

# Inrichting en beheer van broedhabitat voor kustbroedvogels in Nederland



## Colofon

©2023 IPO, Vereniging het Interprovinciaal Overleg, BIJ12, uitvoeringsorganisatie van de gezamenlijke provincies, Utrecht.

Rapport- en projectnummer OBN-2020-116-DK  
Driebergen, september 2023

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12 en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Deze uitgave is online gepubliceerd op [www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl)

### Auteursrecht

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Foto voorzijde	Noordse sterns
Fotograaf	Bas van den Boogaard, Waardenburg Ecology

### Wijze van citeren

Van den Boogaard B., S.K. Jeninga, T.J. Boudewijn, Y.H.T.H. van der Horst, A. Potiek, H. Madden, R. van Bemmelen, F.A. Arts en R.C. Fijn 2023. Inrichting en beheer van broedhabitat voor kustbroedvogels in Nederland. Rapport nummer OBN-2020-116-DK, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.

### Samenstelling

Bas van den Boogaard	Waardenburg Ecology
Lizanne Jeninga	Waardenburg Ecology
Theo Boudewijn	Waardenburg Ecology
Youri van der Horst	Waardenburg Ecology
Astrid Potiek	Waardenburg Ecology
Hannah Madden	Waardenburg Ecology
Rob van Bemmelen	Waardenburg Ecology
Floor Arts	Delta Milieu Projecten
Ruben Fijn	Waardenburg Ecology

### Productie

Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)  
Adres Princenhof Park 7, 3972 NG Driebergen  
Telefoon 0343 – 745 250  
E-mail [obn@vbne.nl](mailto:obn@vbne.nl)

## Voorwoord

Behoud maar zeker ook het herstel van biodiversiteit behoort tot de kerndoelen van de overheid. Om dit doel te realiseren ontwikkelt en verspreidt het OBN Kennisnetwerk daarvoor toepasbare kennis over herstelmaatregelen voor Natura 2000, de aanpak van stikstof, de leefgebiedenbenadering, de ontwikkeling van nieuwe natuur én het cultuurlandschap.

De aanleg van de Deltawerken, de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee hebben op grote schaal effect gehad op de dynamiek in de estuaria. In de afgelopen eeuw zijn daardoor veel natuurlijke broedgebieden van kustbroedvogels verdwenen of ongeschikt geworden. Om populaties van kustbroedvogels te behouden en te versterken worden al vele decennia nieuwe broedgebieden aangelegd, dan wel bestaande gebieden opnieuw geschikt gemaakt. Dit rapport geeft u een overzicht van de geslaagde en minder geslaagde experimenten.

Ook geeft het inzicht in de belangrijkste factoren waar beheerders en beleidsmakers rekening mee moeten houden bij het inrichten van nieuwe broedgebieden. Afhankelijk van de soort is een set aan factoren meer of minder belangrijk: de onderzoekers gaan in op locatie, omvang en vorm van gebieden, substraattypen van broedlocaties (zand, klei, schelpen etc.), de dynamiek van het waterpeil, watertype (zout, brak, zoet), vegetatiesuccessie, voedsel, predatie en verstoring door predatoren, invloed van menselijke activiteiten, weersomstandigheden, interacties met andere vogelsoorten en tot slot vervuilende stoffen in het milieu.

Kortom, het rapport geeft ons een heel goed beeld aan welke knoppen we zouden kunnen draaien om de typische kustbroedvogels te behouden en te beschermen.

Ik wens u veel leesplezier

Teo Wams

Voorzitter van de OBN Adviescommissie

# Inhoud

<b>Samenvatting</b> .....	<b>11</b>
<b>Summary</b> .....	<b>13</b>
<b>Dankwoord</b> .....	<b>15</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>16</b>
1.1 Achtergrond en aanleiding .....	16
1.2 Doel van het onderzoek.....	17
1.3 Leeswijzer .....	18
<b>2 Aanpak en methode</b> .....	<b>19</b>
2.1 Aanpak project .....	19
2.2 Methode mondelinge informatie .....	19
2.2.1 Workshops .....	19
2.2.2 Aanvullende informatie en interviews .....	21
2.3 Methode literatuuronderzoek .....	21
2.4 Methode database analyse .....	25
2.4.1 Ontwerp en database structuur .....	25
2.4.2 Verzamelen, controleren en bewerken van gegevens .....	27
2.4.3 Selectie van gegevens .....	30
2.4.4 Statistische analyse .....	31
<b>3 Resultaten</b> .....	<b>33</b>
3.1 Abiotische karakteristieken .....	33
3.1.1 Locatie, type en omvang van broedgebieden .....	33
3.1.2 Bodemsoort en substraat van de toplaag .....	35
3.1.3 Dynamiek van het waterpeil.....	37
3.1.4 Watertype.....	38
3.2 Biotische karakteristieken .....	39
3.2.1 Vegetatie en vegetatiesuccessie.....	39
3.2.2 Voedselbeschikbaarheid .....	48
3.3 Predatie en verstoring door predatoren.....	51
3.3.1 Predatie .....	51
3.3.2 Verstoring door predatoren .....	53
3.3.3 Inrichtingsmaatregelen ter voorkoming van predatie.....	53
3.3.4 Beheermaatregelen predatie .....	58
3.3.5 Visie op de aanpak van predatie.....	66
3.4 Menselijke verstoring .....	66
3.5 Weersomstandigheden .....	72

3.6	Andere factoren.....	74
3.6.1	Competitie en kleptoparasitisme.....	74
3.6.2	Vervuilende stoffen.....	76
3.7	Uitkomsten statistische analyse .....	77
<b>4</b>	<b>Optimaliseren van kustbroedvogelgebieden.....</b>	<b>81</b>
4.1	Bestaande kustbroedvogelgebieden .....	81
4.2	Aanleg en inrichting van nieuwe kustbroedvogelgebieden .....	83
4.3	Broedsucces.....	87
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>89</b>
5.1	Conclusies.....	89
5.2	Aanbevelingen.....	96
<b>6</b>	<b>Literatuur.....</b>	<b>98</b>

## Samenvatting

In natuurlijke situaties broeden kustbroedvogels op eilanden, stranden, strandvlaktes en kwelder en schorrenzones, op plekken die niet of schaars begroeid zijn. De vogels broeden langs de randen van dynamische intergetijdengebieden, waar als gevolg van erosie en sedimentatie de vegetatiesuccessie voortdurend wordt teruggezet. Deze dynamiek heeft invloed op de broedmogelijkheden en het broedsucces, omdat geschikte broedplaatsen komen en gaan. In de afgelopen eeuw zijn veel natuurlijke broedgebieden van kustbroedvogels verdwenen of ongeschikt geworden. De aanleg van de Deltawerken, de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee hebben op grote schaal effect gehad op de dynamiek in de estuaria. Om populaties van kustbroedvogels te behouden en versterken worden al vele decennia nieuwe broedgebieden aangelegd, dan wel bestaande gebieden opnieuw geschikt gemaakt. Er is behoefte aan een actueel overzicht van welke inrichtings- en beheermaatregelen werken en welke niet. Dit rapport geeft een integraal overzicht van de hedendaagse kennis over het inrichten en beheren van gebieden ten behoeve van kustbroedvogels.

De doelstelling van dit project is een overzicht te geven van succesvolle maatregelen bij de aanleg, (her)inrichting of beheer van broedgebieden voor kustbroedvogels, en deze te differentiëren in de eigenschappen van die broedgebieden. Dit project richt zich primair op Noordse stern, Visdief, Grote stern, Dwergstern, Kluut, Strandplevier en Bontbekplevier.

In deze studie is gebruik gemaakt van drie informatiebronnen: een uitgebreide literatuurstudie, allerlei mondelinge en schriftelijke informatie van terreinbeheerders/onderzoekers en een statistische analyse. In de literatuurstudie zijn vele honderden artikelen en rapporten doorgenomen en is relevante informatie geselecteerd voor dit project. Contacten met terreinbeheerders/onderzoekers gaven allerlei inzichten in de dagelijkse beheerpraktijk en de effecten van de inrichting en het beheer van hun gebieden. Met behulp van een omvangrijke database hebben we tot slot geanalyseerd of er causale (en statistisch significante) verbanden zijn tussen kustbroedvogels en kenmerken van hun leefgebieden, het beheer ervan en de aanwezigheid van predatoren.

Resultaten en conclusies in dit rapport richten zich hoofdzakelijk op de inrichting en het beheer van gebieden, ten behoeve van kustbroedvogels. Logischerwijs moeten inrichting- en beheersmaatregelen effectief zijn, maar bij voorkeur óók zo duurzaam mogelijk. Wij vertalen de combinatie van effectief en duurzaam in onderstaande hiërarchische benadering:

- 1) Het heeft de voorkeur om kustbroedvogelgebieden te behouden en beheren door het handhaven of herstellen van natuurlijke dynamiek. Dit betekent een dagelijks wisselende waterstand als gevolg van getijde en de directe invloed van zout of brak water. De combinatie van wisselende waterstanden met zout of brak water heeft de grootste remmende werking op vegetatiesuccessie waardoor het areaal geschikt broedhabitat duurzaam behouden blijft. Door een trage successie van vegetatie, is ook de kans op vestiging van grondpredatoren relatief klein.

