtoffers per jaar. Dit is echter een overschatting, omdat we geen gegevens hebben over vliegbewegingen in die regio. De kans is groot dat er behalve de nabije populatie kolganzen ook uitwisseling is met andere



gebieden. Dat verhoogt het aantal vliegbewegingen, waardoor het berekende aantal draadslachtoffers lager uitvalt. De verwachte potentiële draadslachtoffers voor het Naardermeer ligt waarschijnlijk dus een stuk lager dan berekend op basis van De Poel, maar het laat wel zien dat kolganzen gevoelig zijn voor aanvaringen.

Tabel 7.2. Overzicht van gemelde slachtoffers van kolganzen in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding.

Gevonden slachtoffers	Traject-lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
1	4,5	1010	Oosterwolde	0,0002	1	Osieck & De Miranda 1972
1	2,4	157	Hazerswoude	0,003	9	Hartman <i>et al.</i> 2010
27	1,5	1095	Rees	0,016	54	Haack 1994
12	1.35	42	Zuid-Beveland	0,212	695	Slob 1972

Mitigatie door draadmarkeringen

Voor kolganzen lijkt draadmarkering aan de geplande hoogspanningsverbinding effectief om het aantal slachtoffers te reduceren. Vogelflappen of bewegende strips zorgen gemiddeld voor een reductie van 40-54% in het aantal grotere draadslachtoffers (Shaw *et al.* 2020, Hartman *et al.* 2010). Grote gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Het aantal potentiële slachtoffers onder kolganzen kan dus mogelijk verminderd worden naar 0,3 tot 417 met het aanbrengen van vogelflappen en naar 0,04 tot 132 met het aanbrengen van spiralen (tabel 7.3).

Tabel 7.3. Verwachte slachtoffers van kolganzen per jaar na toepassing van vogelflappen of grote gekleurde spiralen op de bliksemdraden.

Slachtoffers/tracé/jaar	Bron	Na reductie door vogelflappen	Na reductie door gekleurde spiralen
1	Osieck & De Miranda 1972	0,3 – 0,4	0,04 – 0,1
9	Hartman <i>et al.</i> 2010	4 – 5	0,4 – 2
54	Haack 1994	25 – 32	3 – 10
695	Slob 1972	320 – 417	35 – 132



Beoordeling

Er geldt een Natura 2000-instandhoudingsdoel voor kolganzen in het Naardermeer als slaap- en rustplaats. Het doel is om de populatie in grootte te behouden. Het referentie-aantal is de populatiegrootte in het jaar van aanwijzing in 1994. In die periode bedroeg de populatie gemiddeld zo'n 4.500 kolganzen (Sovon). De huidige populatie is met gemiddeld ruim 5.000 iets groter (tabel 3.5). De staat van instandhouding is dus gunstig. Voor kolganzen ligt 1% van de natuurlijke sterfte op 14 tot 16 volwassen kolganzen op jaarbasis (tabel 4.3). De berekende potentiële draadslachtoffers voor de geplande verbinding variëren tussen enkele en honderden. Het daadwerkelijke verwachte aantal slachtoffers ligt echter hoger, omdat we geen correctiefactoren voor aaseters en zoekinspanning hebben toegepast. Ook zorgen juveniele vogels hoogstwaarschijnlijk voor extra slachtoffers, omdat die nog onervaren zijn er hoger risico lopen op aanvaringen. Incidenteel kunnen er veel slachtoffers per jaar vallen door paniekreacties in groepen ganzen. De additionele sterfte komt dus waarschijnlijk boven de norm uit, waardoor er kans is op significant negatieve effecten op de populatie. Bij toepassing van mitigerende maatregelen kan het aantal mogelijk sterk gereduceerd worden naar veelal enkele slachtoffers. Bij een studie blijft het aantal slachtoffers echter alsnog tientallen tot meer dan honderd. De additionele sterfte kan dus alsnog boven de norm uitkomen, waardoor we negatieve effecten op de populatie niet kunnen uitsluiten.

7.5. Grauwe gans

Broedgedrag en foerageerstrategie

In 2020 broedden er 213 paar grauwe ganzen in het Naardermeer (tabel 3.3). Grauwe ganzen leggen eieren vanaf eind februari tot in mei met een piek in maart. Ze broeden 27 tot 29 dagen en de jongen zijn na 45 tot 60 dagen vliegvlug. Na de broedperiode ruien grauwe ganzen hun slagpennen in juni en juli, waar ze verblijven in veilige rietmoerassen. Buiten de broedperiode verblijven ook grauwe ganzen in het Naardermeer. Dit kunnen overwinterende vogels zijn vanuit Scandinavië, aanwezig van november tot en met februari. Daarnaast trekt een steeds groter deel van de grauwe ganzen in Nederland niet meer en is dus jaarrond aanwezig. Overwinterende grauwe ganzen pendelen wél dagelijks heen en weer tussen slaapplek en foerageergebied. In tegenstelling tot kolganzen en brandganzen, slapen grauwe ganzen verspreider over het gehele Naardermeer in kleinere groepen. Met genoeg veilige slaapplekken in de omgeving foerageren ze het liefst lokaal binnen 2 tot 5 km (Vickery & Gill 1999). Foerageerafstanden kunnen



echter oplopen tot wel 14 km (Johnson *et al.* 2014). Het Naardermeer is momenteel een slaappleats voor zo'n 1.300 grauwe ganzen (tabel 3.5).

Gebruik van het Naardermeer

Grauwe ganzen foerageren overdag en 's nachts. Broedende grauwe ganzen foerageren lokaal en verplaatsen zich niet dagelijks naar slaappleatsen. In de broedperiode vinden er dus geen omvangrijke dagelijkse vliegbewegingen plaats. Hooguit tussen foerageergebieden in het Naardermeer en De Schil zelf, maar deze zijn niet risicovol voor de geplande hoogspanningsverbinding. Vanaf augustus pendelen grauwe ganzen wel dagelijks heen en weer tussen slaappleats en foerageergebied. De risicovolle vliegroutes zijn hierbij grotendeels gelijk als voor kolganzen, hoewel veel minder geconcentreerd en diffuus over een ruimer gebied:

- Grauwe ganzen vliegen naar de polders tussen Diemen en Muiderberg om te foerageren (figuur 7.3). Zo'n 2.400 tot max 2.600 grauwe ganzen foerageren in de Vechtpolders (tabel 3.6). Ongeveer 1/5 tot 1/6 deel van het oppervlak van de Vechtpolders bestaat uit de Noordpolders tussen Diemen en Muiderberg. In een scenario met weinig foerageerders zijn dit dagelijkse vliegbewegingen van ongeveer 400 tot 420 grauwe ganzen. In een scenario met veel foerageerders zijn dit vliegbewegingen van ongeveer 480 tot 510 grauwe ganzen.
- Grauwe ganzen vliegen naar Waterland om te foerageren. Waterland is een verblijfplaats voor ganzen die slapen in het Naardermeer. Anderzijds is Waterland ook een slaappleats voor grauwe ganzen die eten in het Naardermeer. In Waterland foerageren zo'n 2.400 tot 2.550 grauwe ganzen (tabel 3.6), en we schatten in dat ongeveer een derde tot de helft hiervan pendelt naar het Naardermeer. Dat geeft een range van 790 tot 1.280 grauwe ganzen.
- Grauwe ganzen vliegen naar IJmeer en Markermeer om te foerageren. We schatten in dat dit om honderden tot duizend gaat. Dat geeft een range van 250 tot 1.000 pendelaars.
- Grauwe ganzen vliegen naar Almere Pampus om te foerageren. We schatten in dat dit om honderden tot duizend. Dat geeft een range van 200 tot 1.000 pendelaars.

We verwachten dat grauwe ganzen op jaarbasis 597.518 tot 1.742.868 keer over de geplande hoogspanningsverbinding vliegen.



Figuur 7.3. Foeragerende grauwe ganzen in de graslanden van de Noordpolders nabij Muiderberg onder de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens.

Aanvaringskans

Grauwe ganzen zijn, net als kolganzen, gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsdraden. Ze hebben een relatief hoog gewicht en kortere bredere vleugels, waardoor ze beperkt wendbaar zijn tijdens de vlucht (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Bovendien vliegen grauwe ganzen meestal in een groep, waardoor ze na het optreden van een paniecreactie in de groep, door bijvoorbeeld een laag overvliegend sportvliegtuigje, helikopter of roofvogel, hoger risico lopen op aanvaringen (Smit 1973). Meerdere grauwe ganzen kunnen op deze manier tegelijk slachtoffer worden. Grauwe ganzen worden geregeld genoemd in eerdere onderzoeken naar draadslachtoffers (tabel 7.4). Rondom het Naardermeer werden geen grauwe ganzen als slachtoffer gevonden, omdat ze destijds nog niet in grote aantallen aanwezig waren (Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973).

Bij een 150 kV hoogspanningslijn bij Hazerswoude werden grauwe ganzen gevonden onder zowel ongemarkeerde als met vogelflappen gemarkeerde draden (Hartman *et al.* 2010). De grauwe ganzen reageerden in paniek op een laag-vliegend vliegtuigje. Voordat we het potentiële aantal draadslachtoffers voor het geplande tracé berekenen zullen we een correctiefactor van 40-54% (zie paragraaf 5.4) toepassen op het aantal gevonden slachtoffers, vanwege de markering met



vogelflappen (zie tabel 7.4). Bij de Eemshaven werden drie grauwe ganzen gevonden op gemarkeerde hoogspanningsverbindingen (Klop 2020). Een deel was gemarkeerd met firefly diverters, waardoor een correctiefactor van 80-90% nodig is. De overige trajecten waren gemarkeerd met varkenskrullen, dus daar passen we een correctiefactor van 9-50% op toe (zie paragraaf 5.4). Het berekende potentiële aantal slachtoffers voor het geplande tracé zonder mitigatie varieert tussen enkele en enkele tientallen. Tijdens onze veldbezoeken aan de Noordpolders nabij Muiderberg vonden we op 7 mei, 3 juni en 16 juni in totaal 4 plukresten van grauwe ganzen onder de 380 kV-verbinding Diemen-Ens (figuur 7.4). Dit wijst erop dat grauwe ganzen veelvoudig slachtoffer kunnen worden van een nieuwe geplande verbinding.

Tabel 7.4. Overzicht van gemelde slachtoffers van grauwe ganzen in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding. ‘*’ geeft een onderzoek weer met draadmarkeringen, en het aantal gevonden slachtoffers is daarom gecorrigeerd naar het verwachte aantal zonder markeringen. Tussen haakjes () staan de berekende aantallen met mitigatie weergegeven.

Gevonden slachtoffers	Traject-lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
4	2,4	157	Hazerswoude	0,01	35	Hartman <i>et al.</i> 2010
1,4 – 1,5* (1)	1,6	157	Hazerswoude	0,006	18 – 20 (13)	Hartman <i>et al.</i> 2010
2	4	93	Hazerswoude	0,005	18	Hartman <i>et al.</i> 2010
1,8 – 1,9* (1)	1,78	365	Eemshaven	0,002	9 – 10 (5)	Klop 2020
1,09 – 1,5* (1)	2,7	365	Eemshaven	0,001	4 – 5 (3)	Klop 2020
1,09 – 1,5* (1)	1,6	365	Eemshaven	0,002	6 – 8 (6)	Klop 2020
2	8,6	365	Zaanstreek	0,001	2	Heijnis 1974

Mitigatie door draadmarkeringen

Voor grauwe ganzen lijkt draadmarkering aan de geplande hoogspannings-verbinding effectief om het aantal slachtoffers te reduceren. Vogelflappen of bewegende strips zorgen gemiddeld voor een reductie van 40-54% in het aantal grotere draadslachtoffers (Shaw *et al.* 2020, Hartman *et al.* 2010). Gekleurde spiralen kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Het aantal potentiële slachtoffers onder



grauwe ganzen kan dus waarschijnlijk verminderd worden naar 1 tot 21 met het aanbrengen van vogelflappen en naar 0 tot 7 met het aanbrengen van spiralen (tabel 7.5).



Figuur 7.4. Resten van een grauwe gans op 16 juni 2025 onder de 380 kV-verbinding Diemen-Ens in de polders nabij Muiderberg.

Tabel 7.5. Verwachte slachtoffers van grauwe ganzen per jaar na toepassing van vogelflappen of grote gekleurde spiralen op de bliksemdraden. ‘*’ geeft een onderzoek weer met draadmarkeringen, en het aantal gevonden slachtoffers is daarom gecorrigeerd naar het verwachte aantal zonder markeringen. Tussen haakjes () staan de berekende aantallen met de oorspronkelijke mitigatie op de draden weergegeven.

Slachtoffers /tracé/jaar	Bron	Na reductie door vogelflappen	Na reductie door gekleurde spiralen
35	Hartman <i>et al.</i> 2010	16 – 21	2 – 7
18 – 20 (13*)	Hartman <i>et al.</i> 2010	13	1 – 3
18	Hartman <i>et al.</i> 2010	8 – 11	1 – 3
9 – 10 (5*)	Klop 2020	4 – 6	0 – 2
4 – 5 (3*)	Klop 2020	2 – 3	0 – 1
6 – 8 (6*)	Klop 2020	3 – 5	0 – 2
2	Heijnis 1974	1	0



Beoordeling

Er geldt een Natura 2000-instandhoudingsdoel voor slapende en rustende grauwe ganzen in het Naardermeer. Het doel is om de populatie in grootte te behouden. Het referentie-aantal is de populatiegrootte in het jaar van aanwijzing in 1994. De aantallen vertonen zeer veel variatie, zodat een eenduidige trend niet goed is af te leiden. Wellicht deels veroorzaakt door het feit dat grauwe ganzen zeer verspreid overnachten en moeilijk integraal te tellen zijn. De staat van instandhouding lijkt niet wezenlijk veranderd, al zal een betere telling kunnen helpen het inzicht te vergroten. Voor grauwe ganzen ligt 1% van de natuurlijke sterfte op 2 tot 4 volwassen ganzen op jaarbasis (tabel 4.3). Het aantal berekende potentiële slachtoffers ligt op enkele tot tientallen per jaar. Het daadwerkelijke verwachte aantal slachtoffers ligt echter hoger, omdat we geen correctiefactoren voor aaseters en zoekinspanning hebben toegepast. Ook zorgen juveniele vogels hoogstwaarschijnlijk voor extra slachtoffers, omdat die nog onervaren zijn er hoger risico lopen op aanvaringen. Incidenteel kunnen er veel slachtoffers per jaar vallen door paniekreacties in groepen ganzen. De additionele sterfte door de geplande hoogspanningsverbinding komt dus waarschijnlijk boven de norm uit, waardoor er kans is op significante negatieve effecten op de populatie. Bij toepassing van mitigerende maatregelen kan het aantal mogelijk sterk gereduceerd worden naar 0 tot enkele ganzen. De additionele sterfte komt dan mogelijk alsnog boven de norm uit, waardoor we negatieve effecten op de populatie niet kunnen uitsluiten.