- 2) In binnendijkse gebieden waar natuurlijke (en vrij toegankelijke) dynamiek niet mogelijk is, heeft het de voorkeur om de broedhabitat te optimaliseren door gerichte manipulaties van het waterpeil. Remming van vegetatiesuccessie is hier de sleutelfactor, en dat is het meest effectief met zout of brak water. Het periodiek inlaten van water en/of toestaan van kwelstromen met zout of brakwater kan middels civieltechnische ingrepen. Het manipuleren van het waterpeil kent twee belangrijke aandachtspunten: a) voor aanvang van het broedseizoen tijdig verlagen van het waterpeil, zodat kale grond beschikbaar komt om te nestelen en b) met name voor kluut voorkomen dat het areaal zacht slib gedurende het broedseizoen afneemt.
- 3) De remmende werking van zoet water is minder sterk dan die van zout water. Desondanks is in gebieden met uitsluitend zoet water, de inzet van flexibel peilbeheer te prefereren boven alleen maaien/kappen/branden etc. om de vegetatiesuccessie te remmen.
- 4) Verwijderen van de toplaag en opnieuw aanbrengen van voedselarm zand, eventueel in combinatie met schelpenlagen, is eveneens een relatief duurzame manier om pionier situaties terug te krijgen. Zand uit de Noordzee of uit diepere Pleistocene lagen heeft de voorkeur (door aanwezige zouten en/of zeer voedselarme samenstelling), waardoor de vegetatiesuccessie traag verloopt.
- 5) Tot slot zijn er allerlei aanvullende maatregelen beschreven waarmee kustbroedvogels kunnen worden geholpen: maaien en afvoeren, inzet van vee, bestrijding van (grond)predatoren en/of meeuwen, plaatsen van elektrische hekken rondom kolonies (preventie tegen grondpredatoren), inzet van broedpontons etc. Het is aan te bevelen eerst te proberen de punten 1 t/m 4 te realiseren, alvorens wordt overgegaan tot inzet van aanvullende maatregelen.
- 6) De hier beschreven getrapte benadering geldt zowel voor *bestaande* kustbroedvogel gebieden, als voor de aanleg en inrichting van *nieuwe* gebieden. Bij de locatiekeuze van nieuwe gebieden, is de aanleg van eilanden in buitendijkse (zoute of brakke) wateren het meest effectief en duurzaam.

Naast de hiervoor beschreven (hiërarchische) gebiedenbenadering, benoemt het rapport voor alle separate stuurfactoren de relevant aspecten. We gaan in op *locatie, omvang en vorm* van gebieden, *substraattype* van broedlocaties (zand, klei, schelpen etc.), de *dynamiek* van het waterpeil, *watertype* (zout, brak, zoet), *vegetatiesuccessie*, *voedsel*, predatie en verstoring door *predatoren*, invloed van *menselijke activiteiten*, *weersomstandigheden*, interacties met *andere vogelsoorten* en tot slot *vervuilende stoffen* in het milieu. In aanvulling op de resultaten in het hoofdrapport, zijn in de bijlage soort specifieke aandachtspunten opgenomen. Het rapport sluit af met een reeks aanbevelingen, variërend van aanvullend onderzoek tot adviezen over nieuwe financieringsmogelijkheden voor beheer van gebieden.



## Summary

Under natural conditions, coastal breeding birds breed on islands, beaches, shores and salt marshes. Nests are located on open or sparsely vegetated ground. Birds tend to breed along the edges of highly dynamic intertidal areas, with slow plant succession due to erosion and sedimentation and the occasional setback in the succession process. These dynamic conditions influence breeding opportunities and breeding success. In the last century, there has been a strong decrease in natural and highly dynamic coastal breeding areas. The construction of the Dutch delta works (Deltawerken) and the separation of the Zuiderzee and Lauwerszee from the North Sea, have had large-scale negative effects on dynamic processes. In recent decades, new breeding areas have been created, or existing areas have been optimized to protect coastal breeding bird populations. There is a need for an update on the effectiveness of different measures to protect and support coastal breeding bird populations. This document gives an overview of that current knowledge.

The aim of the project is to give an overview of effective measures for newly created and existing areas, that protect and support coastal breeding birds. Measures are differentiated according to important characteristics of the breeding areas. This project focussed on Arctic tern, common tern, Sandwich tern, little tern, avocet, Kentish plover and ringed plover.

We used three primary sources of information: an extensive study of relevant literature, practical knowledge from site managers, and a statistical analysis based on data from numerous sites in the Netherlands. We searched hundreds of articles and reports and extracted any relevant information. Contact with site managers and researchers provided site-specific information about the effects of measures, their practical implications, and management regimes used in the Netherlands. Correlations and statistically significant relationships between breeding bird numbers and characteristics of breeding areas, management measures and the presences of predators were identified.

The results and conclusions of this report focus on practical decisions and measures to help coastal breeding bird populations in a given area. We advise giving priority to measures that are both effective and sustainable (i.e. require a low effort from site managers). The combination of effective and sustainable measures is summarized in the following hierarchical approach:

- 1) Coastal breeding bird areas should be maintained and managed using the natural intertidal dynamics along coasts. A combination of daily changes in water levels, with salt to brackish water, strongly reduce plant succession rates. Additionally, a slow rate of plant succession is preferable as ground predators need some vegetation cover to be able to permanently colonize breeding areas.
- 2) In areas without the possibility to restore or use natural dynamics (for instance, nature reserves behind dikes that cannot be linked with intertidal fluctuations), we recommend actively manipulating water levels, preferably with salt to brackish water. This can be achieved through technical engineering by creating options for a periodical in- and/or



outflow of water or allowing water seepage into the nature reserve. Two important considerations are: a) water levels need to drop before the onset of the breeding season, and b) especially for avocet, water levels should not become too low, to prevent the loss of sufficient areas of silt and mud for feeding.

- 3) Plant succession rates in areas with freshwater are higher than in areas with salt or brackish water. In areas with only freshwater, varying water levels is a better option for reducing plant succession than mowing/slashing/burning etc.
- 4) Another effective and sustainable measure is the replacement of the top layer of the ground with fresh sand, with or without added shells, to set back vegetation and (at least temporarily) reduce plant succession rates. Sands should preferably originate from the North Sea (as this is poor in nutrients and imbedded with salt) or from deeper Pleistocene layers.
- 5) This report describes numerous additional measures, supporting coastal breeding bird populations, including mowing, using live-stock, extermination of ground predators and/or gulls, using electrified fences to exclude ground predators, and the placement of artificial breeding platforms. We advise to start with the measures listed under 1 – 4 before considering all other possible measures.
- 6) This stepwise approach is applicable for existing breeding areas as well as for newly created areas. When given the choice for new areas, an offshore island in salt or brackish water is the most effective and sustainable option.

Besides our stepwise approach to prioritize measures, this report describes all relevant aspects of the separate parameters influencing breeding bird numbers and breeding success. We describe location, size and shape of breeding areas, ground characteristics (sand, clay, shells etc.), water level dynamics, water type (salt, brackish, fresh), plant succession, food resources, predation and disturbance by predators, effects of human activities, weather, interaction with other bird species and finally contaminants within the environment. In the supplement of this report, some species-specific aspects are described. We finish this report with recommendations, ranging from extra research to advice on new ways to finance measures for coastal breeding birds.

## Dankwoord

Een omvangrijk en complex onderzoek zoals beschreven in dit rapport, was niet mogelijk geweest zonder de inzet en medewerking van allerlei personen en organisaties. Speciale dank gaat uit naar beheerders van natuurgebieden, die ons via de workshops en in aanvullende gesprekken allerlei informatie hebben aangeleverd. Het gaat om een omvangrijke groep personen, met naam en toenaam opgenomen in bijlage 1 van dit rapport. Zij hebben kennis en inzicht over de effecten van inrichting en beheer in hun gebieden aangeleverd. Ook hebben ze voor ons gegevens aangeleverd, waarmee de statistische analyse zijn uitgevoerd. Dit alles vroeg om toewijding en bereidwilligheid van de terreinbeheerders om ons, naast hun reguliere werkzaamheden, van dienst te zijn. In het bijzonder danken wij terreinbeheerders van Het Groninger Landschap, It Fryske Gea, Landschap Noord-Holland, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Zeeuws Landschap en Brabants Landschap. Ook danken wij collega-onderzoekers van Sovon, Provincie Groningen, Ecosensys en Adviesbureau Sandvicensis voor het leveren van kennis en gegevens voor de analyse.

Wij danken de leden van het Deskundigenteam Duin en Kust voor de inhoudelijke en procesmatige discussies, commentaar op eerdere versies van dit rapport en het leveren van input voor aansluitende vervolproducten (OBN-brochure). Dit onderzoek is gefinancierd door Kennisnetwerk OBN.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en aanleiding

In natuurlijke situaties broeden kustbroedvogels op eilanden, stranden, strandvlaktes en kwelder en schorrenzones, op plekken die niet of schaars begroeid zijn. De vogels broeden langs de randen van dynamische intergetijdengebieden, waar als gevolg van erosie en sedimentatie de vegetatiesuccessie voortdurend wordt teruggezet. Deze dynamiek heeft invloed op de broedmogelijkheden en het broedsucces, omdat geschikte broedplaatsen komen en gaan. Dit kan een geleidelijk proces zijn als gevolg van bijvoorbeeld successie in de vegetatieontwikkeling, maar ook plotseling optreden als nesten of kuikens worden weggespoeld bij hoge waterstanden.

In de afgelopen eeuw zijn veel natuurlijke broedgebieden van kustbroedvogels verdwenen of ongeschikt geworden. De aanleg van de Deltawerken, de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee hebben op grote schaal effect hebben gehad op de dynamiek in de estuaria. Om populaties van kustbroedvogels te behouden en versterken worden al vele decennia nieuwe broedgebieden aangelegd, dan wel bestaande gebieden opnieuw geschikt gemaakt. Deze maatregelen zijn kostbaar en vaak zijn de positieve effecten relatief kortdurend. Gebieden worden gaandeweg minder geschikt door successie van vegetatie, opkomst van predatoren en toenemende recreatiedruk. Ondanks de vaak kortdurende positieve effecten van maatregelen wordt er veel tijd en geld geïnvesteerd in de inrichting en het beheer van deze (nieuwe) broedgebieden. De aanname daarbij is, dat deze maatregelen in positieve zin bijdragen aan het behoud en de bescherming van kustbroedvogelpopulaties. Populaties worden gestuurd door een complex samenspel van factoren. Allerlei abiotische gebiedskenmerken vormen de basis, aangevuld met drukfactoren zoals predatie, verstoring en voedselbeschikbaarheid. De omvang van populaties wordt bepaald door enerzijds reproductie (uitgedrukt als broedsucces), en anderzijds sterfte van vogels. Bij een stabiele populatie zijn deze twee aspecten in balans. Bij populaties die in omvang afnemen, vestigen zich wel broedparen, maar is de reproductie te laag. Het aantal broedparen is een maat voor de vestiging van vogels (territoria of nesten). Het broedsucces betreft het aantal vliegvlugge jongen per nest. Bij het nemen van maatregelen in kustbroedvogelgebieden is van belang om te sturen op de vestiging van broedparen maar óók op het behalen van een goed broedsucces.

Eerder is een Leidraad ecologische herstelmaatregelen voor kustbroedvogels opgesteld (Meininger & Graveland 2002), opgevolgd door een Beschermingsplan Duin- en Kustvogels (van der Winden *et al.* 2008b). Deze uitgaven bevatten beschrijvingen van de voor- en nadelen van allerlei typen herstelmaatregelen en praktische tips voor de aanleg, inrichting en het beheer van broedgebieden. Onderliggend rapport is een vervolg daarop. Er is behoefte aan een actueel overzicht van welke inrichtings- en beheermaatregelen werken en welke niet. Deze kennis is niet integraal beschikbaar en te raadplegen, en is verspreid aanwezig bij terreinbeheerders, onderzoeksinstituten, adviesbureaus, natuurbeschermingsorganisaties en in allerlei literatuurbronnen. Kennis over ontwerp en inrichting van gebieden is vaak (op gebiedsniveau) wel goed gedocumenteerd in de vorm

van rapporten en bestekken. Het gevoerde beheer (als daar op voorhand al rekening mee is gehouden) wordt echter beperkt gedocumenteerd.

De uitvoeringsorganisatie voor de gezamenlijke provincies (BIJ12) heeft, in samenwerking met het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN), aan Waardenburg Ecology en Deltamilieu Projecten (DMP) de opdracht gegeven om alle kennis over (succesvolle) inrichting en beheer van kustbroedvogelbiotopen te bundelen.

## 1.2 Doel van het onderzoek

De doelstelling van het onderzoek is een overzicht te geven van succesvolle maatregelen bij de aanleg, (her)inrichting of beheer van broedgebieden voor kustbroedvogels, en deze te differentiëren in de eigenschappen van die broedgebieden. Deze eigenschappen zijn onder andere de methode van aanleg, de inrichting van het plangebied, het beheer en lokale omgevingsfactoren. Met het overzicht kunnen beheerders van kustgebieden een goede en efficiënte keuze maken ten aanzien van de aanleg en een duurzaam beheer van broedbiotoop voor kustbroedvogels. Overigens impliceert de keuze om voor terreinbeheerders praktisch uitvoerbare richtlijnen op te stellen, dat deze ook bruikbaar zijn voor beleidsmakers, natuurbeschermers en onderzoekers.

Het begrip “kustbroedvogels” kan veel vogelsoorten omvatten. Dit onderzoek richt zich op vogelsoorten die voor hun reproductie sterk afhankelijk zijn van pionierhabitats. Het zijn tevens vogelsoorten waarvan de populaties in Nederland onder druk staan, waardoor maatregelen gewenst zijn. In afstemming met de begeleidingscommissie wordt in dit onderzoek met het begrip “kustbroedvogels” de volgende soorten verstaan:

- Dwergstern
- Visdief
- Noordse stern
- Grote stern
- Kluut
- Bontbekplevier
- Strandplevier

Veel is al bekend over kustbroedvogels, maar deze kennis is vaak versnipperd aanwezig bij terreinbeheerders, beleidsmakers, natuurbeschermers en onderzoekers. Dit project tracht deze kennis te bundelen.

### **1.3 Leeswijzer**

In dit project zijn drie informatiebronnen gebruikt: 1) bestaande kennis bij terreinbeheerders en onderzoekers, ontsloten via workshops, interviews en mailcontacten, 2) literatuur uit binnen- en buitenland en 3) een database met verschillende type gegevens. Iedere informatiebron heeft een eigen, specifieke methodische aanpak. In hoofdstuk 2 beschrijven we de gehanteerde aanpak en methoden per informatiebron.

De mondelinge informatie is geïntegreerd met de resultaten uit de literatuurstudie. Dit is besproken in hoofdstuk 3, opgedeeld naar de volgende hoofdonderwerpen: abiotische karakteristieken, biotische karakteristieken, predatoren en verstoring door predatoren, menselijke verstoring, weersomstandigheden, competitie en vervuilende stoffen. Separaat presenteren wij in dit hoofdstuk ook de resultaten van de statistische analyse.

In hoofdstuk 4 is alle kennis vertaald naar adviezen voor verschillende in Nederland veel voorkomende type gebieden. De adviezen gaan over het effectief en duurzaam optimaliseren van (bestaande of nieuwe) kustbroedvogel gebieden via het sturen op abiotische processen. Daarbij is gekozen voor een hiërarchische structuur: sturen via natuurlijke dynamiek heeft vanuit de beheerinspanning de voorkeur boven sturen middels allerlei kunstmatige ingrepen. Deze informatie wordt ook als separaat product uitgewerkt in brochure vorm, met als doel terreinbeheerders te helpen in het nemen van beslissingen. In hoofdstuk 5 zijn tot slot conclusies getrokken, en kennisleemtes en aanbevelingen opgenomen.

## 2 Aanpak en methode

### 2.1 Aanpak project

Informatie over kustbroedvogels is in Nederland (en daar buiten) ruim voorhanden, maar veelal versnipperd beschikbaar. In deze studie is gebruik gemaakt van een drietal informatiebronnen:

#### *Mondelinge informatie*

Het betreft hier veelal de kennis en ervaring van terreinbeheerders en onderzoekers over de interactie tussen kustbroedvogels en de gebieden waar ze leven (§2.2). Deze kennis en ervaring zit in de hoofden van personen en is gebaseerd op waarnemingen in de dagelijkse praktijk. Deze informatie is veelal niet gedocumenteerd, maar daarmee niet minder waardevol.

#### *Literatuur*

In artikelen en rapporten uit binnen- en buitenland is veel informatie beschikbaar over kustbroedvogels. Sommige literatuur is zeer relevant voor onderhavige studie en vrijwel direct toepasbaar. Andere literatuur is echter maar ten dele bruikbaar, waardoor wij een selectieproces hebben ontwikkeld om de bruikbare bronnen eruit te filteren (§2.3).

#### *Database analyse*

In vrijwel alle voor kustbroedvogels geschikte gebieden zijn gegevens beschikbaar over het aantal broedparen en/of het broedsucces. Van deze gebieden is ook, in meer of mindere mate, iets bekend over de kenmerken van het gebied, de eventuele aanleg ervan, de inrichting, het beheer en de aanwezigheid en invloed van predatoren en menselijke activiteiten. Deze gegevens zijn door ons verzameld, en hierop zijn selecties en bewerkingen toegepast en tot slot hebben we statistische analyses uitgevoerd (§2.4).