7.6. Bergeend

Broedgedrag en foerageerstrategie

Er broedden afgelopen jaren tussen de 10 en 20 paar bergeenden in het Naardermeer (tabel 3.3). Bergeenden leggen eieren vanaf april tot juni en de eifase duurt 28 dagen. Ze nestelen in holtes of tussen dichte vegetatie. Na het uitkomen van de eieren gaan de kuikens al snel samen met de ouders foerageren op het water. De jongen van meerdere paren voegen zich samen tot een crèche van tientallen onder toezicht van enkele volwassen eenden. Bergeenden eten kleine schelpdieren, slakjes, garnalen, kreeftjes, wormen, insecten, larven en andere kleine bodemdieren of plantaardig materiaal, uit voedselrijk slik in bijvoorbeeld modderige sloten en slikranden langs wateren.



Gebruik van het Naardermeer

Bergeenden foerageren voornamelijk overdag, vooral bij lokale plas-drasbiotopen, op slikken en ondiepe oevers in de Schil rondom het Naardermeer. Na de broedtijd trekken bergeenden massaal richting de Waddenzee om daar veilig te ruien. In het voorjaar keren terug naar de broedgebieden. Hierbij kunnen ze de geplande hoogspanningsverbinding passeren en lopen ze kans op aanvaringen. Als we bijvoorbeeld stellen dat 10 tot 20 bergeenden 2 keer per jaar de hoogspanningsverbinding kruisen zijn dit 20 tot 40 vliegbewegingen op jaarbasis.

Aanvaringskans

Eenden hebben relatief hoge aanvaringskansen omdat ze snel vliegen en niet wendbaar zijn (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Onder alle soorten eenden zijn slachtoffers gebruikelijk, dus ook bergeenden (Buij *et al.* 2018). In Oosterwolde werd één bergeend gevonden als draadslachtoffers in drie jaar onder een hoogspannings-traject van 4.500 m (Osieck & De Miranda 1972). Dat komt neer op 0,0002 draadslachtoffers per km tracé per jaar. Omgerekend naar het geplande tracé is dat 0,7 slachtoffer per jaar. We weten echter niet hoe veel bergeenden er in Oosterwolde over het traject vlogen. Rondom het Naardermeer werden bergeenden niet gevonden als draadslachtoffer, en ook niet in andere regio's (Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973, Hartman *et al.* 2010, Heijnis 1974). Mogelijk waren er geen grote populaties van bergeenden aanwezig in die periode en regio's.

Tijdens onze veldbezoeken aan de Noordpolders nabij Muiderberg van mei tot juni 2025 hebben we één keer twee bergeenden over de hoogspanningsdraden zien vliegen. Één van hen vloog aanvankelijk recht op de draden af, maar veranderde van richting en vloog daarna parallel aan de draden. Uiteindelijk vloog hij alsnog over de draden heen. Het is waarschijnlijk dat deze bergeenden niet bij de populatie van het Naardermeer behoren, maar lokaal in de Noordpolders broedden.

Mitigatie door draadmarkeringen

Om het aantal draadslachtoffers onder bergeenden te verminderen, kunnen draadmarkeringen worden aangebracht om de zichtbaarheid te vergroten. Zwart-witte flappen kunnen voor een reductie van 71-86% in het aantal eendenslachtoffers zorgen (Hartman *et al.* 2010). Het aantal potentiële slachtoffers onder bergeenden kan hiermee gereduceerd worden van 0,7 naar 0,2 tot 0,1 per jaar. Gekleurde spiralen kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Dan kan het mogelijke aantal slachtoffers verminderd worden tot 0 op jaarbasis.



Beoordeling

In het Naardermeer geldt geen Natura 2000-instandhoudingsdoelstelling voor bergeenden, en ook niet voor omliggende gebieden. Bergeenden hebben door hun slechtere wendbaarheid tijdens het vliegen een relatief hoge aanvaringskans. Ze worden in Nederland weinig als slachtoffer gevonden, omdat de lijnen wellicht niet op de plekken staan met grote aantallen bergeenden. De additionele sterfte door de geplande hoogspanningsverbinding kan al negatieve effecten hebben op de lokale broedpopulatie indien deze hoger is dan 0,04 tot 0,05 bergeenden per jaar (tabel 4.3). Het daadwerkelijke verwachte aantal slachtoffers ligt echter hoger, omdat we geen correctiefactoren voor aaseters en zoekinspanning hebben toegepast. Ook zorgen juveniele vogels hoogstwaarschijnlijk voor extra slachtoffers, omdat die nog onervaren zijn er hoger risico lopen op aanvaringen. Bij het verwachte draadslachtoffer op jaarbasis wordt de norm dus al overschreden en kunnen we negatieve populatie-effecten niet uitsluiten. Door draadmarkeringen aan te brengen kan het verwachte aantal slachtoffers 0 worden. Dan zijn negatieve populatie-effecten wel uit te sluiten. Bergeenden rond het Naardermeer passeren alleen het geplande tracé als ze naar ruiplekken in de Waddenzee vliegen of terugkomen. Dit zijn dusdanig weinig vliegbewegingen (max 40), dat we kans op aanvaringen als nihil inschatten.

7.7. Brandgans

Broedgedrag en foerageerstrategie

Brandganzen broeden in Nederland vanaf april in losse kolonies. Ze broeden onder andere in moerasbossen, ruigte, struweel en rietkragen. Broedende brandganzen foerageren lokaal en verplaatsen zich niet dagelijks naar slaapplekken. Na de broedperiode ruien brandganzen hun slagpennen in juni en juli, waar ze verblijven in veilige rietmoerassen. Brandganzen foerageren overdag en 's nachts en eten voornamelijk gras. Ze foerageren vooral lokaal binnen 1,5 km van hun slaapplek, maar kunnen tot meer dan 7 km vliegen (Vickery & Gill 1999, Johnson *et al.* 2014).

Gebruik van het Naardermeer

Rond de open wateren van het Naardermeer broedden gemiddeld 9 paar brandganzen in de Schil (tabel 3.3). In de broedperiode vinden er geen omvangrijke dagelijkse vliegbewegingen plaats, hooguit tussen graslanden en polders in de Schil van het Naardermeer zelf. Brandganzen zijn vooral talrijk buiten de broedperiode.



De laatste jaren rusten er gemiddeld 1.650 brandganzen in het Naardermeer, met een maximum van 3.310 (tabel 3.5). Vanaf oktober pendelen overwinterende brandganzen dagelijks heen en weer tussen hun slaappleats en foerageergebied. De brandganzen die in de Schil slapen komen onder meer uit Polder Mijnden en Horstermeer. Dat is ruim 7 km, dus in de regio Naardermeer vliegen ze behoorlijk ver. De risicovolle vliegroutes zijn hierbij grotendeels gelijk als voor kolganzen:

- Brandganzen vliegen naar de polders tussen Diemen en Muiderberg om te foerageren. Zo'n 1.100 tot max 1.320 brandganzen foerageren in de Vechtpolders (tabel 3.6). Ongeveer 1/5 tot 1/6 deel van het oppervlak van de Vechtpolders bestaat uit de Noordpolders tussen Diemen en Muiderberg. In een scenario met weinig foerageerders zijn dit dus dagelijkse vliegbewegingen van ongeveer 180 tot 220 brandganzen. In een scenario met veel foerageerders zijn dit vliegbewegingen van ongeveer 220 tot 260 brandganzen.
- Brandganzen vliegen naar Waterland om te foerageren. Waterland is een verblijfplaats voor ganzen die slapen in het Naardermeer. Anderzijds is Waterland ook een slaappleats voor brandganzen die eten de omgeving van het Naardermeer. In Waterland foerageren zo'n 5.176 tot 6.252 brandganzen (tabel 3.6), en we schatten in dat ongeveer een derde tot de helft hiervan dagelijks pendelt naar het Naardermeer. Dat geeft een range van 1.700 tot 3.100 brandganzen.
- Brandganzen vliegen naar het IJmeer en Markermeer om te foerageren. We schatten in dat dit om honderden of enkele duizenden gaat. Dat geeft een range van 500 tot 2.000 pendelaars.

We verwachten dat brandganzen op jaarbasis 876.087 tot 1.962.033 keer over de geplande hoogspanningsverbinding vliegen.

Aanvaringskansen

Brandganzen zijn gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsdraden. Ze hebben een relatief hoog gewicht en kortere bredere vleugels, waardoor ze beperkt wendbaar zijn tijdens de vlucht (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Brandganzen worden weinig vermeld als draadslachtoffer, mogelijk omdat ze destijds op die locaties in het binnenland nog schaars waren (Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973, Klop 2020, Heijnis 1974). In Hazerswoude is onder een ongemarkeerd 2,4 km lang traject in 157 één brandgans gevonden als draadslachtoffer. Omgerekend naar de geplande hoogspanningsverbinding is dit op jaarbasis 9 slachtoffers per jaar (tabel 7.6).



Tabel 7.6. Overzicht van gemelde slachtoffers van brandganzen in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding.

Slachtoffers	Traject- lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
1	2,4	157	Hazerswoude	0,003	9	Hartman <i>et al.</i> 2010

Mitigatie door draadmarkeringen

Voor brandganzen lijkt draadmarkering aan de geplande hoogspanningsverbinding effectief om het aantal slachtoffers te reduceren. Vogelflappen of bewegende strips zorgen gemiddeld voor een reductie van 40-54% in het aantal grotere draadslachtoffers (Shaw *et al.* 2020, Hartman *et al.* 2010). Gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Het aantal potentiële slachtoffers onder brandganzen kan dus mogelijk verminderd worden naar 4 tot 2 door het aanbrengen van vogelflappen en naar 0 tot 2 met het aanbrengen van spiralen.

Beoordeling

Er geldt geen Natura 2000-instandhoudingsdoelstelling voor brandganzen in het Naardermeer. Wel voor het naburige Natura 2000-gebieden IJmeer-Markermeer, wat een slaap- en rustplaats moet bieden voor gemiddeld 160 brandganzen. Er slapen vele duizenden tot tienduizenden brandganzen op het IJmeer-Markermeer, dus de staat van instandhouding is hier gunstig (Sovon). Voor brandganzen ligt 1% van de natuurlijke sterfte op 1 tot 3 volwassen ganzen op jaarbasis (tabel 4.3). Het aantal berekende potentiële slachtoffers ligt op 9 slachtoffers per jaar. Het daadwerkelijke verwachte aantal slachtoffers ligt echter hoger, omdat we geen correctiefactoren voor aaseters en zoekinspanning hebben toegepast. Ook zorgen juveniele vogels hoogstwaarschijnlijk voor extra slachtoffers, omdat die nog onervaren zijn er hoger risico lopen op aanvaringen. Incidenteel kunnen er veel slachtoffers per jaar vallen door paniekreacties in groepen ganzen. De additionele sterfte door de geplande hoogspanningsverbinding komt dus waarschijnlijk boven de norm uit, waardoor er kans is op significante negatieve effecten op de populatie. Bij het aanbrengen van gekleurde spiralen of firefly diverters kan de sterfte sterk waarschijnlijk gereduceerd worden naar 0 tot 2 brandganzen. Dan blijft de extra sterfte mogelijk onder de 1%-norm en verwachten we geen negatieve effecten op de populatie.



7.8. Grote zilverreiger

Broedgedrag en foerageerstrategie

Grote zilverreigers broeden van april tot juni, meestal in kolonies in rietmoerassen of oeverzones van meren en plassen. In 2020 broedde er 1 paar grote zilverreigers in het Naardermeer (tabel 3.3). Ze nestelen voornamelijk in overjarig riet, maar soms ook in wilgen. Grote zilverreigers zijn ook jaarrond aanwezig in het Naardermeer om te foerageren en te slapen. Op piekmomenten foerageren er vele tientallen grote zilverreigers binnen het Naardermeer (tabel 3.5). Ze vliegen vooral in de late avond en vroege ochtend tussen slaappleats en foerageergebied. Ze foerageren vooral in voedselrijke weilanden en sloten. Ze eten voornamelijk vis, maar ook kikkers, muizen, kleine vogels en mollen.

Gebruik van het Naardermeer

Afgelopen jaren sliepen er maximaal meer dan 70 grote zilverreigers in het Naardermeer, wat erop wijst ze uit de ruime omgeving naar het Naardermeer komen om te overnachten (tabel 3.5). Daarbij kunnen ze de geplande hoogspanningsverbinding kruisen, wat een verhoogd risico op aanvaringen met zich meebrengt. Bovendien heeft het eerste paar grote zilverreigers zich gevestigd in het Naardermeer als broedvogels, dus komende jaren kan er een broedkolonie ontstaan. Dan neemt de kans op aanvaringen met de hoogspanningsverbinding toe. Tijdens onze veldbezoeken hebben we maximaal drie grote zilverreigers tegelijk waargenomen in de sloten van de Noordpolders nabij Muiderberg (figuur 7.5). Grote zilverreigers gebruiken deze polders dus om te foerageren, maar de frequentie en richting van verplaatsingen van en naar dit gebied is onbekend.



Figuur 7.5. Foeragerende grote zilverreiger met een gevangen vis in de snavel langs de sloot van de Noordpolders nabij Muiderberg onder de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens.

Aanvaringskans

Grote zilverreigers zijn, net als andere reigers, gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsdraden vanwege hun beperkte wendbaarheid tijdens de vlucht (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Systematische tellingen van slachtoffers ontbreken omdat de grote zilverreiger pas de laatste 20 jaar weer een talrijke vogel is geworden in Nederland. Uit meldingen van grote zilverreigers als draadslachtoffer blijkt dat ze een vergelijkbaar risico hebben op aanvaringen net als andere reigers (tabel 7.7). Wellicht zelfs nog iets hoger. Grote zilverreigers zijn weliswaar in kleinere aantallen aanwezig in het Naardermeer dan bijvoorbeeld purperreigers, maar wel jaarrond. We verwachten daarom net als bij purperreigers ongeveer één grote zilverreiger als draadslachtoffer op jaarbasis.



Tabel 7.7. Aantal meldingen van reigers, ooievaar en lepelaar als slachtoffer van een hoogspanningsleiding in Nederland in de periode 2014-2025 (www.waarneming.nl). Let wel dat dit incidentele meldingen zijn die door het publiek zijn ingevoerd. Het geeft dus geen beeld van absolute aantallen, maar wel blijkt dat alle soorten slachtoffer kunnen worden in een min of meer vergelijkbare range ten opzichte van hun populatieomvang. Ter vergelijking is de populatieomvang (www.sovon.nl) weergegeven, het aantal maanden met grote aantallen en in de laatste kolom is een fractie weergegeven (= aantal slachtoffers/(populatieomvang/verblijftijd)).