In de volgende paragrafen beschrijven we welke stappen we hebben doorlopen om de relevante informatie te ontsluiten en hoe deze informatie is bewerkt en geanalyseerd.

### 2.2 Methode mondelinge informatie

#### 2.2.1 Workshops

Op 12 en 13 oktober 2021 zijn twee workshops gehouden, waarin informatie is verzameld van terreinbeheerders en onderzoekers. De workshops vormden ook de opmaat naar het verzamelen van specifieke gegevens voor de statistische analyse (zie §2.4). De workshops hadden meerdere doelen: betrokken beheerders en onderzoekers informeren en enthousiasmeren over het project, concreet verzamelen van kennis en ervaringen van deelnemers, faciliteren van inhoudelijke discussies en een oproep voor het leveren van gegevens (voor zover beschikbaar).

### *Samenstellen deelnemerslijst*

Op basis van ons eigen netwerk, en in overleg met de begeleidingscommissie, is een deelnemerslijst vastgesteld. Het was van belang zo concreet mogelijke kennis en informatie te verzamelen over succesvol beheren en inrichten van kustbroedvogel-gebieden. Er is voor gekozen om personen en organisaties uit te nodigen die vooral die specifieke kennis en ervaring kunnen inbrengen. Voor kustbroedvogels zijn vooral het Wadden- en IJsselmeergebied en het Deltagebied relevant.

Voor de regio's Waddengebied en IJsselmeergebied zijn in totaal 43 personen benaderd voor de workshop en voor de regio Deltagebied in totaal 23 personen.

### *Deelnemers*

Aan de workshops hebben medewerkers van terreinbeherende organisaties deelgenomen, zoals Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Het Groninger Landschap, It Fryske Gea, Landschap Noord-Holland, Het Zeeuwsche Landschap en Brabants Landschap. Daarnaast waren ook medewerkers aanwezig van Vogelbescherming Nederland, Rijkswaterstaat, Provincie Groningen, Ecosensys, NP Oosterschelde, Stichting Kustbroedvogels en Adviesbureau Sandvicensis. In Bijlage II staan de personen vermeld die hebben deelgenomen aan de workshops.

### *Programma*

Voor beide workshops is hetzelfde programma gehanteerd:

- Introductie over de achtergronden en doelen van het project;
- Presentatie met voorlopig overzicht literatuurstudie;
- Presentatie uit de regio (zie onder);
- Discussie met behulp van stellingen;
- Uitwisseling van specifieke informatie over gebieden/projecten.

Tijdens de workshop in de regio Wadden- en IJsselmeergebied heeft Bob Jonge Poerink (Ecosensys) een presentatie gegeven over het terreingebruik van predatoren in kustvogelbroedgebieden. Het betrof hier de eerste resultaten, maar waren toch zeer inzichtelijk.

Tijdens de workshop in de Delta hield Floor Arts (DMP) een presentatie over monitoring en onderzoek aan kustbroedvogels in de Delta, met nadruk op effecten van beheer en inrichting. Deze monitoring loopt al meerdere decennia en vormt één van de langste reeksen in Nederland.

De gebruikte stellingen gingen onder meer over dilemma's zoals natuurlijke processen versus actief beheer, de rol van predatie, beschikbare kennis bij beheerders en de speelruimte van een beheerder om te kunnen handelen.



### 2.2.2 Aanvullende informatie en interviews

Gedurende het project is er veel contact geweest met terreinbeheerders en onderzoekers. Tijdens dat contact (mondeling/schriftelijk) is allerlei informatie opgehaald over gebiedskenmerken, eventuele (her)inrichting, het gevoerde beheer en de ontwikkeling van kustbroedvogelpopulaties in deze gebieden. In de contacten lag de nadruk op de interactie tussen de ontwikkeling van lokale broedvogelpopulaties en genomen maatregelen. Voor zover als mogelijk is deze informatie verwerkt in de resultaten in hoofdstuk 3 en 4.

In een aantal gevallen zijn aanvullende interviews afgenomen. De aanvullende interviews hadden tot doel om specifieke onderwerpen of specifieke soorten verder uit te diepen. Het gaat bijvoorbeeld om gesprekken met terreinbeheerders van Het Groninger Landschap en medewerkers van Deltamilieu Projecten. De interviews hebben deels op kantoor van terreinbeheerders plaatsgevonden en deels telefonisch door middel van vragenlijsten, waarbij op basis van de antwoorden nog schriftelijk aanvullende informatie is gevraagd. In verschillende sessies in 2022 zijn medewerkers van Deltamilieu Projecten geïnterviewd ten aanzien van hun kennis over het beheer van kustbroedvogels. Specifiek voor de noordse stern is afzonderlijk gesproken met Peter de Boer (Sovon). In deze gesprekken kwamen de volgende punten aan de orde:

- Inrichting broedeilanden voor kustbroedvogels;
- Inrichting van binnendijkse gebieden;
- Beheer van eilanden;
- Tips & tricks ten aanzien van vegetatiebeheer;
- Tips & tricks ten aanzien van het beheer van grondpredatoren en meeuwen;
- Maatregelen ten gunste van specifieke soorten kustbroedvogels.

## 2.3 Methode literatuuronderzoek

Een systematisch literatuuronderzoek is uitgevoerd, dat een drietal stappen omvat:

1. Het doorzoeken van databases naar potentieel relevante artikelen en rapporten;
2. Op basis van inhoud relevante artikelen en rapporten selecteren;
3. Het samenvatten van de verkregen informatie uit de artikelen en rapporten door middel van een vastgestelde datasheet.

**Stap 1: het verkrijgen van relevante artikelen en rapporten**, is uitgevoerd door het raadplegen van Web of Science, Conservation Evidence, de interne literatuurdatabase van Waardenburg Ecology (BuWa) en de beschikbare rapporten bij Deltamilieu Projecten (DMP). Dit omvat dus zowel *peer-reviewed* artikelen als grijze literatuur. In Web of Science is gebruikt gemaakt van gecombineerde zoektermen, die zowel in het Nederlands als in het Engels zijn toegepast. Voor het doorzoeken van de overige databases en informatiebronnen was deze zoekmethode niet mogelijk. De database van Conservation Evidence is doorzocht voor de geselecteerde soorten en daarnaast ook enkele verwante soorten (zie uitleg bij stap 2). De artikelen uit de zoekresultaten zijn vervolgens systematisch doorgenomen om informatie te verzamelen over de verschillende aspecten uit ons

onderzoek. De interne database van Waardenburg Ecology is doorzocht met de termen “kustbroedvogel”, “coastal breeding”, “coastally breeding” en “coastal breeder”. Daarnaast is ook op soortnamen gezocht. Ook deze artikelen en rapporten zijn systematisch doorgenomen om informatie te verzamelen over de verschillende aspecten uit ons onderzoek. De fysiek beschikbare rapporten over kustbroedvogels van Deltamilieu Projecten zijn doorgenomen, alsmede de digitaal beschikbare rapporten. Naast het raadplegen van diverse gegevensbronnen zijn relevante artikelen en rapporten ook verkregen doordat deze zijn aangeleverd door de opdrachtgever en andere betrokkenen. De manier waarop de artikelen en rapporten, verkregen via stap 1, zijn doorgenomen, is in stap 2 beschreven.

**Stap 2: het selecteren van relevante artikelen**, is uitgevoerd door allereerst de titels te scannen op relevantie. De artikelen en rapporten moeten over broedende kustbroedvogels gaan en/of over de habitat en broedresultaten. De selectie gaat in hoofdzaak over de in dit onderzoek opgenomen soorten. Informatie over soorten die niet voorkomen in Nederland maar wel verwant zijn aan de Nederlandse soorten zijn wel meegenomen. Oftewel, artikelen en rapporten over bijvoorbeeld de Amerikaanse strandplevier *Charadrius nivosus* zijn meegenomen, omdat deze nauw verwant is aan de strandplevier *Charadrius alexandrinus*. Hoewel meeuwensoorten in dit project niet zijn opgenomen in de soortselectie (zie §1.1), hebben ze wel een negatieve en positieve interactie met kustbroedvogels. Ze faciliteren vestiging van stern kolonies, maar zijn tegelijkertijd ook predator van eieren en kuikens. Als *verklarende factor* voor de geselecteerde kustbroedvogels is informatie over meeuwen daarom wel meegenomen.

Artikelen en rapporten waarvan de titel op voorhand direct een relevant onderwerp betreft zijn verder meegenomen in de vervolgstappen. De artikelen en rapporten die na deze stap overbleven als “mogelijk relevant”, zijn vervolgens nader bekeken door allereerst de samenvatting door te nemen en waar nodig de doelstelling van het onderzoek door te nemen, de methode en/of conclusie. In deze stap zijn nog enkele andere artikelen en rapporten verkregen, doordat deze werden geciteerd in de verkregen bronnen uit onze eerste zoekslag.