Soort	aantal slachtoffers	populatie/verblijftijd	fractie*100
Grote zilverreiger	8	16.000/12	0,6
Blauwe reiger	21	30.000/12	0,8
Purperreiger	2	2.500/5	0,4
Roerdomp	4	2.000/12	2,4
Ooievaar	6	2.000/8	2,4
Lepelaar	11	10.000/10	1,1

Beoordeling

Er geldt geen Natura 2000-instandhoudingsdoelstelling voor grote zilverreigers in het Naardermeer. Aangezien grote zilverreigers in het Naardermeer slapen en in de omgeving foerageren is het aannemelijk dat er af en toe slachtoffers zullen vallen. Waarschijnlijk gemiddeld ongeveer één tot enkele per jaar als we aannemen dat de aanvaringskans vergelijkbaar is met purperreiger. De aantallen grote zilverreigers zijn weliswaar lager dan purperreigers, maar ze zijn wel het hele jaar aanwezig. Een additionele sterfte van 0,07 tot 0,1 grote zilverreigers per jaar kan al leiden tot significant negatieve effecten op de lokale populatie (tabel 4.3). We verwachten dus dat de additionele sterfte voor de lokale populatie boven de 1%-norm uit zal komen. Bovendien kunnen grote zilverreigers potentieel ook uit naburige gebieden af en toe naar het Naardermeer komen om te foerageren of slapen, waardoor externe werking kan optreden. We adviseren om nader onderzoek te doen naar de effecten van de geplande hoogspanningsverbinding op grote zilverreigers uit geheel Nederland en om de additionele sterfte te berekenen voor de landelijke populatie.



7.9. Kievit

Broedgedrag en foerageerstrategie

Kieviten broeden in de periode van maart tot en met juni. In de broedperiode foerageren kieviten dichtbij hun nest en kuikens. Meestal foerageren ze niet verder dan een paar honderd meter, maar soms ook binnen 1 of 2 km. Na de broedperiode, in juli en augustus, verzamelen kieviten zich in grote groepen van honderden tot meer dan duizend individuen op graslanden, eilanden en akkers. Overdag en in het donker vliegen ze dan op en neer tussen rustplekken en foerageergebieden. Hierbij vliegen ze geregeld langere afstanden naar geschikte graslanden met veel wormen.

Gebruik van het Naardermeer

Binnen de vernatte plas-drasgebieden van het Naardermeer broedden afgelopen jaren gemiddeld 17 broedparen (tabel 3.3). Tijdens onze veldbezoeken in de Noordpolders nabij Muiderberg kwamen we van mei tot en met juni maximaal 3 kieviten tegelijk tegen (figuur 7.6). Na de broedperiode verzamelen grote groepen kieviten zich op de graslanden van de Schil. Ze pendelen dan dagelijks heen en weer naar graslanden rondom het Naardermeer. Bij deze vluchten kunnen ze de geplande hoogspanningsverbinding kruisen en risico lopen op aanvaringen. Als we bijvoorbeeld aannemen dat 15% van 500 tot 1.000 kieviten van juli tot en met februari dagelijks het geplande tracé passeert, om te foerageren in de graslanden van de Noordpolders, vinden er op jaarbasis tussen de 36.450 tot 72.900 risicovolle vliegbewegingen van kieviten plaats.



Figuur 7.6. Kievit in het grasland van de Noordpolders nabij Muiderberg onder de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens.

Aanvaringskans

Kieuiten zijn uitzonderlijk gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsverbindingen door hun vliegwijze en slechte wendbaarheid tijdens de vlucht (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Hun vliegwijze maakt ze erg gevoelig voor harde wind. Tijdens het vliegen laten ze zich vaak meedrijven met de wind, waardoor ze door hun hoge snelheid de draden niet meer op tijd kunnen ontwijken (Smit 1973). Kieuiten vliegen ook vaak 's nachts en in de scheming, wanneer de hoogspanningsdraden slecht zichtbaar en lastiger te ontwijken zijn (Hartman *et al.* 2010). In vrijwel alle draadslachtofferonderzoeken worden kieuiten vaak gevonden als slachtoffer, en vaak ook als groot aandeel van het totale aantal slachtoffers (tabel 7.8, Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973, Greven 1973, Hartman *et al.* 2010, Heijnis 1974). Als we de gevonden aantallen uit eerdere studies bij het Naardermeer omrekenen naar de potentiële aantallen voor het geplande tracé komen we uit op tientallen tot meer dan honderd slachtoffers per jaar. Let wel dat de berekening van de minste verwachte slachtoffers afkomstig is van een onderzoek onder het verlaagde portaalgedeelte (Smit 1973). De overige hoogspanningsdraden van de overige onderzoeken bevatten varkenskrullen. Met draden gespannen op gangbare hoogte en zonder mitigatie kunnen we hoogstwaarschijnlijk meer slachtoffers verwachten.



Tabel 7.8. Overzicht van gemelde slachtoffers kieviten in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningverbinding in de omgeving van het Naardermeer.

Gevonden slachtoffers	Traject-lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers/tracé/jaar	Bron
112	2,7	733	NKP	0,06	83	Osieck & De Miranda 1972
57	2,825	274	NKP	0,07	107	Smit 1973
6	1,765	274	Noordpolder	0,01	18	Smit 1973

Mitigatie door draadmarkeringen

Om het aantal draadslachtoffers te verminderen blijken draadmarkeringen zoals zwart-witte strips geen effect te hebben op het aantal kieviten dat slachtoffers wordt door aanvaringen met hoogspanningsdraden (Hartman *et al.* 2010). Gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen het aantal potentiële slachtoffers met 81-95% (Kabouche *et al.* 2006, Janss & Ferrer 1998) verminderen tot 1 tot 20 slachtoffers op jaarbasis (tabel 7.9).

Tabel 7.9. Verwachte slachtoffers van kieviten per jaar na toepassing van grote gekleurde spiralen of firefly diverters op de bliksemdraden.

Slachtoffers/tracé/jaar	Bron	Na reductie door gekleurde spiralen
83	Osieck & De Miranda 1972	4 - 16
107	Smit 1973	5 - 20
18	Smit 1973	1 - 3

Beoordeling

Er geldt geen Natura 2000-instandhoudingsdoelstelling voor kieviten in het Naardermeer en omliggende gebieden. De aanvaringskans van kieviten is erg hoog vanwege hun wendbaarheid en tijdstip van vliegen. Eerdere studies wijzen op veel slachtoffers bij bestaande hoogspanningslijnen. Vanwege de hoge aanvaringskans en de hogere vliegflux buiten de broedperiode, als ze dagelijks pendelen tussen slaappleats en foerageergebied, verwachten we dat er minimaal tientallen slachtoffers per jaar kunnen vallen onder de geplande hoogspanningsverbinding. Het daadwerkelijke aantal ligt waarschijnlijk nog hoger, omdat we geen correctiefactoren voor gemiste slachtoffers door aaseters en zoekinspanning



hebben toegepast. Voor kieviten ligt 1% van de natuurlijke sterfte op basis van de huidige populatieomvang op 0,3 kieviten per jaar. De verwachte extra sterfte door de nieuwe hoogspanningsverbinding ligt hier dus aanzienlijk boven. Dat betekent dat negatieve effecten op de lokale populatie niet uit te sluiten zijn. Hoewel draadmarkeringen het aantal slachtoffers kunnen verlagen, blijft het risico bestaan dat de sterfte alsnog boven de 1%-norm uitkomt. De geplande verbinding kan daarom mogelijk een bedreiging zijn voor de lokale populatie kieviten in de omgeving van het Naardermeer.

7.10. Knobbelzwaan

Broedgedrag en foerageerstrategie

De knobbelzwaan is een grote, opvallende watervogel die in Nederland het hele jaar voorkomt. De broedperiode van knobbelzwanen loopt van maart tot en met mei. In deze tijd zijn knobbelzwanen territoriaal en verblijven ze meestal binnen enkele honderden meters van het nest. Het vrouwtje zit ongeveer 36 dagen op het nest. Na het uitkomen van de eieren blijven de ouders met hun jongen in de buurt van het nest om waterplanten te eten in nabije wateren of gras op graslanden. Na de broedperiode verzamelen knobbelzwanen zich in grotere groepen op veilige plaatsen op het water om te ruien. Tijdens deze rui kunnen ze niet vliegen, dus verplaatsen ze zich alleen lokaal. In de winter blijft een deel van de knobbelzwanen achter in Nederland, en vanuit het oosten komen er zwanen naar Nederland om te overwinteren.

Gebruik van het Naardermeer

Knobbelzwanen gebruiken het Naardermeer en de omliggende graslanden om te broeden, foerageren en rusten. Afgelopen jaren broedden ongeveer 13 paar knobbelzwanen in de graslanden van de Schil (tabel 3.3). Ze vliegen dan niet ver om te eten en verplaatsen zich alleen lokaal in de buurt van het nest. In de winterperiode, van november tot en met maart, pendelen groepen van gemiddeld 50 tot 150 knobbelzwanen dagelijks tussen slaapplekken op het open water en foerageergebieden in graslanden (tabel 3.6). Deze vluchten zijn overwegend kort, van meestal minder dan een kilometer, vanwege het ruime voedselaanbod in de Schil. Af en toe vliegen knobbelzwanen vanuit de Gooiboog richting de Noordpolders. Tijdens onze veldbezoeken kwamen we geregeld een paartje knobbelzwanen tegen met jongen (figuur 7.7). Als we aannemen dat bijvoorbeeld 5-10% van de “Naardermeer” knobbelzwanen in de Noordpolders foerageert, wat neerkomt op 3



tot 15 individuen, vinden er in een jaar ongeveer 900 tot 4.500 risicovolle vliegbewegingen plaats die het geplande tracé kruisen.



Figuur 7.7. Paartje knobbelzwanen met jongen in de Noordpolders nabij Muiderberg onder de 380 kV-verbinding Diemen-Ens.

Aanvaringskans

Knobbelzwanen hebben een hoge aanvaringskans door hun grote lichaamsmassa en brede vleugels, waardoor ze beperkt wendbaar zijn (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Wanneer knobbelzwanen botsen met hoogspanningsdraden verliezen ze hun evenwicht, waarna ze hun balans door hun beperkte wendbaarheid niet meer kunnen herstellen en op de grond vallen (Smit 1973). Knobbelzwanen worden veelvuldig gemeld als draadslachtoffer (Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973, Hartman *et al.* 2010, Heijnis 1974). Op basis van eerdere studies schatten we het aantal potentiële slachtoffers onder knobbelzwanen op 0 tot 27 per jaar (tabel 7.10). Tijdens onze veldbezoeken aan de Noordpolders hebben we regelmatig knobbelzwanen zien foerageren in de sloten en graslanden van de polders. Op 3 juni troffen we bovendien een oud rest van een knobbelzwaan aan in het gras (figuur 7.8). Vanwege de ligging recht onder de hoogspanningsdraden is het zeer waarschijnlijk een draadslachtoffer.



Tabel 7.10. Overzicht van gemelde slachtoffers van knobbelzwanen in eerdere studies en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding.

Gevonden slachtoffers	Traject-lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
3	2,7	733	NKP	0,002	2	Osieck & De Miranda 1972
6	2,825	274	NKP	0,008	11	Smit 1973
3	2,1	1092	Purmerend	0,001	2	Osieck & De Miranda 1972
6	4,5	1010	Oosterwolde	0,001	2	Osieck & De Miranda 1972
3	2,4	157	Hazerswoude	0,008	12	Hartman <i>et al.</i> 2010
7	4	93	Hazerswoude	0,019	27	Hartman <i>et al.</i> 2010
1	8.6	365	Zaanstreek	0,0003	0	Heijnis 1974



Figuur 7.8. Resten veren en botten van een knobbelzwaan, aangetroffen onder de hoogspanningsdraden van de 380 kV-verbinding Diemen-Ens.

Mitigatie door draadmarkeringen

Mitigerende maatregelen bleken in het verleden effectief voor het beperken van sterfte onder knobbelzwanen. Studies tonen aan dat zogenaamde firefly diverters of specifieke “swan flight diverters” het aantal slachtoffers met 95-100% kunnen terugdringen (Rasmussen 2001, Frost 2008, Gális & Ševčík 2019). Door deze toepassing kan het aantal verwachte slachtoffers worden beperkt naar 0 tot 1 per jaar (tabel 7.11).



Tabel 7.11. Verwachte slachtoffers per jaar na toepassing van firefly diverters of grote gekleurde spiralen (swan flight diverters).

Slachtoffers/tracé/jaar	Bron	Na reductie door firefly diverters of grote gekleurde spiralen
2	Osieck & De Miranda 1972	0
11	Smit 1973	0 – 1
2	Osieck & De Miranda 1972	0
2	Osieck & De Miranda 1972	0
12	Hartman <i>et al.</i> 2010	0 – 1
27	Hartman <i>et al.</i> 2010	0 - 1
0	Heijnis 1974	0

Beoordeling

Voor de knobbelzwaan geldt geen Natura 2000-instandhoudingsdoel voor het Naardermeer of omliggende gebieden. Knobbelzwanen zijn gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsdraden door hun grote formaat en beperkte wendbaarheid. Ze worden in de literatuur vaak vermeld als draadslachtoffer en we hebben zelf een rest van een knobbelzwaan aangetroffen onder de draden tijdens een veldbezoek. De vliegflux van knobbelzwanen in de omgeving van het Naardermeer is relatief laag, waardoor we ondanks de hoge aanvaringskans hooguit enkele draadslachtoffers per jaar verwachten. Voor knobbelzwanen in de omgeving van het Naardermeer ligt 1% van de natuurlijke sterfte op 0,16 tot 0,24 slachtoffers per jaar (tabel 4.3). De verwachte extra sterfte door de nieuwe hoogspannings-verbinding ligt hier dus alsnog boven. Hoewel gerichte mitigerende maatregelen het aantal slachtoffers fors kunnen reduceren tot mogelijk 0 of 1 slachtoffer per jaar, blijft er een risico bestaan op negatieve effecten op de lokale populatie. Elke additionele sterfte van minimaal 1 individu kan dus al negatieve populatie-effecten veroorzaken.