**In stap 3: samenvatten en bundelen van de verkregen kennis**, is de relevante informatie uit de geselecteerde artikelen en rapporten samengevat, zoals informatie over de locatie van het gebied, de opzet van de studie, de resultaten en conclusies, en ingevoerd in een database, speciaal opgesteld voor deze studie. Gedurende deze stap zijn sommige artikelen alsnog verwijderd, omdat de relevantie beperkter bleek dan verwacht.

#### *Resultaten literatuurstudie*

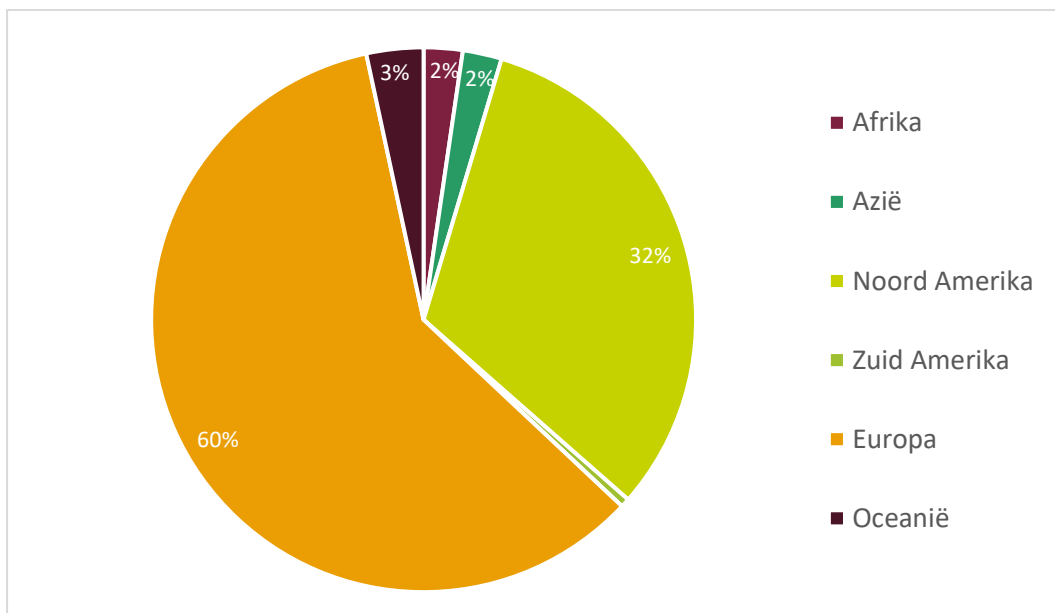
In totaal zijn 576 referenties verzameld die relevante informatie bevatten over kustbroedvogels en hun habitat, dan wel over mogelijke maatregelen voor behoud of herstel van kustbroedvogelpopulaties in een gebied of het creëren van nieuw broedhabitat.

De aantallen per gegevensbron zijn:

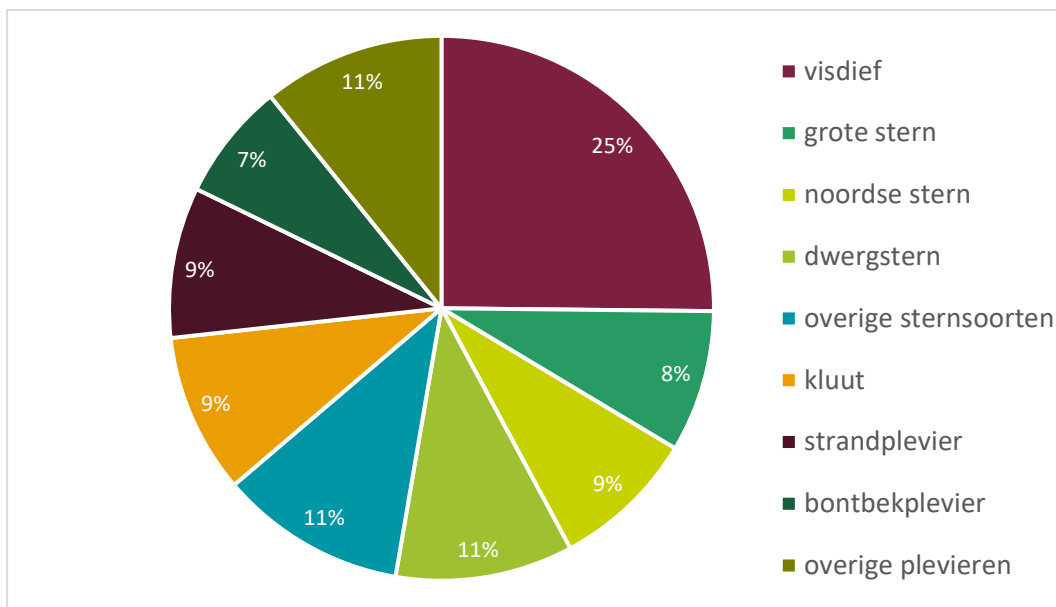
- Conservation Evidence: 59

- Web of Science: 227
  - (alle op basis van de Engelstalige zoektermen, de Nederlandse zoektermen leverden geen resultaten op)
- Rapporten website Deltamilieu Projecten: 35
- Waardenburg Ecology interne database (voegeleecologie): 43
- “Overige bronnen en grijze literatuur”: 212
  - (betreffen fysieke rapporten van Deltamilieu Projecten, de al verzamelde rapporten op de server van Waardenburg Ecology, de aangeleverde literatuur door externen en doorverwijzingen in referenties uit voornoemde literatuurbronnen)

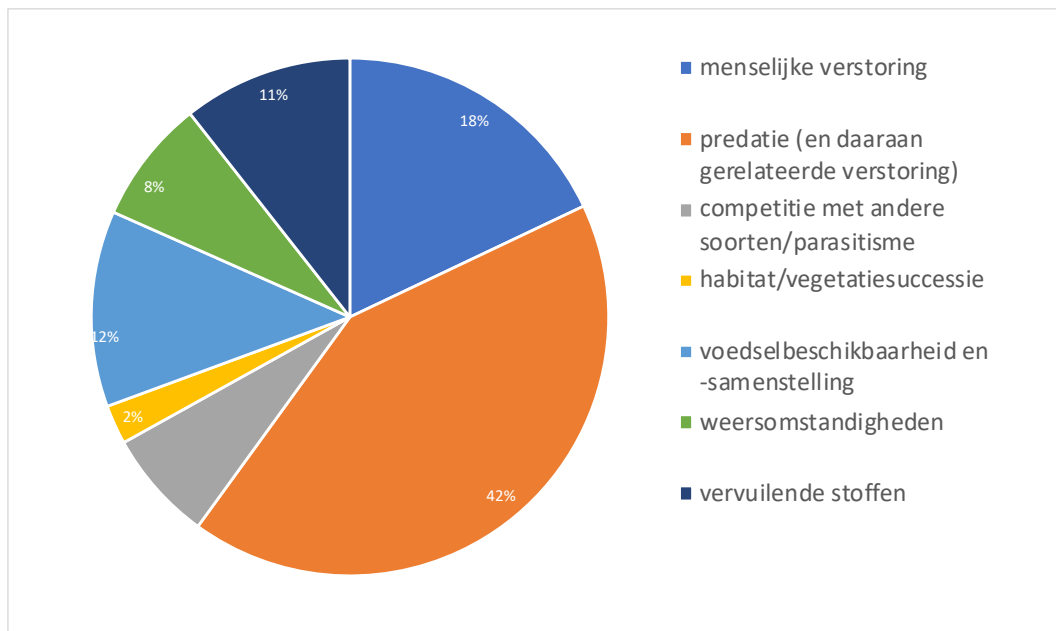
Uit de selectie komt naar voren dat de meeste literatuur over kustbroedvogels betrekking heeft op Europa en Noord-Amerika (Figuur 2.1). Het meeste onderzoek is gedaan aan visdief (25% van de opgenomen literatuur; Figuur 2.2). Andere kustbroedvogelsoorten hebben een evenredig aandeel. Buitenlandse literatuur betreft naast visdief veelal “overige sternsoorten” en “overige plevieren” (respectievelijk 10 en 11%; zie Figuur 2.2). Het gaat dan bijvoorbeeld om Amerikaanse strandplevier. Veel van de onderzoeken en overige gegevensbronnen in de database gaan over predatie (doordat onderzoek is gedaan naar het effect van predatie of maatregelen ertegen, of doordat predatie een grote invloed had op de populatie, 32% van alle verzamelde gegevens). Daaropvolgend is vegetatieontwikkeling en broedhabitat vaak onderzocht dan wel besproken (27% van alle verzamelde gegevens). De effecten van voedselbeschikbaarheid, menselijke verstoring, competitie en weersomstandigheden komen in veel mindere mate aan bod (Figuur 2.3).



Figuur 2.1 Locatie van de onderzoeken naar kustbroedvogels in de verzamelde dataset in de literatuurstudie.