7.11. Kraakeend

Broedgedrag en foerageerstrategie

Kraakeenden nestelen in rietvelden, ruigte, hoog gras, struweel of op de grens van riet en open grasland. Vanaf juni hebben de eerste families kuikens en de mannetjes gaan dan in de rui. Ze kunnen dan tijdelijk niet vliegen, en verblijven in



de begroeiing of op luw water. Als kraakeenden eieren of kuikens hebben, eten en slapen ze lokaal, meestal binnen een kilometer van hun broedplek. In juli ruien de meeste vrouwtjes, en kunnen dan ook niet vliegen. Ze eten vooral waterplanten in langzaam stromend open water met een ruige oevervegetatie. Vanaf september tot en met november neemt het aantal kraakeenden toe door doortrekkers uit Noord- en Oost-Europa. Ze foerageren dan vooral 's avonds en 's nachts in ondiep water, rietzones en drassige graslanden. Ze kunnen dan gemiddeld 2,5 tot 3 km vliegen van hun slaapplek naar hun foerageerplek (Johnson *et al.* 2014). Vanaf december trekken kraakeenden weg uit het Naardermeer.

Gebruik van het Naardermeer

Van mei tot en met juli broeden zo'n 30 paar kraakeenden in de Schil rondom het Naardermeer (tabel 3.3). Vanaf april maken ze baltsvluchten in de lucht, waarbij ze wel enigszins risico lopen als ze ver van het broedgebied komen (Buij *et al.* 2018). We verwachten dat er in de baltsperiode in april hooguit 5 eenden zijn die 2 keer de geplande hoogspanningsverbinding passeren tijdens baltsvluchten. Tijdens de broedperiode foerageren kraakeenden vooral binnen het Naardermeer, en vliegen ze naar verwachting niet over de geplande hoogspanningsverbinding. In de winter verblijven op het Groote Meer kraakeenden in groepen tot wel 500 individuen (tabel 3.4). Ze vliegen dan incidenteel naar andere wetlands om te foerageren. Als ze naar het IJmeer vliegen, kunnen ze 1,5 km van de geplande hoogspanningsverbinding kruisen, en lopen ze risico op aanvaringen. Dit gebeurt hooguit af en toe, maar niet vaak. We stellen bijvoorbeeld dat ongeveer 5% van de kraakeenden één keer in de week over het geplande tracé naar het IJmeer vliegt. Dat zijn 13 tot 25 eenden, die 26 tot 50 keer per week over de geplande verbinding vliegen. Voor september tot en met november zijn dit dus ca. 350 tot 650 risicovolle vliegbewegingen van kraakeenden uit het Naardermeer, en 360 tot 660 risicovolle vliegbewegingen op jaarbasis.

Aanvaringskansen

Kraakeenden hebben relatief hoge aanvaringskansen omdat ze in het donker vliegen, snel vliegen en niet wendbaar zijn (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Onder alle soorten eenden zijn slachtoffers dan ook gebruikelijk (Buij *et al.* 2018). Kraakeenden werden in het verleden niet vaak gevonden als draadslachtoffer, omdat ze toen schaars waren in Nederland (Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973, Heijnis 1974). Nabij Hazers-woude is onder een ongemarkeerd traject van 2.400 m in 157 dagen één kraakeend gevonden (Hartman *et al.* 2010). Als we de gevonden aantallen omrekenen naar de potentiële aantallen voor het geplande tracé komen we uit op 1 slachtoffer per jaar.



Bovendien troffen we tijdens een veldbezoek op 20 mei een gewonde kraakeend aan in de sloten nabij mast 18. De linkervleugel van deze kraakeend was half afgesneden, wat sterk wijst op een draadslachtoffer. De eend kon nog foerageren in de sloten, maar was door zijn verwondingen niet meer in staat om te vliegen.

Mitigatie door draadmarkeringen

Om het aantal draadslachtoffers voor het geplande tracé te verminderen kan het voor nachtvliegende eenden zinvol zijn om draadmarkeringen aan te brengen. Zwart-witte flappen kunnen voor een reductie van 71% tot 86% in het aantal eendenslachtoffers zorgen (Hartman *et al.* 2010). Gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Het aantal verwachte slachtoffers kan hiermee mogelijk verminderd worden naar 0 kraakeenden.

Beoordeling

In het Naardermeer geldt geen instandhoudingsdoel voor kraakeenden. Wel voor omliggende Natura 2000-gebieden IJmeer-Markermeer, Eemmeer-Gooimeer en Oostelijke Vechtplassen. De aanvaringskans van kraakeenden is hoog door hun tijdstip van vliegen, vliegsnelheid en beperkte wendbaarheid. In eerdere studies werden kraakeenden niet vaak gevonden als draadslachtoffer, mogelijk omdat ze destijds nog niet talrijk waren in het binnenland. De vliegflux van kraakeenden is relatief laag, omdat ze slechts incidenteel de geplande hoogspanningsverbinding passeren. We verwachten op basis van literatuur en onze eigen veldwaarneming ongeveer 1 slachtoffer kraakeend per jaar. Voor kraakeenden ligt 1% van de natuurlijke sterfte op 0,8 tot 1,4 volwassen eenden per jaar (tabel 4.3). De verwachte extra sterfte door de nieuwe hoogspanningsverbinding komt dus waarschijnlijk op of boven de norm uit, waardoor er kans is op significant negatieve effecten op de populatie. Bij het aanbrengen van draadmarkeringen kan het aantal waarschijnlijk gereduceerd worden tot 0. In dat geval komt de additionele sterfte niet meer boven de norm uit, en kunnen negatieve populatie-effecten wel worden uitgesloten.

7.12. Kuifeend en Tafeleend

Broedgedrag en foerageerstrategie

Kuifeenden en tafeleenden beginnen met broeden vanaf eind april tot mei en de eifase duurt ongeveer 25 dagen. Ze nestelen in beschutte oevervegetatie en



foerageren tijdens de gehele broedperiode voornamelijk lokaal. Ze duiken onder water naar voedsel en eten schelpdieren, waterdieren, zaden, wortels, waterplanten, insecten, larven amfibieën en kleine visjes. Buiten de broedperiode rusten kuif- en tafeleenden overdag op windluw water om in de nacht naar foerageergebieden te vliegen. Ze kunnen rustige plekken opzoeken om te rusten op meer dan 5 km van de foerageerplaatsen (Boudewijn 1989, Boudewijn & Dirksen 1994, van der Winden *et al.* 1997, van Eerden 1998). Windluwte en rust (vermijden recreatie) zijn dan belangrijk.

Gebruik van het Naardermeer

Op het Naardermeer broedden afgelopen jaren gemiddeld 20 paar kuifeenden en 1 paar tafeleenden. Tijdens de broedperiode foerageren ze voornamelijk lokaal en maken ze geen frequente foerageervluchten over de geplande hoogspanningsverbinding. In de periode september tot en met december rusten kuif- en tafeleenden op het Naardermeer in soms zeer grote aantallen. In de laatste jaren waren dit zelfs tot meer dan 8.000 kuifeenden en bijna 4.000 tafeleenden in september tot en met november (tabel 3.4). Dat zijn opvallend hoge aantallen en vermoedelijk te hoog om lokaal allemaal voldoende voedsel te kunnen verzamelen. De draagkracht van het Naardermeer is waarschijnlijk niet hoog genoeg voor zulke grote aantallen eenden. Dat idee wordt versterkt door de grote variatie in aantallen. In sommige maanden zijn er duizenden, en dan weer tientallen tot honderden. Dat suggereert dat deze grote groepen 's nachts op het IJmeer en of Gooimeer foerageren en in bepaalde omstandigheden naar het Naardermeer uitwijken om rusten. Dat zou bijvoorbeeld kunnen in periodes met veel dagrecreatie op het IJmeer of Gooimeer. Als dit inderdaad het geval is, passeren deze eenden meer of minder frequent de geplande hoogspanningsverbinding.

Aanvaringskansen

Eenden hebben relatief hoge aanvaringskansen omdat ze in het donker vliegen, snel vliegen en niet wendbaar zijn (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Onder alle soorten eenden zijn slachtoffers dan ook gebruikelijk (Buij *et al.* 2018). In eerdere studies worden kuifeenden vaak gemeld als draadslachtoffer (tabel 7.12), en in mindere mate tafeleenden ook (tabel 7.13). Als we de gevonden aantallen omrekenen naar potentiële aantallen voor het geplande tracé komen we uit op enkele tot ongeveer twintig slachtoffers per jaar. We verwachten dus dat enkele of tientallen slachtoffers aannemelijk zijn op jaarbasis, indien grote groepen eenden frequent richting het IJmeer vliegen.



Tabel 7.12. Overzicht van gemelde slachtoffers kuifeenden in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding.

Gevonden slachtoffers	Traject- lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
1	2,7	733	NKP	0,0005	0,7	Osieck & De Miranda 1972
2	2,1	1092	Purmerend	0,0009	1,3	Osieck & De Miranda 1972
1	2,825	274	NKP	0,001	1,9	Smit 1973
1	2,4	157	Hazerswoude	0,002	3,8	Hartman <i>et al.</i> 2010
47	8,6	365	Zaanstreek	0,01	21,9	Heijnis 1974

Tabel 7.13. Overzicht van gemelde slachtoffers tafeleenden in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding.

Gevonden slachtoffers	Traject- lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
1	2,1	1092	Purmerend	0,0004	0,6	Osieck & De Miranda 1972
27	8,6	365	Zaanstreek	0,009	12,6	Heijnis 1974

Mitigatie door draadmarkeringen

Om het aantal draadslachtoffers voor het geplande tracé te verminderen kan het voor nachtvliegende eenden zinvol zijn om draadmarkeringen aan te brengen. Zwart-witte flappen kunnen voor een reductie van 71% tot 86% in het aantal eendenslachtoffers zorgen (Hartman *et al.* 2010). Gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen zelfs leiden tot een afname 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Met toepassing van draadmarkeringen kan het aantal slachtoffers mogelijk worden teruggebracht tot 0 tot enkele per jaar (tabel 7.14 en 7.15).



Tabel 7.14. Verwachte slachtoffers van kuifeenden per jaar na toepassing van vogelflappen of grote gekleurde spiralen op de bliksemdraden.

Slachtoffers/tracé/jaar	Bron	Na reductie door vogelflappen	Na reductie door gekleurde spiralen
0,7	Osieck & De Miranda 1972	0	0
1,3	Osieck & De Miranda 1972	0	0
1,9	Smit 1973	0	0
3,8	Hartman <i>et al.</i> 2010	1	0 – 1
21,9	Heijnis 1974	3 – 5	1 – 4

Tabel 7.15. Verwachte slachtoffers van tafeleenden per jaar na toepassing van vogelflappen of grote gekleurde spiralen op de bliksemdraden.

Slachtoffers/tracé/jaar	Bron	Na reductie door vogelflappen	Na reductie door gekleurde spiralen
0,6	Osieck & De Miranda 1972	0	0
12,6	Heijnis 1974	2 – 3	1 – 2

Beoordeling

Er geldt geen Natura 2000-instandhoudingsdoel voor kuifeenden en tafeleenden in het Naardermeer, maar wel voor omliggende Natura 2000-gebieden. Nader onderzoek is nodig om vast te stellen of de tafel- een kuifeenden inderdaad pendelen tussen IJmeer/Gooimeer en het Naardermeer om te foerageren. We bevelen aan om in de periode met grote aantallen duikeenden op het Naardermeer uit te zoeken of deze eenden in het donker naar het noorden (door het geplande tracé) vliegen om te gaan eten in het IJmeer. Als dat het geval is, heeft de hoogspanningsleiding mogelijk effect op de populaties van deze soorten in de Natura 2000-gebieden Markermeer & IJmeer en Eemmeer & Gooimeer Zuidoever, waarvoor doelen voor beide soorten gelden. Kuifeend heeft in beide Natura 2000-gebieden een populatie-omvang die lager is dan het doel, en voor tafeleend is dit het geval in het Gooimeer. Dat betekent dat extra sterfte als gevolg van de geplande hoogspanningsleidingen, tot significant negatieve effecten kan leiden. Zeker omdat dit mede het gevolg kan zijn van een toegenomen recreatiedruk. Voor de Naardermeer-populatie is 1% van de natuurlijke sterfte tussen de 16 en 25 kuifeenden, en 7 en 13 tafeleenden op jaarbasis (tabel 4.3). De verwachte



additionele sterfte door de geplande hoogspannings-verbinding ligt dus waarschijnlijk op of onder de norm. Met toepassing van draadmarkeringen kan het aantal draadslachtoffers mogelijk verminderd worden naar hooguit enkele slachtoffers per jaar. Dan kunnen we negatieve effecten op de lokale populatie met zekerheid uitsluiten. Meer onderzoek is nodig om vast te stellen of kuif- en tafeleenden uit het Naardermeer frequent de geplande hoogspanningsverbinding passeren om naar het IJmeer te gaan.

7.13. Lepelaar

Broedgedrag en foerageerstrategie

Lepelaars broeden veelal op eilanden, in duinvalleien, kwelders en moerassen. Ze vormen gemengde kolonies samen met onder andere reigers, aalscholvers en grote meeuwen. Ze bouwen hun nesten op de grond op kwelders of in struiken, bomen of rietvelden. Lepelaars broeden van eind februari tot en met begin september, waarin de eieren 25 dagen bebroed worden. Tijdens de eifase vliegen lepelaars 1 tot 2 keer per dag heen en weer om te foerageren (Lok *et al.* 2024). Ze vliegen vooral in de vroege ochtend en late avond en blijven meestal binnen 5 tot 10 km van de kolonie (Lok *et al.* 2024). Wanneer lepelaars jongen hebben, vliegen ze vaker naar om te foerageren, zo'n 2 tot 3 keer per dag (Lok *et al.* 2024). Bij een lager voedselaanbod of veel concurrentie kunnen lepelaars tot wel 40 km vliegen om te eten.

Gebruik van het Naardermeer

Hoewel lepelaars sinds 1988 niet meer in het Naardermeer broeden, gebruiken ze het gebied nog steeds jaarrond om te rusten en foerageren. In de toekomst zouden ze zich wel weer kunnen vestigen als broedvogels. Vooral in de Schil rusten en foerageren, vooral in de nazomer, vele tientallen tot honderden lepelaars (waarneming.nl). In de agrarische gebieden in de omgeving van het Naardermeer foerageren verspreid lepelaars in poldersloten. Tijdens onze veldbezoeken telden we maximaal 4 foeragerende lepelaars tegelijk in de sloten van de Noordpolders tussen Muiden en Muiderberg.

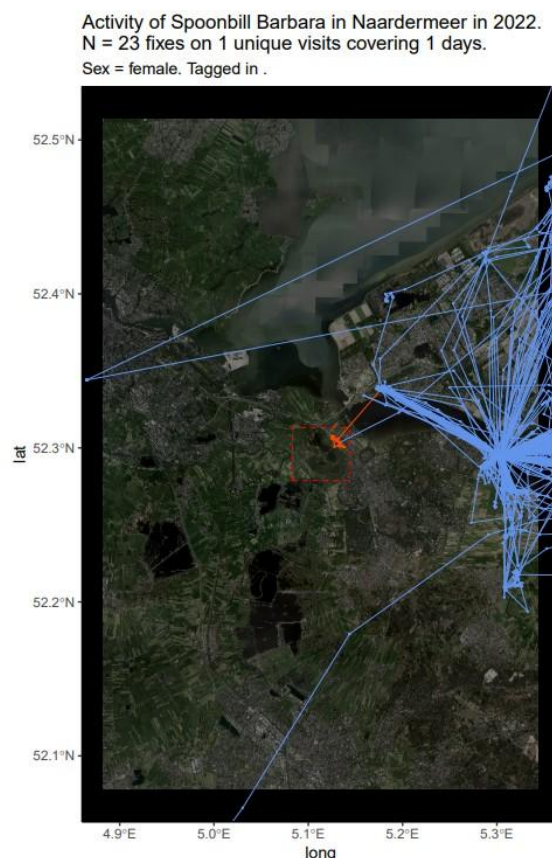
Lepelaars die gebruik maken van polders en plas-drasgebieden van het Naardermeer, kunnen uit heel Nederland komen, maar vooral uit naburige gebieden. Op basis van ring- en GPS-gegevens en tellingen concluderen we dat lepelaars op meerdere manieren risico lopen op aanvaringen met de geplande hoogspanningsverbinding:



- 1) Broedvogels uit nabijgelegen kolonies die tijdens het broedseizoen in het Naardermeer foerageren.

Natura 2000-gebied Eemmeer-Gooimeer Zuidoever

Voedselvluchten van lepelaars die broeden in het Eemmeer, naar het Naardermeer, liggen voor de hand vanwege de afstand van ca. 15 km. De GPS-gegevens van een lepelaar met een zender bevestigen dit, hoewel het in dit geval maar om een eenmalige vlucht ging (figuur 7.9). Als lepelaars in een rechte lijn tussen kolonie in het Eemmeer en de foerageergebieden in het Naardermeer zouden vliegen, passeren ze de geplande hoogspanningsverbinding niet. Het risico op aanvaringen is daarom voor lepelaars uit die kolonie laag.



Figuur 7.9. Voedselvluchten van lepelaar Barbara die in 2022 een nest had in het Eemmeer, en op 2 juni het Naardermeer aan de noordzijde bezocht op de plek waar plas-dras werd aangelegd.



Natura 2000-gebied IJmeer-Markermeer

Relatief dichtbij het Naardermeer liggen twee lepelaarkolonies in het IJmeer: Kinseldam en Natuureiland IJburg. Deze kolonies liggen in het Natura 2000-gebied IJmeer-Markermeer, waar een instandhoudingsdoel voor foeragerende lepelaars geldt. Een hoogstwaarschijnlijk broedende lepelaar met een kleurring uit de kolonie op Kinseldam (ca. 10 km), is gezien in het Naardermeer tijdens het broedseizoen. Voedselvluchten van lepelaars uit Kinseldam en Natuureiland IJburg naar het Naardermeer zijn dan ook waarschijnlijk. Bij vluchten van het Naardermeer naar het IJmeer, of andersom, kruisen lepelaars de geplande hoogspanningsverbinding. Het risico op aanvaringen voor kolonies in het IJmeer-Markermeer is daarom hoog.

Natura 2000-gebied Oostvaardersplassen

Voor de Oostvaardersplassen geldt een instandhoudingsdoel voor broedende lepelaars. Momenteel broeden ze er echter niet meer, vermoedelijk door de lage waterstanden (Kuypers & Cornelissen 2025). Waarschijnlijk keren de lepelaars weer terug na de recente moerasherstelmaatregelen ([bron: Staatsbosbeheer](#)). In het verleden is één keer een lepelaar uit de kolonie in Oostvaardersplassen met een kleurring gezien in het Naardermeer, dus wellicht geeft de omgeving van het Naardermeer in de toekomst foerageergebied voor lepelaars van de Oostvaardersplassen. Als lepelaars uit de Oostvaardersplassen naar het Naardermeer vliegen, of andersom, kunnen ze daarbij het geplande tracé passeren en risico lopen op aanvaringen.

Natura 2000-gebied Lepelaarplassen

Er geldt in de Lepelaarplassen een Natura 2000-doel voor broedende, rustende en foeragerende lepelaars. In de Lepelaarplassen broeden momenteel geen lepelaars, maar ze rusten en foerageren er wel. Met een afstand van ca. 15 km tot het Naardermeer is incidentele uitwisseling tussen deze gebieden waarschijnlijk. Bij vluchten van en naar Lepelaarplassen kunnen lepelaars de geplande hoogspanningsverbinding passeren, en daarmee lopen ze risico op aanvaringen.

Overige kolonies

Frequente voedselvluchten door lepelaars uit de kolonies in de Nieuwkoopse Plassen, Botshol, Vinkeveense Plassen en Bataviahaven zijn onwaarschijnlijk vanwege het ruime aanbod aan foerageerplekken rondom die kolonies en de grote afstand tot het Naardermeer. Het aanvaringsrisico is dan ook laag.



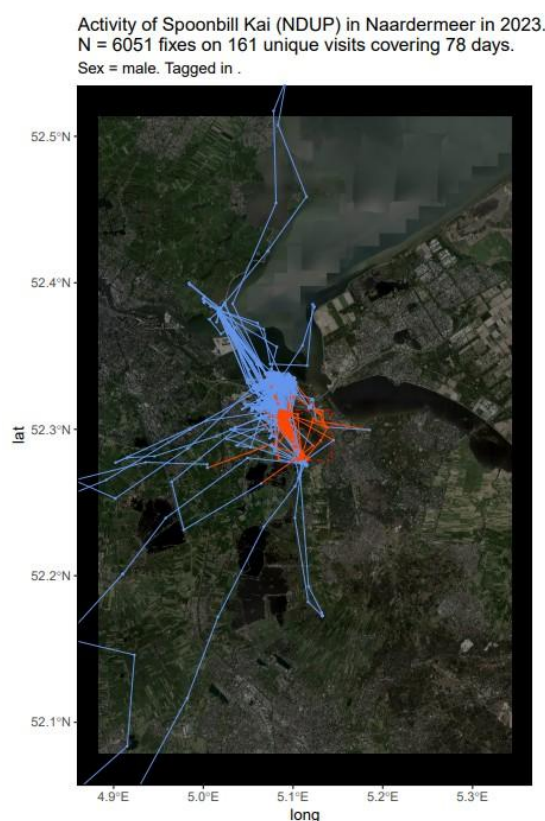
- 2) Pleisterende lepelaars, zoals broedvogels die de kolonie hebben verlaten, juvenielen of subadulten, die de omgeving van het Naardermeer rusten of foerageren. Dat kan tijdens het broedseizoen of als ze onderweg zijn naar de overwinteringsgebieden en stoppen om bij te tanken.

Locaties van herkomst

Voor en na de broedtijd kunnen lepelaars uit heel Nederland komen om tijdelijk te foerageren in het Naardermeer. De herkomst van lepelaars die in het voor- of najaar pleisteren in het Naardermeer is echter grotendeels onbekend. Door de centrale ligging in Nederland en de grote aantallen kolonies in de omgeving, is wel te verwachten dat Naardermeer een pleisterplaats is. Drie voorbeelden van jonge lepelaars uit de kolonie van Kinseldam bewijzen dat. Van de drie gezenderde onvolwassen lepelaars uit de Kinseldam (Kai, Klaas en Vrouwke), verbleven Klaas en Vrouwke in de nazomer kortstondig in het Naardermeer. Lepelaar Kai verbleef in de nazomer van 2023 langdurig in het Naardermeer en de omgeving (figuur 7.10). Vanaf 12 mei 2025 zit hij wederom in het Naardermeer. Aangezien lepelaars zeer plaatstrouw zijn, kunnen de verplaatsingen van deze jonge lepelaars een indicatie zijn dat ze ook als broedvogels terugkeren naar IJmeer-Markermeer en gaan foerageren in het Naardermeer.



Om te bepalen in welke mate verschillende kolonies gebruik maken van het Naardermeer als pleisterplaats is echter meer onderzoek nodig. Het zou nuttig zijn om te weten of lepelaars van de kolonie in Kinseldam of Natuur-eiland IJburg naar het Naardermeer gaan om te foerageren. Daarnaast is het zinvol om uitvliegrichtingen van lepelaars uit verschillende kolonies in kaart te brengen.



Figuur 7.10. GPS-track gegevens van gezenderde subadult Kai uit de Kinseldam die regelmatig het Naardermeer bezocht in 2023.

- Doortrekkende lepelaars op weg naar Zuid-Europa of Afrika. Tijdens de najaarstrek passeerden 13 van de 169 gezenderde lepelaars uit het IJsselmeergebied en de Oostelijke Waddenzee het Naardermeer. Op piekdagen vliegen groepen van vele tientallen over het gebied en kunnen zij de geplande leidingen passeren.

Aanvaringskans

Lepelaars zijn gevoelig voor aanvaringen met hoogspanningsdraden vanwege hun beperkte wendbaarheid tijdens de vlucht. Dit komt door hun relatief grote lichaamsomvang en brede vleugels (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.*



2018, Pigniczki *et al.* 2019). Ook in de omgeving van het Naardermeer zijn slachtoffers bekend bij de bestaande hoogspanningsleidingen. Zo werd in het verleden een juveniele lepelaar gevonden onder de draden van de 150 kV-verbinding in de Hilversumse Bovenmeent (Smit 1973). Recentelijk vond een boswachter van Natuurmonumenten ook een gewonde juveniele lepelaar onder dezelfde hoogspanningsverbinding (figuur 7.11). Bovendien werd een volwassen lepelaar gevonden dichtbij het Naardermeer tussen twee hoogspanningsverbindingen Diemen-Breukelen en Krimpen-Diemen in ([melding van waarneming.nl](#), figuur 7.12). Bestaande hoogspanningsverbindingen rondom het Naardermeer zorgen op dit moment dus al voor de nodige sterfte onder lepelaars, met alleen al twee aanvaringen in de maand juni 2025.



Figuur 7.11. Gewonde juveniele lepelaar onder de 150 kV hoogspanningsverbinding Diemen – ‘s Graveland in de Hilversumse Bovenmeent nabij mast 28 op 12 juni 2025 (foto's: Tim van den Broek).



Figuur 7.12. Dode juveniele lepelaaar onder draden tussen mast 86 van de 150 kV verbinding Diemen-Breukelen en mast 155 van de 380 kV verbinding Krimpen-Diemen op 2 juni 2025 (foto: Karin Krabbendam, bron: [waarneming.nl](https://www.waarneming.nl)).

Effect van het verlaagde portaal

In de jaren '70 zijn de draden van een 380 kV hoogspanningsverbinding over een traject van 800 m tussen Diemen en Ens op verzoek van Natuurmonumenten lager gespannen in de zogenaamde portaalconstructie. Ook zijn daar plastic strips opgehangen aan de bliksemdraden. Dit had als doel om aalscholvers en lepelaars die richting het IJmeer en Markermeer vlogen te beschermen. Destijds broedden ongeveer 100 paar lepelaars in het Naardermeer, waarvan een groot deel foeraageerde ten noorden van Amsterdam. Tijdens foerageervluchten passeerden ze dus de verlaagde 380 kV verbinding Diemen-Ens. Voor lepelaars leek deze maatregel effectief. Er werden destijds namelijk geen lepelaars gevonden onder de draden van de verlaagde portaalverbinding (Osieck & De Miranda 1972, Smit 1973).

Beoordeling

Aangezien het Naardermeer zelf geen broedpopulatie van lepelaars huisvest, vormt de geplande hoogspanningsverbinding op dit moment vooral een risico voor vogels uit externe locaties die het Naardermeer af en toe bezoeken, zoals lepelaars van kolonies uit Natura 2000-gebieden IJmeer-Markermeer (kolonies Kinseldam en Natuureiland IJburg) Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. Het plangebied is immers een aantrekkelijk foerageergebied voor deze soort. Het betreft meer of



minder frequente voedselvuchten van de kolonies in het IJmeer en Eemmeer, en langdurig verblijf in de zomer en nazomer van lepelaars die uit heel Nederland kunnen komen.

Het effect op de lokale lepelaarpopulatie (vooral zomer en nazomer) kan substantieel zijn, gezien de frequente toevallige vondsten. Het effect kan in omvang toenemen als de nieuwe hoogspanningsverbinding erbij komt. Bovendien kan er in de toekomst weer een broedkolonie lepelaars vestigen in het Naardermeer, waardoor het risico op aanvaringen hoger wordt. De 1%-mortaliteitsnorm voor de Naardermeerpopulatie kan zo worden overschreden. Dan is er een tweede punt van zorg omdat lepelaars uit naburige Natura 2000-gebieden in het Naardermeer kunnen verblijven. We adviseren om nader onderzoek te doen naar de effecten van de geplande hoogspanningsverbinding op lepelaars uit geheel Nederland en om de additionele sterfte te berekenen voor de landelijke populatie. In de omgeving van het Naardermeer zouden relatief veel slachtoffers kunnen vallen van de Nederlandse populatie.

7.14. Smient

Broedgedrag en foerageerstrategie

De smient is een wintergast in Nederland en is vooral talrijk tussen oktober en maart. Overdag rusten ze in grote groepen op het open water, waar ze veilig zijn voor predatoren. Tegen de schemering trekken ze naar nabijgelegen graslanden om te foerageren. Ze eten voornamelijk gras, bladeren, zaden, wortels, waterplanten en algen.

Gebruik van het Naardermeer

Smienten rusten in de winter overdag op rustige open wateren van het Naardermeer en vliegen in de nacht naar graslanden in De Schil of Vechtpolders om te foerageren. Vooral van december tot en met februari rusten vele honderden tot duizend smienten op het open water van het Groote Meer (tabel 3.6). Smienten vliegen dagelijks in de nacht heen en weer tussen slaapplekken en foerageergebied en leggen daarbij meestal afstanden af van 2 tot 3 km (Johnson *et al.* 2014). Ook kunnen smienten vele kilometers heen en weer vliegen tussen dagrustplaatsen als er ergens verstoring is. De vliegbewegingen naar de graslanden van de Noordpolders kruisen de geplande hoogspanningsverbinding en zijn daarmee risicovol. Smienten kunnen zich verspreiden over alle graslanden rondom het



Naardermeer. Als we evenredigheid van verspreiding over de geschikte foerageergebieden aannemen, foerageert bijvoorbeeld ongeveer 15% van de smientenpopulatie in de graslanden van de Noordpolders nabij Muiderberg. Als we een range van 500 tot 1.000 smienten hanteren in de piekmaanden, zijn dit dus 75 tot 150 smienten die dagelijks het geplande tracé kruisen. Dit komt neer op 150 tot 300 risicovolle vliegbewegingen per dag. Voor de gehele periode dat ze in grote aantallen aanwezig zijn (dec, jan, feb) zijn dat dus 13.500 tot 27.000 vliegbewegingen per jaar.