*Figuur 2.2 Soorten opgenomen in de onderzoeken naar kustbroedvogels in de verzamelde dataset in de literatuurstudie. In het diagram is het aantal keren dat een soort in de database is vermeld (als onderdeel van een onderzoek) weergegeven als het percentage ten opzichte van het totale aantal vermeldingen. Het aantal vermeldingen is hoger dan het totaal aantal gegevensbronnen in de database.*



*Figuur 2.3 Onderwerpen van onderzoeken aan kustbroedvogels in de verzamelde dataset in de literatuurstudie. In het diagram is het aantal keren dat een onderwerp in de database is opgenomen, weergegeven als het percentage van het totale aantal van alle onderwerpen. Aangezien meerdere onderwerpen onderdeel kunnen zijn van onderzoeken, zijn de weergegeven percentages relatieve waarden en niet gelijk aan het deel van het totaal aantal gegevensbronnen in de database.*

## 2.4 Methode database analyse

### 2.4.1 Ontwerp en database structuur

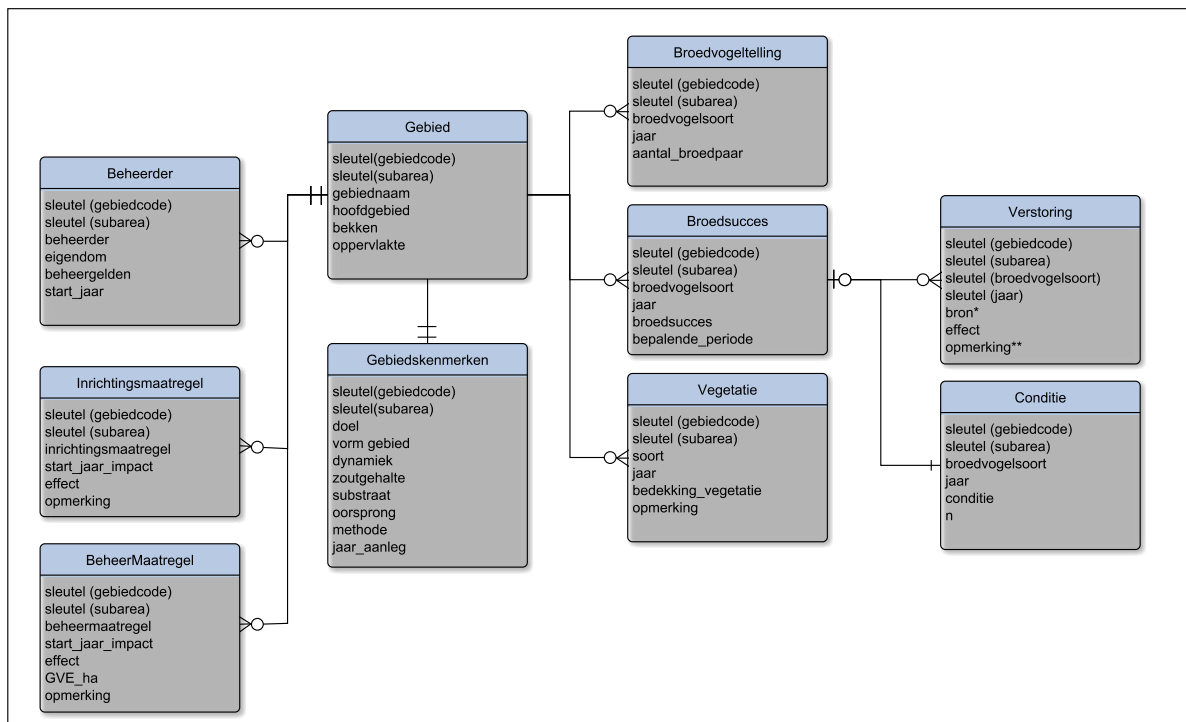
Voor het ontwerp van de database structuur is als startpunt de database gebruikt van Deltamilieu Projecten over kustbroedvogels in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta die gebaseerd is op de jaarlijkse kustbroedvogelmonitoring van Rijkswaterstaat CIV. Deze databases zijn primair bedoeld om gegevens over kustbroedvogels in het Deltagebied vast te leggen en bevatten drie onderdelen: 1) aantallen broedparen van alle soorten kustbroedvogels (sterns, meeuwen, plevieren, kluut), 2) broedsucces van deze soorten (indien beschikbaar) en 3) conditie van visdiefkuikens (eveneens indien beschikbaar). Daarnaast zijn ook allerlei gegevens opgeslagen over de gebieden waarin de monitoring plaatsvindt.

Met de database van Deltamilieu Projecten als basis is een format opgesteld waarmee voor alle gebieden in Nederland een uniforme database is aangelegd. Dit is vastgelegd in tien separate Excel bestanden.

#### Het betreft de volgende bestanden:

1. Vogelgegevens: aantallen broedparen per (deel)gebied per jaar;
2. Broedsucces: broedsucces per soort per jaar;
3. Conditie: conditie index van visdief kuikens per jaar;
4. Gebied: de naam en eventuele indeling in deelgebieden;
5. Gebiedskenmerken: de karakteristieken van een locatie en abiotische factoren;
6. Beheerder: de beheerder van het gebied;
7. Vegetatie: afgeleide vegetatiebedekking op basis van satellietgegevens, per jaar;
8. Inrichtingsmaatregel: de maatregelen om een gebied in te richten of om opnieuw geschikt te maken voor kustbroedvogels, per jaar;
9. Beheermaatregel: de jaarlijkse beheermaatregel(en) om het gebied geschikt te houden voor kustbroedvogels, per jaar;
10. Verstoring: menselijke verstoring, verstoring door aanwezigheid van predatoren en directe predatie door predatoren, die van invloed kunnen zijn op het aantal broedpaar en/of het broedsucces, per jaar.

Voor elk bestand is een aparte “Read me” geschreven, waarin de verschillende kolommen en de keuzemogelijkheden per kolom zijn toegelicht. Ten behoeve van de analyse is een sleutelveld ingevoegd, zodat bestanden gekoppeld kunnen worden. Het conceptueel datamodel is weergegeven in Figuur 2.4.



bron\* = totaal\_predatie, rat, vos, gm, overig\_predatie, totaal\_verstoring, mens, totaal\_weer, oversproeiing, vee  
 opmerking\*\* = duiden verstoring

Figuur 2.4 Schematische weergave van het datamodel met de tien verschillende bestandstypen.

### Selectie gebieden

Naar aanleiding van de workshops in het najaar van 2021 is er een lijst met gebieden uit de regio's Wadden en IJsselmeergebied gemaakt, waarvan een lange reeks aan gegevens verwacht werd. Vervolgens zijn de beheerders van deze gebieden gericht benaderd voor kwaliteitstoetsen of andere samenvattingen van beheersmaatregelen. Vervolgens is, naar aanleiding van een overleg met de begeleidingscommissie, de lijst met gebieden verder uitgebreid met gebieden waarvoor minder lange of minder complete reeksen met gegevens beschikbaar zijn. De beheerders van de toegevoegde gebieden zijn vervolgens zoveel mogelijk benaderd voor informatie over hun gebied. Als laatste stap is ervoor gekozen om de gebieden waar geen informatie over het beheer of de inrichting is verkregen, alsnog in te voeren met alleen vogelgegevens en gebiedskkenmerken. Hierna werd de lijst met ingevoerde gebieden als compleet aangemerkt.

Voor de regio Delta is gekozen om de lijst met telgebieden van Deltamilieu Projecten te gebruiken. Deze keuze is gemaakt omdat bijna alle gebieden in de Delta die van belang zijn voor kustbroedvogels worden geteld door Deltamilieu Projecten. In eerste instantie bestond deze lijst uit gebieden waarvoor zowel broedvogelaantallen als broedsucces beschikbaar waren. Uiteindelijk zijn ook gebieden in de selectie meegenomen waarvoor alleen broedvogelaantallen beschikbaar waren. Van al deze gebieden zijn beheerders benaderd voor gegevens over beheer en inrichting. Ook deze gebieden konden uit de Deltamilieu Projecten-database overgenomen worden en hiervoor zijn uitsluitend de bijbehorende gebiedskkenmerken opgezocht.

In de selectie voor de statistische analyse zijn pontons, vlotjes en dergelijke die als *op zichzelf staande gebieden* zijn aangemerkt, niet opgenomen in de selectie. De statistische analyse is vooral bedoeld om eventuele relaties tussen kustbroedvogels en uitgevoerde beheer- en/of inrichtingsmaatregelen te onderzoeken. Deze type maatregelen worden niet (of veel minder) toegepast op pontons, vlotjes of andere volledig kunstmatige constructies. Overigens impliceren we daarmee niet dat pontons, vlotjes etc. geen effectieve constructies (kunnen) zijn als nestplaats voor kustbroedvogels.

#### **2.4.2 Verzamelen, controleren en bewerken van gegevens**

Hieronder is beschreven hoe de verschillende typen gegevens zijn verzameld en welke controles en bewerkingen er zijn uitgevoerd. In bijlage II is een samenvatting gegeven van de verzamelde gegevens.