Aanvaringskansen

Eenden, en dus ook smienten, hebben relatief hoge aanvaringskansen omdat ze in het donker vliegen, snel vliegen en niet wendbaar zijn (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Over het algemeen worden smienten veelvuldig gevonden als draadslachtoffer (tabel 7.16). In de omgeving van het Naardermeer werden echter minder smienten gevonden als slachtoffer. Uit een inventarisatie van het Naardermeer uit 1973 blijkt dat er destijds nog geen grote aantallen smienten op het Naardermeer overwinterden, wat mogelijk de weinige gevonden smienten verklaart (Hartog 1974). Tijdens de piekmaanden januari en februari is echter niet geteld (Hartog 1974). Als we de potentiële slachtoffers van het geplande tracé berekenen vanuit de gevonden slachtoffers in eerdere studies komen we op 1 tot 52 slachtoffers op jaarbasis (tabel 7.16).

Tabel 7.16. Overzicht van gemelde slachtoffers van smienten in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding.

Gevonden slachtoffers	Traject- lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
1	2,7	733	NKP	0,0005	0,74	Osieck & De Miranda 1972
49	2,4	157	Hazerswoude	0,13	190	Hartman <i>et al.</i> 2010
20	4	93	Hazerswoude	0,05	78	Hartman <i>et al.</i> 2010
52	8,6	365	Zaanstreek	0,02	24	Heijnis 1974

Mitigatie door draadmarkeringen

Om het aantal draadslachtoffers onder smienten te verminderen is het zinvol om draadmarkeringen te bevestigen. Zwart-witte vogelflappen aan de draden kan zorgen voor een 77-84% reductie in sterfte van smienten (Hartman *et al.* 2010). Gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen zorgen voor een reductie van 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Met draad-



markeringen kan het aantal slachtoffers worden verlaagd tot 0 tot tientallen (tabel 7.17).

Tabel 7.17. Verwachte slachtoffers van smienten per jaar na toepassing van vogelflappen of grote gekleurde spiralen of firefly diverters op de bliksemdraden.

Slachtoffers/tracé/jaar	Bron	Na reductie door vogelflappen	Na reductie door gekleurde spiralen
0,74	Osieck & De Miranda 1972	0	0
190	Hartman <i>et al.</i> 2010	30 – 44	10 – 36
78	Hartman <i>et al.</i> 2010	12 – 18	4 – 15
24	Heijnis 1974	4 – 6	1 – 5

Beoordeling

Er is geen Natura-2000 instandhoudingsdoel voor de smient in het Naardermeer, maar wel voor het Eemmeer-Gooimeer, IJmeer-Markermeer en Oostelijke Vechtplassen. Het is mogelijk dat smienten die rusten in het Naardermeer ook gebruik maken van de Oostelijke Vechtplassen om te rusten. Eerdere studies wijzen op zeer regelmatige slachtoffers bij bestaande hoogspanningslijnen. Vanwege de hoge aanvaringskans en de hoge vliegflux in de piekmaanden, verwachten we dat er tientallen slachtoffers per jaar kunnen vallen onder de geplande hoogspanningsverbinding. Voor smienten ligt 1% van de natuurlijke sterfte van de populatie in het Naardermeer op 3 tot 5 volwassen vogels op jaarbasis (tabel 4.3). De verwachte extra sterfte door de nieuwe hoogspanningsverbinding ligt hier aanzienlijk boven. Dit betekent dat significant negatieve effecten op de lokale populatie niet uit te sluiten zijn. Hoewel draadmarkeringen het aantal slachtoffers kunnen verlagen, komt de extra sterfte nog steeds boven de 1%-norm uit. De geplande hoogspanningsverbinding kan daarom mogelijk een bedreiging zijn voor de lokale populatie smienten in de omgeving van het Naardermeer.

7.15. Wilde eend

Broedgedrag en foerageerstrategie

De wilde eend is de algemeenste watervogel van Nederland. Ze broeden over een lange periode die van februari tot augustus kan duren. Vrouwtjes nestelen in begroeiing nabij water en zitten 24 tot 32 dagen op het nest. In de eifase zoeken



wilde eenden zowel overdag als 's nachts voedsel in ondiepe, voedselrijke wateren en op graslanden. Ze eten voornamelijk waterplanten, maar ook grassen en kleine waterdiertjes. Buiten de broedperiode kunnen eenden verder vliegen voor voedsel, maar het liefst eten ze lokaal binnen enkele kilometers van hun slaapplek. Ze vliegen gemiddeld minder ver dan bijvoorbeeld kuifeenden of tafeleenden. In jachtgebieden vliegen ze soms verder, en kunnen ze tot wel 15 km vliegen naar graslanden in de omgeving (Johnson *et al.* 2014).

Gebruik van het Naardermeer

Wilde eenden gebruiken het Naardermeer om te broeden, foerageren en rusten. In 2020 broedden hier 156 paar wilde eenden (tabel 3.3). Buiten de broedperiode verblijven gemiddeld 10 tot 60 wilde eenden op de twee grote meren van het Naardermeer (tabel 3.4). De aantallen in De Schil zijn niet beschikbaar gesteld, maar daar verblijven ook vele tientallen (waarneming.nl).

Vanaf oktober tot en met januari pendelen wilde eenden dagelijks in de schemering tussen hun rustplaats en foerageergebieden in de omgeving. Ze maken gebruik van alle graslanden rondom het Naardermeer. Indien eenden naar de Noordpolders gaan om te eten, kunnen ze de geplande hoogspanningsverbinding kruisen en in aanvaring komen. Wanneer we ervan uitgaan dat wilde eenden zich evenredig over alle omliggende foerageergebieden verspreiden binnen een straal van enkele kilometers rondom het Naardermeer, foerageert ongeveer 15% van de eenden in de graslanden van de Noordpolders. Bij een gemiddeld aantal van 10 tot 60 wilde eenden in de wintermaanden, betekent dit dat dagelijks 2 tot 9 eenden het geplande tracé kunnen kruisen. Dit resulteert in 4 tot 18 risicovolle vliegbewegingen per dag. Voor de gehele periode dat ze in grote aantallen aanwezig zijn (okt, nov, dec, jan) zijn dat dus ongeveer 490 tot 2.200 risicovolle vliegbewegingen per jaar.

Aanvaringskans

Wilde eenden hebben een relatief hoge kans op aanvaringen met hoogspanningslijnen. Dit komt doordat ze vaak in schemerlicht vliegen, een hoge snelheid hebben en beperkt wendbaar zijn (Rayner 1988, Bevanger 1994, Bernardino *et al.* 2018, Buij *et al.* 2018, Pigniczki *et al.* 2019). Wilde eenden worden vaak vermeld als draadslachtoffer (tabel 7.18). Als we de gevonden aantallen omrekenen naar de potentiële aantallen voor het geplande tracé komen we uit op tientallen tot meer dan honderd slachtoffers per jaar. Bovendien troffen we tijdens een veldbezoek op 3 juni vleugelresten aan van een wilde eend vrouwtje in het gras vlak naast de hoogspanningsdraden, wat sterk wijst op een draadslachtoffer (figuur



7.13). Tijdens onze veldbezoeken in mei en juni 2025 zagen we vrijwel altijd 10 tot 20 wilde eenden foerageren in de sloten van de polders. Op basis van de aantallen in de literatuur en onze eigen vondst, verwachten we dat enkele tot tientallen slachtoffers ten gevolge van de geplande hoogspanningsverbinding aannemelijk is.

Tabel 7.18. Overzicht van gemelde slachtoffers van wilde eenden in eerdere onderzoeken en geschatte aantallen voor de geplande hoogspanningsverbinding.

Gevonden slachtoffers	Traject-lengte	Dagen	Locatie	Slachtoffers /km/dag	Slachtoffers /tracé/jaar	Bron
79	2,7	733	NKP	0,04	58	Osieck & De Miranda 1972
40	4.5	1010	Oosterwolde	0,01	13	Osieck & De Miranda 1972
47	2,1	1092	Purmerend	0,02	30	Osieck & De Miranda 1972
42	2,825	274	NKP	0,05	79	Smit 1973
9	1,765	274	Noordpolder	0,02	27	Smit 1973
4	2,4	157	Hazerswoude	0,01	15	Hartman <i>et al.</i> 2010
27	4	93	Hazerswoude	0,07	106	Hartman <i>et al.</i> 2010
52	8,6	365	Zaanstreek	0,02	24	Heijnis 1974



Figuur 7.13. Vleugelresten van een wilde eend (vrouwtje) vlak naast de draden van de 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens bij de verlaagde corridorconstructie.

Mitigatie door draadmarkeringen

Om het aantal draadslachtoffers onder wilde eenden te beperken, kan draadmarkering effectief zijn. Voor eenden is een reductie van 71-86% in het aantal slachtoffers gevonden bij het bevestigen van zwart-witte vogelflappen aan de



bliksemdraden (Hartman *et al.* 2010). Gekleurde spiralen of firefly diverters kunnen zelfs leiden tot een afname 81-95% in het aantal slachtoffers (Janss & Ferrer 1998, Kabouche *et al.* 2006). Met toepassing van draadmarkeringen kan het aantal slachtoffers naar verwachting worden teruggebracht tot enkele tot tientallen per jaar (tabel 7.19).

Tabel 7.19. Verwachte slachtoffers van wilde eenden per jaar na toepassing van vogelflappen of grote gekleurde spiralen of firefly diverters op de bliksemdraden.

Slachtoffers/tracé/jaar	Bron	Na reductie door vogelflappen	Na reductie door gekleurde spiralen
58	Osieck & De Miranda 1972	9 – 13	3 – 11
13	Osieck & De Miranda 1972	2 – 3	1 – 2
30	Osieck & De Miranda 1972	5 – 7	1 – 6
79	Smit 1973	13 – 18	4 – 15
27	Smit 1973	4 – 6	1 – 5
15	Hartman <i>et al.</i> 2010	2 – 4	1 – 3
106	Hartman <i>et al.</i> 2010	17 – 24	5 – 20

Beoordeling

Voor de wilde eend geldt geen instandhoudingsdoelstelling binnen Natura 2000 voor het Naardermeer en de omliggende gebieden. De aanvaringskans van wilde eenden is hoog door hun tijdstip van vliegen, vliegsnelheid en beperkte wendbaarheid. Eerdere studies wijzen op regelmatige slachtoffers bij bestaande hoogspanningslijnen. Vanwege de hoge aanvaringskans en hogere vliegflux buiten de broedperiode, als ze dagelijks pendelen tussen slaappleats en foerageergebied, verwachten we dat er tientallen slachtoffers per jaar kunnen vallen onder de geplande hoogspanningsverbinding. Voor wilde eenden in de omgeving van het Naardermeer ligt 1% van de natuurlijke sterfte op basis van de huidige populatie-omvang op 0,04 tot 0,07 eenden per jaar (tabel 4.3). De verwachte extra sterfte door de nieuwe hoogspanningsverbinding ligt hier aanzienlijk boven, met een potentieel aantal van tientallen slachtoffers per jaar. Dit betekent dat negatieve effecten op de lokale populatie niet uit te sluiten zijn. Hoewel draadmarkeringen het aantal slachtoffers kunnen verlagen, blijft het risico bestaan dat ook met mitigerende maatregelen de sterfte boven de 1%-norm uitkomt. De geplande verbinding kan daarom mogelijk een bedreiging zijn voor de lokale populatie wilde eenden in de omgeving van het Naardermeer.



8. Cumulatie

De nieuwe hoogspanningsverbinding in de corridor Zuid Paars 1 kan leiden tot directe vogelsterfte als gevolg van aanvaringen met de draden. Deze sterfte komt bovenop reeds bestaande drukfactoren in het plangebied, zoals botsingen met gebouwen, verkeer of andere infrastructuur. Het Natura 2000-gebied Naardermeer wordt namelijk doorkruist door een spoorlijn en omsloten door de drukke en verbrede A1-snelweg en Hakkelaarsbrug aan de noordzijde en provinciale weg aan de zuidzijde. Bovendien loopt ten noorden van het Naardermeer de 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens langs de Noordpolders, en doorkruist de 150 kV-verbinding Diemen-'s Graveland de Nieuwe Keverdijkse Polder aan de zuidwestzijde. Een nieuwe hoogspanningsverbinding in het plangebied kan samen met andere infrastructuur voor cumulerende effecten in sterfte zorgen, waardoor vogelpopulaties in het Naardermeer die al kwetsbaar zijn sneller in omvang afnemen (Buij *et al.* 2018).

8.1. Directe sterfte door aanvaringen

Alle infrastructurele elementen in de omgeving van het Naardermeer vormen op zichzelf al een bron van verstoring en verhoogde sterfte onder vogels, bijvoorbeeld door aanvaringen met treinen, voertuigen of hoogspanningsdraden (Benítez-López *et al.* 2010). Onder de 150 kV-verbinding werden in 1973 in negen maanden tijd 474 slachtoffers van 40 vogelsoorten aangetroffen, wat neerkomt op 0,55 slachtoffers per kilometer per dag (Smit, 1973). Vooral postduiven, kieviten en wilde eenden werden hier veelvuldig gevonden als draadslachtoffer. Onder de 380 kV-verbinding werden in datzelfde jaar 77 slachtoffers gevonden, wat overeenkomt met 0,16 slachtoffer per kilometer per dag (Smit 1973). Aangezien een deel van de slachtoffers niet gevonden wordt door aaseters of vegetatiebedekking, liggen de werkelijke aantallen waarschijnlijk nog hoger (zie ook paragraaf 5.4).

8.2. Indirecte effecten

Naast aanvaringen zorgen hoogspanningsverbindingen voor indirecte effecten: veel vogelsoorten vermijden infrastructurele objecten in open landschappen, wat resulteert in functioneel verlies van geschikt leefgebied (Buij *et al.* 2018, Marques *et*



al. 2020, Pálsdóttir *et al.* 2022). Zo kunnen hoogspanningsmasten predatoren aantrekken, omdat de kadavers van draadslachtoffers onder de lijnen een gemakkelijk toegankelijke voedselbron vormen (Marques *et al.* 2020). Tijdens onze veldbezoeken aan de polders nabij Muiderberg zagen we regelmatig buizerds, torenvalken, zwarte kraaien en raven op of nabij de hoogspanningsmasten (figuur 8.1). Daarnaast vermijden soorten van open landschappen, zoals weidevogels en ganzen, dergelijke opgaande structuren, wat leidt tot functioneel habitatsverlies (Buij *et al.* 2018, Marques *et al.* 2020, Pálsdóttir *et al.* 2022). Dit effect kan zich uitstrekken tot op ongeveer een kilometer afstand, met een afname van 20-30% in vogeldichtheid (Benítez-López *et al.* 2010).



Figuur 8.1. Buizerd op een hoogspanningsmast op de 380 kV-verbinding Diemen-Ens, op zoek naar een prooi.



8.3. Versterkte effecten

Alle vormen van infrastructuur rondom het Naardermeer kunnen zorgen voor opstapelende effecten en een cumulatieve impact op vogelpopulaties. De aanwezige spoorlijn, brug, brede snelwegen en hoogspanningsverbindingen veroorzaken gezamenlijk waarschijnlijk al relatief veel extra sterfte (figuur 8.2). Formeel valt dit wellicht binnen de “natuurlijke sterfte”, maar in gebieden zonder zulke infrastructuur is de natuurlijke sterfte lager. Een nieuwe hoogspanningsverbinding versterkt niet alleen de mate van verstoring en directe sterfte door aanvaringen, maar vergroot ook de kans op functionele habitatversnippering (Benítez-López *et al.* 2010). De precieze oorzaak van afgenomen vogeldichtheden rondom hoogspanningsverbindingen is vaak lastig te duiden, maar vermoedelijk spelen zowel directe sterfte als vermijding door verstoring een rol (Buij *et al.* 2018). In de totaalbeoordeling is het cumulatieve effect groter dan de som der delen.



Figuur 8.2. Bestaande hoogspanningsverbindingen, bruggen, wegen, spoorlijnen en andere infrastructuur kunnen voor cumulerende effecten en extra vogelsterfte zorgen.



9. Conclusies en aanbevelingen

9.1. Algemene conclusies

Op basis van de soortbesprekingen in hoofdstuk 7 kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken over de verwachte effecten van de geplande hoogspanningsverbinding op de vogelpopulaties in het Naardermeer:

- Alle onderzochte vogelsoorten van het Naardermeer hebben een verhoogde kans op aanvaringen met het geplande tracé door hun vliegtijden, relatief hoge vleugelbelasting en/of beperkte wendbaarheid tijdens het vliegen.
- Het verwachte aantal slachtoffers varieert sterk tussen vogelsoorten. Voor zeven soorten ligt de 1%-mortaliteitsnorm tussen de 0 en 1 individu per jaar. Dat houdt in dat zelfs één slachtoffer per jaar al kan leiden tot negatieve effecten op de lokale populatie. In zulke situaties kunnen mitigerende maatregelen mogelijk onvoldoende zijn om overschrijding van de norm én aantasting van de populatie te voorkomen.
- Draadmarkeringen zijn bijvoorbeeld een effectieve maatregel om het aantal slachtoffers te reduceren. De effectiviteit verschilt echter per vogelsoort en per type draadmarkering. Alleen bij gerichte toepassing kunnen negatieve populatie-effecten zo veel mogelijk worden beperkt.
- Zonder mitigerende maatregelen zal de verwachte additionele sterfte voor **alle onderzochte soorten** de 1%-mortaliteitsnorm (van de Naardermeerpopulatie) waarschijnlijk overschrijden.
- Met mitigerende maatregelen zal de 1%-mortaliteitsnorm (van de Naardermeerpopulatie) waarschijnlijk nog worden overschreden voor **vijf soorten**, namelijk voor kolganzen, grauwe ganzen, kieviten, smienten en wilde eenden.
- Cumulerende effecten die voor meer sterfte zorgen zijn waarschijnlijk. Rondom het Naardermeer bevinden zich al meerdere infrastructuurelementen, zoals een spoorlijn, snelwegen, provinciale wegen en hoogspanningsmasten, die reeds bijdragen aan verhoogde vogelsterfte.
- Ook additionele sterfte onder de 1%-mortaliteitsnorm kan leiden tot een versnelde populatieafname. Dit geldt vooral voor soorten met een korte levensduur en hoge natuurlijke sterfte, langlevende soorten met een lage reproductie, bedreigde populaties en populaties die blootstaan aan cumulerende effecten (Schippers *et al.* 2020).



9.2. Conclusies Natura 2000-soorten Naardermeer

Zonder mitigatie

Voor purperreigers, aalscholvers, kolganzen en grauwe ganzen in het Naardermeer gelden Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen. Zonder mitigatie kan de geplande hoogspanningsverbinding mogelijk negatieve effecten op de lokale populaties van **alle doelsoorten** (tabel 9.1). De staat van instandhouding is voor purperreiger, kolgans en grauwe gans momenteel gunstig. Voor deze soorten is enige achteruitgang juridisch nog toelaatbaar, voordat het doel in gevaar komt. Voor aalscholvers is de staat van instandhouding echter ongunstig, en zijn de risico's op verslechtering van de doelstelling groter.

Tabel 9.1. Samenvatting van de beoordelingen van Natura 2000-soorten van het Naardermeer zonder de toepassing van mitigerende maatregelen.

Soort	Informatie over slachtoffers	Risico op aanvaringen	Risicovolle vliegroutes Naardermeer	Potentiële slachtoffers Naardermeer per jaar	1%-norm overschrijding zonder mitigatie	IHD	Oordeel
Purperreiger	vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in broedseizoen	één tot twee	waarschijnlijk	gunstig	risico op populatie-effect
Aalscholver	niet vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in broedseizoen	enkele tot tientallen	waarschijnlijk	ongunstig	risico op populatie-effect
Kolgans	redelijk vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	tientallen	waarschijnlijk	gunstig	risico op populatie-effect
Grauwe Gans	vaak slachtoffer	hoog	beperkt in broedseizoen, dagelijks in winter	enkele tot tientallen	waarschijnlijk	mogelijk gunstig	risico op populatie-effect

Met mitigatie

Mitigerende maatregelen zoals draadmarkeringen kunnen het aantal verwachte slachtoffers van alle doelsoorten voldoende reduceren, zodat de 1%-mortaliteitsnorm waarschijnlijk niet meer wordt overschreden en er mogelijk geen negatieve effecten op populaties meer optreden (tabel 9.2). Toch blijft er onzekerheid over de effecten van extra sterfte op populaties. Het is niet uit te sluiten dat minder



slachtoffers dan de 1%-norm toch tot een versnelde populatiedaling kunnen leiden (Schippers *et al.* 2020). Dit is vooral het geval voor soorten met een dalende trend door ongunstige reproductie of te hoge mortaliteit.

Tabel 9.2. Samenvatting van de beoordelingen van Natura 2000-soorten van het Naardermeer met toepassing van mitigerende maatregelen.

Soort	Informatie over slachtoffers	Risico op aanvaringen	Risicovolle vliegroutes Naardermeer	Potentiële slachtoffers Naardermeer	1%-norm overschrijding met mitigatie	IHD	Oordeel
Purperreiger	vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in broedseizoen	minstens 1 per jaar	onwaarschijnlijk	gunstig	mogelijk geen risico meer op populatie-effect
Aalscholver	niet vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in broedseizoen	beperkt	onwaarschijnlijk	ongunstig	mogelijk geen risico meer op populatie-effect
Kolgans	redelijk vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	enkele tot tientallen	onwaarschijnlijk	gunstig	mogelijk geen risico meer op populatie effect
Grauwe Gans	vaak slachtoffer	hoog	beperkt in broedseizoen, dagelijks in winter	enkele	mogelijk onwaarschijnlijk	mogelijk gunstig	mogelijk geen risico meer op populatie-effect

9.3. Conclusies Natura 2000-soorten naburige gebieden

Kuifeenden en tafeleenden hebben instandhoudingsdoelen in de Natura 2000-gebieden IJmeer-Markermeer en Eemmeer-Gooimeer. Mogelijk pendelen deze soorten in grote aantallen van vele duizenden heen en weer tussen het Naardermeer, Gooimeer en IJmeer. Als dat daadwerkelijk zo is, kan de geplande verbinding leiden tot significant negatieve effecten voor deze Natura 2000-gebieden (tabel 9.3). De kuifeend heeft in beide Natura 2000-gebieden een populatieomvang die lager is dan het doel, en voor de tafeleend is dit het geval in het Gooimeer.



Tabel 9.3. Samenvatting van de beoordelingen van kuifeend en tafeleend die doelstellingen hebben voor Natura 2000-gebieden IJmeer-Markermeer en Eemmeer-Gooimeer Zuidoever.

Soort	Informatie over slachtoffers	Risico op aanvaringen	Risicovolle vliegroutes Naardermeer	Potentiële slachtoffers Naardermeer	1%-norm overschrijding	IHD	Oordeel
Kuifeend	eenden vaak slachtoffer	hoog	mogelijk dagelijks in september t/m december	zou relevant kunnen zijn	mogelijk	IHD ongunstig voor IJmeer en Gooimeer	Nader onderzoek naar pendelbewegingen
Tafeleend	eenden vaak slachtoffer	hoog	mogelijk dagelijks in september t/m december	zou relevant kunnen zijn	mogelijk	IHD ongunstig voor Gooimeer	Nader onderzoek naar pendelbewegingen

9.4. Conclusies Naardermeer soorten zonder doelstellingen

Zonder mitigatie

De geplande hoogspanningsverbinding kan ook negatieve effecten veroorzaken op de lokale populaties van soorten zonder Natura 2000-doelstellingen, zoals brandganzen, grote zilverreigers, kieviten, knobbelzwanen, krakeenden, lepelaars, smienten en wilde eenden (tabel 9.4).

Tabel 9.4. Samenvatting van de beoordelingen van Naardermeer soorten zonder Natura 2000-doelstelling zonder de toepassing van mitigerende maatregelen.

Soort	Informatie over slachtoffers	Risico op aanvaringen	Risicovolle vliegroutes Naardermeer	Potentiële slachtoffers Naardermeer zonder mitigatie	1%-norm overschrijding zonder mitigatie	IHD	Oordeel
Bergeend	niet vaak slachtoffer	hoog	eenmalig in lage aantallen tijdens trek	waarschijnlijk minder dan één	onwaarschijnlijk	n.v.t.	weinig risico op populatie-effect



			naar ruiplaatsen Waddenzee				
Brandgans	niet vaak slachtoffer	hoog	beperkt in broedseizoen, dagelijks vanaf oktober	enkele	waarschijnlijk	n.v.t.	klein risico op populatie-effect
Grote Zilverreiger	niet vaak slachtoffer	hoog	dagelijks jaarrond	enkele	waarschijnlijk	n.v.t.	Nader onderzoek naar effecten op populaties landelijk
Kievit	zeer vaak slachtoffer	zeer hoog	dagelijks vanaf juli en nazomer	tientallen	zeer waarschijnlijk	n.v.t.	risico op populatie-effect
Knobbelzwaan	vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	hooguit enkele	waarschijnlijk	n.v.t.	risico op populatie-effect
Krakeend	niet vaak slachtoffer	hoog	geregeld in baltsperiode en incidenteel in winter	enkele	waarschijnlijk	IHD voor Ijmeer- Gooimeer en Oostelijke Vechtplassen	klein risico op populatie-effect
Lepelaar	vaak slachtoffer	hoog	incidenteel dispersie, staging	meer dan 1 per jaar	niet voor Naardermeer	n.v.t.	Nader onderzoek naar effecten op populaties landelijk
Smient	zeer vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	tientallen	zeer waarschijnlijk	IHD voor Ijmeer, Gooimeer en Oostelijke Vechtplassen	risico op populatie-effect
Wilde Eend	zeer vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	enkele tot tientallen	waarschijnlijk	n.v.t.	risico op populatie-effect

Met mitigatie

Voor brandganzen, knobbelzwanen en krakeenden lijken mitigerende maatregelen waarschijnlijk voldoende effectief om de 1%-mortaliteitsnorm niet te overschrijden en negatieve effecten op lokale populaties te voorkomen (tabel 9.5). Voor kievit, smient en wilde eenden lijkt draadmarkering niet voldoende effectief (tabel 9.5).



Tabel 9.5. Samenvatting van de beoordelingen van Naardermeer soorten zonder Natura 2000-doelstelling met de toepassing van mitigerende maatregelen.

Soort	Informatie over slachtoffers	Risico op aanvaringen	Risicovolle vliegroutes Naardermeer	Potentiële slachtoffers Naardermeer met mitigatie	1%-norm overschrijding met mitigatie	IHD	Oordeel
Bergeend	niet vaak slachtoffer	hoog	eenmalig in lage aantallen tijdens trek naar ruiplaatsen Waddenzee	waarschijnlijk nul	onwaarschijnlijk	n.v.t.	weinig risico op populatie-effect
Brandgans	niet vaak slachtoffer	hoog	beperkt in broedseizoen, dagelijks vanaf oktober	geen tot enkele	onwaarschijnlijk	n.v.t.	mogelijk geen risico meer op populatie-effect
Grote Zilverreiger	niet vaak slachtoffer	hoog	dagelijks jaarrond	enkele	mogelijk onwaarschijnlijk	n.v.t.	nader onderzoek naar effecten op populaties landelijk
Kievit	zeer vaak slachtoffer	hoog	dagelijks vanaf juli en nazomer	enkele tot tientallen	waarschijnlijk	n.v.t.	risico op populatie-effect
Knobbelzwaan	vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	waarschijnlijk minder dan één	onwaarschijnlijk	n.v.t.	mogelijk geen risico meer op populatie-effect
Krakeend	niet vaak slachtoffer	hoog	geregeld in baltsperiode en incidenteel in winter	waarschijnlijk minder dan één	onwaarschijnlijk	IHD voor IJmeer- Gooimeer en Oostelijke Vechtplassen	mogelijk geen risico meer op populatie-effect
Lepelaar	vaak slachtoffer	hoog	incidenteel dispersie, staging	meer dan 1 per jaar	niet voor Naardermeer	n.v.t.	nader onderzoek naar effecten op populaties landelijk
Smient	vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	enkele tot tientallen	waarschijnlijk	IHD voor IJmeer,	risico op populatie-effect



						Gooimeer en Oostelijke Vechtplassen	
Wilde Eend	zeer vaak slachtoffer	hoog	dagelijks in winter	enkele	waarschijnlijk	n.v.t.	risico op populatie-effect

9.5. Aanbevelingen geplande hoogspanningsverbinding

- We adviseren om de geplande hoogspanningsverbinding ondergronds aan te leggen om het risico op aanvaringen met vogels volledig uit te sluiten.
- Indien een bovengrondse aanleg toch wordt gerealiseerd, raden we sterk aan om mitigerende maatregelen toe te passen zoals draadmarkeringen. Vogelflappen, grote gekleurde spiralen of firefly diverters blijken effectief in het reduceren van draadslachtoffers met 40-95%. Bij gerichte toepassing kan het aantal verwachte slachtoffers onder de 1%-norm blijven.
- We raden aan om ook mitigerende maatregelen toe te passen op de bestaande 380 kV-verbinding ten noorden en de 150 kV-verbinding ten zuidwesten van het Naardermeer. Dit kan de cumulatieve sterfte beperken, met name voor purperreigers, knobbelzwanen en wilde eenden.