##### *Vogelgegevens (aantal broedparen, broedsucces en conditie)*

Voor de Delta zijn de aantallen broedparen overgenomen uit de Deltamilieu Projecten -database (beschikbaar vanaf 1979). Voor het Waddengebied is het grootste deel van de aantallen broedparen verkregen uit de Sovon database waarin de resultaten van de verschillende telprojecten van Sovon zijn gecombineerd (Sovon.nl, 2022). Het betreft de databases van de monitoring van kolonievogels en van BMP-gebieden in het Waddengebied (voor sommige gebieden beschikbaar vanaf 1964, tot 2020). De gegevens zijn aangeleverd door Kees Koffijberg (Sovon). Uitzonderingen hierop zijn de gegevens van Griend en gebieden van Natuurmonumenten op Texel. Voor deze gebieden hebben wij de gegevens direct van onderzoekers en beheerders gekregen. Vogelgegevens uit het IJsselmeergebied (gegevens van grofweg laatste 25 jaar) werd verzameld via beheerders en literatuur. Gegevens over de Kreupel kwam binnen via Staatsbosbeheer (Leon Kelder), Kinseldam gegevens via vrijwilligers die voor Sovon hebben geteld en gegevens van Marker Wadden is overgenomen uit Dreef & van der Winden (2020). Vogelgegevens voor de Bocht fan Molkwar en Workumerwaard werd aangeleverd door It Fryske Gea. Vogelgegevens voor de Putten bij Petten werd aangeleverd door de beheerder Natuurmonumenten.

In de aangeleverde databestanden met gegevens over het aantal broedparen per gebied per jaar per soort ontbreken regelmatig regels. Voor ontbrekende gebied/jaar/soort combinaties zijn de regels in het eindbestand op twee manieren uitgevuld:

1. Voor de Delta zijn hierbij “harde” nullen toegevoegd aangezien DMP elk jaar elk geschikt gebied volledig telt. In hun oorspronkelijke database zijn meestal geen harde nullen opgenomen, maar omdat de monitoring gestandaardiseerd wordt uitgevoerd met volledige teldekking, is er in overleg met DMP voor gekozen ontbrekende regels uit te vullen met harde nullen.
2. Voor het Wadden- en IJsselmeergebied zijn ontbrekende regels uitgevuld met de term “NA” (Not Applicable). Van ontbrekende gegevens in het Waddengebied is namelijk niet te herleiden of gebieden op enig moment wel of niet zijn geteld of dat het werkelijk een “harde” nul betrof. Dit is besproken en afgestemd met de beheerder van deze gegevens, Sovon.



Het broedsucces is opgenomen in een apart bestand, waarin per gebied, per jaar en per soort gegevens zijn vastgelegd. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen aantal vliegvlugge jongen per paar. In de uiteindelijke statistische analyse is geen gebruik gemaakt van deze gegevens (zie §2.4.3). Gegevens over de conditie van visdiefkuikens uit de Delta zijn eveneens in een apart bestand opgenomen. Indexen van overige soorten of gebieden buiten de Delta zijn niet opgenomen (niet beschikbaar of te onnauwkeurig). In de uiteindelijke statistische analyse is geen gebruik gemaakt van deze gegevens (zie §2.4.3).

#### *Gegevens gebiedskenmerken, vegetatie, beheer- en inrichtingsmaatregelen en verstoring*

In het najaar en de winter van 2021 is begonnen met het benaderen van terreinbeheerders en onderzoekers om gegevens te verzamelen over het gebied, de abiotische gebiedskenmerken, de eigendomssituatie, de gevoerde beheer- en inrichtingsmaatregelen en de effecten van predatoren en andere verstoringbronnen. Om de gegevens compleet te krijgen is er gedurende 2022 veelvuldig contact geweest met terreinbeheerders en onderzoekers, onder andere voor het ondersteunen bij het invullen van de bestanden, het regelmatig herinneren aan eerdere verzoeken, het aanvullen dan wel corrigeren van reeds ontvangen gegevens of het in gezamenlijkheid invullen van de databestanden.

In het bestand "gebied" zijn de namen van de gebieden en eventuele sub-gebieden vastgelegd. Ook is het oppervlakte per hoofd- of sub-gebied opgenomen.

In het bestand "gebiedskenmerken" zijn alle ecologisch relevante aspecten van een gebied ingevoerd. Het betreft de aspecten dynamiek (normaal getij, gedempt getij, stagnant), zoutgehalte (zout, brak, zoet), substraat (zand, klei, zavel, schelpen), type gebied (binnen- of buitendijks, eiland, inlaag, kwelder etc.) en oorsprong (natuurlijk of aangelegd). Voor het substraattype is de bodemkaart van 2006 gebuikt (Grondsoortenkaart; WUR, 2006), tenzij er duidelijk was aangegeven dat er een ander substraat is opgebracht.

In het bestand "beheerder" is informatie over de terreinbeheerder vastgelegd. Hierbij is de beherende organisatie, jaar van verwerving en eigendom status opgenomen. In de uiteindelijke statistische analyse is geen gebruik gemaakt van deze gegevens (zie toelichting in §2.4.3).

In het bestand "vegetatie" zijn gegevens opgenomen van een vegetatie-index, als proxy voor de aanwezige vegetatie in een gebied. Conventionele, vlakdekkende informatie over de aanwezigheid en bedekking van vegetatie wordt op gebiedsniveau meestal eens in de 6 jaar verzameld, als onderdeel van de SNL-systematiek. De timing daarvan varieert tussen de gebieden, waardoor er geen vegetatieopnames beschikbaar zijn voor een grote serie gebieden in hetzelfde tijdvak. Daarnaast is het zeer bewerkelijk deze gegevens om te zetten naar een bruikbare maat voor onderhavige studie en zijn de gegevens heel versnipperd aanwezig bij terreinbeheerders of provincies. Daarom is besloten om als proxy voor de aanwezige vegetatie in een gebied gebruik te maken van de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Deze index wordt berekend op basis van

satellietdata en betreft het verschil tussen zichtbaar licht (dat geabsorbeerd wordt door levende planten in het fotosynthese proces) en het nabij-infrarode licht (dat niet door planten wordt gebruikt). Het verschil in reflectie tussen het zichtbare en het nabij infra-rood licht hangt echter ook af van de totale hoeveelheid licht dat op het aardoppervlakte valt, waarvoor is gecorrigeerd (“normalized”). De gegevens zijn opgevraagd via <https://earthexplorer.usgs.gov/>. De gebruikte satellietbeelden zijn afkomstig van Sentinel-2, met een pixelresolutie van 10 meter. Er zijn beelden geselecteerd van de maanden mei, juni, juli (broedperiode) over de jaren 2015 tot en met 2022. Gegevens met deze resolutie zijn pas vanaf 2015 beschikbaar. Er zijn alleen beelden gebruikt met minder dan 10% bewolking. Ieder beeldpixel kent een NDVI-waarde tussen 0 – 1, waarbij (gesimplificeerd) 0 betekent helemaal geen vegetatie en 1 een volledige bedekking met vegetatie. De range 0 t/m 0,3 achten wij geschikt voor kustbroedvogels; daarvan is per gebied berekend wat het oppervlakte aandeel is (in procenten). Deze range correspondeert met volledig kale grond tot grond waarbij her en der al plukken vegetatie aanwezig zijn.

Het bestand “inrichtingsmaatregelen” bevat gegevens over maatregelen die incidenteel in een gebied worden uitgevoerd en veelal civieltechnisch van aard zijn. Maatregelen zijn per jaar per gebied genoteerd. Hierbij zijn de uitgevoerde maatregelen in een gegeven gebied nog gegroepeerd in de typen “inrichtingsmaatregel”, “reset” of “aanleg”. Een inrichtingsmaatregel is het tussentijds (doch incidenteel) bijsturen in een gebied, een reset betreft het grootschalig terugzetten van een gebied naar een eerdere uitgangssituatie en aanleg betreft het realiseren van een compleet nieuw (natuur)gebied. In de uiteindelijke statistische analyse is geen gebruik gemaakt van deze gegevens (zie §2.4.3).

Het bestand “beheermaatregelen” bevat gegevens over maatregelen die frequent en meestal met enige regelmaat in een gebied worden uitgevoerd. Ze zijn niet civieltechnisch van aard, maar betreffen onder andere het vegetatiebeheer, het waterpeil of predatoren. Het jaarlijks plaatsen van een tijdelijk raster om vossen buiten te houden wordt gezien als een beheermaatregel, terwijl het eenmalig plaatsen van een permanent raster onder de inrichtingsmaatregelen valt. Gelijk aan inrichting is bij beheer ook het jaartal van de uitgevoerde maatregel genoteerd. In totaal zijn er in oorsprong 46 verschillende type beheermaatregelen opgenomen in de database. Het gaat om allerlei varianten van maaibeheer, varianten in de inzet van vee en veesoort, grondbewerkingen, inundaties en verschillende type predatorbestrijding. In de database is de parameter “beheermaatregel” gedefinieerd als factor. Het afzonderlijk meenemen van al deze individuele beheermaatregelen in de regressieanalyse zou leiden tot vergelijking van alle levels binnen deze factor. Dit zou in een regressiemodel resulteren in een zeer groot aantal vergelijkingen tussen deze levels. Bovendien zit er veel overlap tussen de levels. Zo zijn er afzonderlijke levels voor maaien, en voor maaien en afvoeren. Het effect van deze beheermaatregelen op het aantal broedparen van kustbroedvogels is in een statistisch model erg moeilijk te onderscheiden. Er is voor gekozen al deze verschillende type beheermaatregelen te bundelen tot 6 groepen van beheermaatregelen, die uiteindelijk zijn meegenomen in de analyse: (het beheren van) betreding, vegetatie, substraat, predatie, waterbeheer en geen actief beheer.