9.6. Aanbevelingen nader onderzoek

- We adviseren om uit te zoeken of kuifeenden en tafeleenden in het donker pendelen van het Naardermeer naar voedselgebieden in het noorden. Als dat zo is, kan de geplande hoogspanningsverbinding negatieve effecten hebben op populaties waarvoor instandhoudingsdoelen gelden in het IJmeer-Markermeer en Eemmeer-Gooimeer.
- We adviseren om nader onderzoek te doen naar de impact van de geplande hoogspanningsverbinding op de sterfte onder lepelaars en grote zilvereigers uit naburige (Natura 2000) kolonies en in hoeverre deze extra sterfte bijdraagt aan de landelijke mortaliteit door aanvaringen met hoogspanningsdraden.
- We adviseren om de vogelpopulaties van het Naardermeer nauwkeurig te monitoren en uitvliegroutes regelmatig in kaart te brengen. Op basis daarvan kunnen betere inschattingen worden gemaakt van de mogelijke effecten van hoogspanningsverbindingen op deze populaties.



10. Literatuur

- Abma, J. F. & Prop, D. 2020. Broedvogels van het Naardermeer in 2020. Sovon-rapport 2020/68. Sovon vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- Aerts, A. & Hoogenstein, L. 2022. Samen werken aan een robuust Naardermeer. *Tussen Duin & Dijk*, 21(2), 8-11.
- Baars., R. 2022. Zilverreigers in het Spookgat. *Tussen Duin & Dijk*, 21(2), 42-43.
- Barrientos, R., Alonson, J. C., Ponce, C. & Palacín, C. 2011. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology*, 25: 893-903.
- Barrientos, R., Ponce, C., Palacín, C., Martín, C. A., Martín, B., & Alonso, J. C. 2012. Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines: a BACI designed study. *PLoS One*, 7(3).
- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. *Biological conservation*, 143(6), 1307-1316.
- Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J. F., Marques, A. T., Martins, R. C. & Moreira, F. 2018. Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation*, 222, 1-13.
- Bernardino, J., Martins, R. C., Bispo, R. & Moreira, F. 2019. Re-assessing the effectiveness of wire-marking to mitigate bird collisions with power lines: A meta-analysis and guidelines for field studies. *Journal of Environmental Management*, 252, 109651.
- Bevanger, K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis*, 136(4), 412-425.
- De Boer, H. 1973. De voedselbiologie van de Aalscholver. *De Korhaan*, 7(2), 20-22.
- Boudewijn, T. J. 1989. De tafeleend *Aythya ferina* als zaadeter in de Grevelingen. *Limosa*, 62(4), 169-176.
- Boudewijn, T. J. & Dirksen, S. 1994. Ecologisch onderzoek voor schattingen van ecotoxicologische overwinterende watervogels van de Maas en Maasplassen. EHM 14.
- Brown, W. M. & Drewien, R. C. 1995. Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Society Bulletin*, 23, 217-227.
- Buij, R., Jongbloed, R., Geelhoed, S., van der Jeugd, H., Klop, E., Lagerveld, S. & Schotman, A. 2018. Kwetsbare soorten voor energie-infrastructuur in Nederland: overzicht van effecten van hernieuwbare energie-infrastructuur en hoogspanningslijnen op de kwetsbare soorten vogels, vleermuizen,



- zeezoogdieren en vissen, en oplossingsrichtingen voor een natuurinclusieve energietransitie. Rapport 2883, Wageningen Environmental Research.
- Cavé, A. J. 1983. Purple Heron survival and drought in tropical West-Africa. *Ardea* 73, 129-138.
- Denneman, W. D. & de Vries, P. H. J. 1985. Guanotrofie door aalscholvers in het Naardermeer. *De Levende Natuur*, 86(6), 219-222.
- Derouaux, A., Everaert, J., Brackx, N., Driessens, G., Martin Gil, A., & Paquet, J. Y. 2012. Reducing bird mortality caused by a high-and very-high-voltage power lines in Belgium. Final report, Elia and Aves-Natagora.
- Van Eerden, M. R. 1997. Aalscholvers rond IJsselmeer bedreigen de visstand niet. *De Korhaan*, 31(5), 161-168.
- Van Eerden, M. R. 1998. Patchwork: patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directie IJsselmeergebied (RWS, RDIJ).
- Faanes, C. A. 1987. Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats, United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Fish and Wildlife Technical Report 7.
- Fijn, R. C., De Jong, J. W., Adema, J., Van Horssen, P. W., Poot, M. J., Van Rijn, S. & Boudewijn, T. J. 2022. GPS-tracking of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* reveals sex-specific differences in foraging behaviour. *Ardea*, 109(3), 491-505.
- Frost, D. 2008. The use of 'flight diverters' reduces mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. *Conservation Evidence*, 5, 83.
- Gális, M., & Ševčík, M. 2019. Monitoring of effectiveness of bird flight diverters in preventing bird mortality from powerline collisions in Slovakia. *Slovak Raptor Journal*, 13(1), 45-59.
- Greven, H. C. 1973. Een onderzoek naar slachtoffers van hoogspanningsleidingen in de nieuwe Keverdijkse Polder, omgeving van het Naardermeer. Verslag over een 9-maands onderwerp Toegepaste Oecologie voor het doctoraalexamen biologie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht.
- Haack, C.T. 1997. Kollisionen von Bläßgänsen (*Anser albifrons*) mit einer Hochspannungsfreileitung bei Rees (Unterer Niederrhein), NordrheinWestfalen. *Vogel und Umwelt*, 9, 295-299.
- Hartman, J. C., Gyimesi, A. B. E. L., & Prinsen, H. A. 2010. Zijn vogelflappen effectief als draadmarkering in een hoogspanningslijn. Veldonderzoek naar draadslachtoffers en vliegbewegingen bij een gemarkeerde 150 kV hoogspanningslijn, Rapport 10-082, Bureau Waardenburg, Culemborg



- Hartog, A. 1974. Inventarisatie Naardermeer 1973. *Mededelingenblad Vogelwerkgroep Amsterdam*, 12(2), 14-15.
- Den Held, J. J. 1981. Population changes in the Purple Heron in relation to drought in the wintering areas. *Ardea* 69, 185-191.
- Heijnis, R. 1974. De aanleg van een tweede hoogspanningsleiding in de Zaanstreek beïnvloedt de vogelstand ongunstig. *Het Vogeljaar*, 22(1), 555-559.
- Heunks, C., Beuker, D., Brandjes, J., Jonkvorst, R. J., & Van der Winden, J. 2014. Broedvogels in het Naardermeer in 2014. Rapport 14-191. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Hoogenstein, L. 2022. Lepelaar, aalscholver en purperreiger, iconsoorten van het Naardermeer. *Tussen Duin & Dijk*, 21(2), 16-18.
- Janss, G. F. E. & Ferrer, M. 1998. Rate of bird collision with power lines: effects of conductor marking and static wire-marking. Tasa de choques por parte de aves con líneas del tendido eléctrico: efecto de marcadores de conducción y marcadores de Estática. *Journal of Field Ornithology*, 69, 8-17.
- Jenkins, A. R., Smallie, J. J., & Diamond, M. 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International*, 20(3), 263-278.
- Johnson, W. P., Schmidt, P. M., & Taylor, D. P. 2014. Foraging flight distances of wintering ducks and geese: a review. *Avian Conservation and Ecology*, 9(2), 2.
- Kabouche, B., Bayeul, J., Zimmermann, L. & Bayle, P. 2006. La mortalité des oiseaux sur le réseau électrique aérien: enjeux et perspectives en Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rapport DIREN PACA - LPO PACA.
- Klop, E. 2020. Monitoring draadslachtoffers tijdelijke tracé Eemshaven 2018-2019. A&W-rapport 3258. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Van der Kooij, H. 1976. De rode reiger in het Groene Hart van Holland. Scriptie Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Koops, F. B. J. 1980. Vermindering van draadslachtoffers door markering van een hoogspanningslijn in de omgeving van Klimmen. KEMA Rapport, projectnummer 1282, Arnhem.
- Kuypers, H. E. & Cornelissen, P. 2025. Jaarrapportage Oostvaardersplassen 2024. Staatsbosbeheer. Rapport 2025-01-17.
- Lok, T., Overdijk, O., Tinbergen, J. M., & Piersma, T. 2011. The paradox of spoonbill migration: most birds travel to where survival rates are lowest. *Animal Behaviour*, 82(4), 837-844.
- Lok, T., Overdijk, O., & Piersma, T. 2015. The cost of migration: spoonbills suffer higher mortality during trans-Saharan spring migrations only. *Biology letters*, 11(1), 20140944



- Lok, T., van der Geest, M., De Goeij, P., Rakhimberdiev, E., & Piersma, T. 2024. Sex-specific nest attendance rhythm and foraging habitat use in a colony-breeding waterbird. *Behavioral Ecology*, 35(3).
- Marques, A. T., Moreira, F., Alcazar, R., Delgado, A., Godinho, C., Sampaio, H. & Silva, J. P. 2020. Changes in grassland management and linear infrastructures associated to the decline of an endangered bird population. *Scientific Reports*, 10(1), 15150.
- Osieck, E., R. & De Miranda, J., F. 1972. Vogelsterfte door hoogspanningsleidingen. Rapport 712C79.
- Pálsdóttir, A. E., Gill, J. A., Pálsson, S., Alves, J. A., Méndez, V., Þórisson, B. & Gunnarsson, T. G. 2022. Effects of overhead power-lines on the density of ground-nesting birds in open sub-arctic habitats. *Ibis*, 164(4), 1257-1264
- Platteeuw, M., Beekman, J., Boudewijn, T., & Martijn, E. 1992. Aalscholvers *Phalacrocorax carbo* in het Ketelmeer buiten de broedtijd: aantallen. Prooikeuze en voedselaanbod. *Limosa*, 65(3), 93-102.
- Pigniczki, C., Zsolt, B. N., Gábor, B., Csaba, B., Tamás, N., József, P. & Róbert, E. 2019. Preliminary results on bird collision with overhead power lines in Hungary: a case study around Pusztaszer Landscape Protection Area. *Ornis Hungarica*, 27(1), 221-238.
- Prinsen, H. A. M., Boere, G. C., Pires, N. & Smallie, J. J. 2011. Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region. CMS Technical series, AWEA Technical series, Bonn, Germany.
- Prinsen, H. A. M., Smallie, J. J., Boere, G. C. & Pires, N. 2012. Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. AEWA Conservation Guidelines 14, CMS Technical Series 29, AEWA Technical Series 50, CMS Raptors MOU Technical Series 3, Bonn, Germany.
- Provincie Noord-Holland 2020. Natura 2000-beheerplan Naardermeer 2020-2026. Directie Beleid, Sector Groen.
- Rasmussen, P. J. 2001. Problem resolutions for avian interactions at two NSP facilities. In Proc. Avian Inter- actions with Utility and Communication Structures Workshop. EPRI Technical Report 1006907, Charleston.
- Rayner, J. M. 1988. Form and function in avian flight. *Current Ornithology*, 1-66.
- Van Rijn, S. H. M., & Van Eerden, M. R. 2002. Aalscholvers in het IJsselmeergebied: concurrent of graadmeter. RIZA rapport 2001.058.
- Van Rijnsbergen, J., Van de Ven, J., Van den Broek, T. 2021. Inrichtingsplan Schil Naardermeer. Provincie Noord-Holland, Haarlem.



- Savereno, A. J., Savereno, L. A., Boettcher, R. & Haig, S. M. 1996. Avian behavior and mortality at power lines in coastal South Carolina. *Wildlife Society Bulletin*, 24, 636-648.
- Schippers, P., Buij, R., Schotman, A., Verboom, J., Van der Jeugd, H., & Jongejans, E. 2020. Mortality limits used in wind energy impact assessment underestimate impacts of wind farms on bird populations. *Ecology and Evolution*, 10(13), 6274-6287.
- Schut, P. 1994. Lepelaar blijft Naardermeer als broedgebied vermijden. *De Korhaan*, 28(4), 100-102.
- Shaw, J. M., Reid, T. A., Gibbons, B. K., Pretorius, M., Jenkins, A. R., Visagie, R., & Ryan, P. G. 2021. A large-scale experiment demonstrates that line marking reduces power line collision mortality for large terrestrial birds, but not bustards, in the Karoo, South Africa. *The Condor*, 123(1).
- Slob, G. J. 1972. Draadslachtofferonderzoek vondst van dode kolganzen onder 150 KV leiding Goes-Ellewoutsdijk bij "De Poel" gem. Borsele, Zuid-Beveland. *Het Vogeljaar*, 20(4), 154-156.
- Van Tooren, B. F., Bouman, A., Spruyt, T. J. M. & de Wijs, W. J. R. 1994. Het Naardermeer op weg naar het jaar 2000. *De Levende Natuur*, 95(3), 75-80.
- Verbelen, D., Bovens, W., Dwyer, J. F., & Swinnen, K. 2024. Wire marking reduces bird collisions with a transmission powerline in western Belgium. *Bird Conservation International*, 34, e25.
- Vickery, J., & Gill, J. 1999. Managing grassland for wild geese in Britain: a review. *Biological Conservation*, 89(1), 93-106.
- Włodarczyk, R., Szafara, D., Kaczmarek, K., Janiszewski, T. & Minias, P. 2020. Migratory behaviour and survival of Great Egrets after range expansion in Central Europe. *PeerJ*, 8, e9002.
- Van der Winden, J. & Van Horssen, P. 2001. Voedselgebieden van de purperreiger in Nederland. Rapport 01-011. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Winden, J. & Van Horssen, P. 2010. Het leefgebied van purperreigers in de Oostelijke Vechtplassen en het Naardermeer. Rapport 09-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Winden, J., Poot, M. J. M. & Van Horssen, P. 2010. Nieuwe kennis voor de bescherming van de flyway van Nederlandse purperreigers. Evaluatie van de studie met satellietzenders naar foerageergebieden en pleisterplaatsen in Europa en Afrika. Rapport 10-058. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Winden, J., Van Horssen, P., Poot, M. J., & Gyimesi, A. 2012. Pre-migratory behaviour of the Purple Heron in the Netherlands. *Ardeola*, 59(1), 3-15



Projectteam ACT TWB. 2025. Nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen – Ens. Plan-MER. Deelrapport thema Natuur. Eindconceptversie. TenneT TSO B.V.

Zwarts, L., Bijlsma, R. G., Van der Kamp, J. & Wymenga, E. 2009. Living on the edge. Wetlands and birds in a changing Sahel. KNNV uitgeverij, Zeist.



Dantelaan 115
3533 VC Utrecht
jvdwinden@hetnet.nl