Tot slot zijn in het bestand "verstoring" gegevens opgenomen over eventuele drukfactoren op het aantal broedparen en/of broedsucces. Te denken valt aan allerlei grondpredatoren en grote meeuwen en daarnaast de aanwezigheid van menselijke activiteiten in kustbroedvogelgebieden. In totaal zijn er tien verschillende type verstoringbronnen opgenomen in de database: rat, vos, grote meeuw, overige predator, mens, vee, overspoeling, totaal predatie, totaal verstoring en totaal weer. In de database is de parameter "verstoring" gedefinieerd als factor. Hierbij zijn verstoringbronnen per gebied per soort per jaar opgenomen met daarbij een effectscore voor betreffende vogelsoort. De methode om te komen tot een effectscore is overgenomen uit het langjarige monitoringprogramma van DMP. Hierbij is het effect als volgt gekwantificeerd: 0= verstoringbron afwezig dus geen invloed, 1 = verstoringbron aanwezig met zeer beperkt effect, 2= groot effect en 9 = onbekend effect.

### **2.4.3 Selectie van gegevens**

In het proces om te komen tot statistische analyses zijn verschillende keuzes gemaakt in het opnemen van de hiervoor beschreven gegevens. Met de analyse (zie §2.4.4) is getracht verbanden te onderzoeken tussen het aantal broedparen en verschillende verklarende variabelen. Het verband tussen broedsucces/conditiemetingen en verschillende verklarende variabelen is door tijdgebrek niet statistisch geanalyseerd.

De verbanden zijn alleen goed te onderzoeken door modellen te maken waarin gelijktijdig het effect van verschillende variabelen wordt bepaald. Deze benadering stelt echter eisen aan de structuur van de gegevens, waar niet altijd aan voldaan kon worden. Belangrijkste voorwaarde is dat er van ieder gebied/jaar/soort combinatie tevens van het bijhorende gebied/jaar combinatie gegevens beschikbaar moeten zijn over de verklarende variabelen.

Hieronder is een toelichting gegeven op die onderdelen die uiteindelijk niet zijn meegenomen in de statistische analyse.

De volledige dataset bevatte meer dan 140.000 regels, verdeeld over 42 variabelen. Regels met gegevens over meeuwen zijn vervolgens uit de selectie gehouden zodat alleen grote stern, visdief, noordse stern, dwergstern, kluut, strandplevier en bontbekplevier zijn meegenomen in de analyse.

De verzamelde gegevens over de eigendomssituatie, naam terreinbeheerder, jaar van verwerving *etc.* zijn niet meegenomen in de analyse, omdat deze aspecten op zichzelf geen verband houden met de aantallen broedparen kustbroedvogels.

De verzamelde gegevens over de verschillende inrichtingsmaatregelen zijn uiteindelijk niet meegenomen in de analyse. Dit komt door een fundamenteel verschil in de datastructuur. De datastructuur is zodanig opgezet dat er voor iedere vogelsoort een gebied/jaar/soort combinatie mogelijk is, zowel in het aantal broedparen als in de gegevens van de verklarende variabelen. Voor

inrichtingsmaatregelen bleek het niet mogelijk de gegevens zodanig te structureren en uit te vullen. Een inrichtingsmaatregel wordt veelal eenmalig uitgevoerd in jaar  $x$ , om vervolgens in de jaren daaropvolgend een bepaald effect te geven op het aantal broedparen. Voor hoeveel jaren het effect van een bepaald type inrichtingsmaatregel aanhoudt, is niet generiek door te voeren in deze database. Er zouden dan heel arbitraire regels moeten worden opgesteld (bijvoorbeeld: afgraven toplaag wordt na  $T=0$  voor vijf opvolgende jaren in de database doorgevoerd). Omdat per gebied de situatie heel verschillend is, en er met deze benadering heel veel aannames worden gedaan, ontstaat naar onze mening dan heel veel ruis in de database.

#### 2.4.4 Statistische analyse

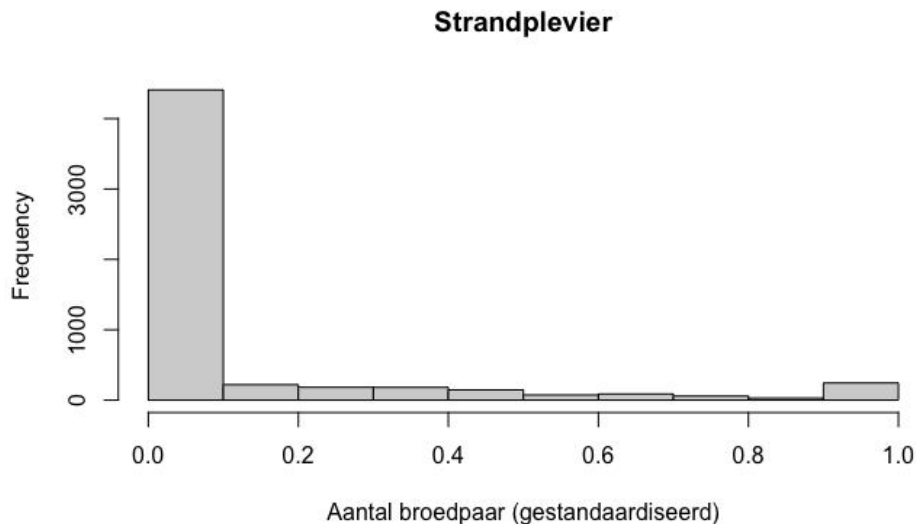
Het doel van onze analyse was om, per soort, het effect van verschillende variabelen (bijvoorbeeld regio, jaar, vegetatiesuccessie, beheersmaatregelen) op het aantal broedpaar ten opzichte van het maximumaantal broedpaar in een gebied te testen. De statistische analyses zijn uitgevoerd in de R-omgeving 4.2.2 (R Core Team 2022)(RCoreTeam 2022).

De variabelen “jaar”, “NDVI” en het aantal broedparen betreft continue numerieke variabelen en zijn gestandaardiseerd (een transformatie naar een gemiddelde van 0 en standaarddeviatie van 1) zodat de door de modellen geschatte effectgroottes direct vergeleken kunnen worden met die van categorische variabelen. Alle andere variabelen betreffen categorische variabelen met in het geval van beheersingrepen twee mogelijkheden (wel of niet) en in het geval van substraat bovenlaag in oorsprong 9 categorieën die na eerste analysestappen zijn vereenvoudigd tot vier categorieën (zijnde schelpen/grind, zand, klei en kunstmatig hard substraat zoals beton en bakstenen).

Verklarende variabelen werden gecontroleerd op onderlinge correlaties met behulp van pearsons correlaties en Variance Inflation Factors (VIFs). Omdat de variabelen met betrekking tot 'beheer' en 'verstoring' sterk correleerden ( $r_s > 0,5$ ), zijn alle variabelen met betrekking tot 'verstoring' verwijderd (Salmerón *et al.* 2018). VIF-waarden boven de 5 duiden op ernstige onderlinge correlatie ('collineariteit') waardoor modeluitkomsten onbetrouwbaar kunnen zijn. Variabelen met een VIF boven de 5 werden daarom verwijderd: dynamiek en type gebied. Deze variabelen correleerden sterk met onder andere zoutgehalte, substraat en NDVI.

Per soort werd een model gefit met alle verklarende variabelen. *Generalized Linear Mixed Models* (GLMMs) met een binomiale distributie en logit link functie werden gebruikt, met gebied als random intercept. Om de random intercepts robuust te kunnen schatten zijn alleen gebieden met ten minste twee jaar gegevens meegenomen in de analyse. Modellen zijn gefit met het R-package 'R-INLA' versie 22.12.16 (Rue *et al.* 2009, Lindgren & Rue 2015) voor het fitten van Bayesiaanse modellen. De response variabele was het aantal broedpaar (het aantal 'successen' in een binomiale setting) afgezet tegen het maximaal aantal broedpaar in dat gebied (het aantal 'trials'). Als hypothetisch voorbeeld: in de Putten zijn in 2016 in totaal 10 broedpaar strandplevieren vastgesteld, en het maximum aantal paar in 1998 – 2019 betreft 23 broedpaar. Dit kan geïnterpreteerd worden als een

proportie:  $10 / 23 = 0.43$ . De verdeling van deze waarden voor – bijvoorbeeld Strandplevier (Figuur 2.5) – laat vaak een piek zien bij 0.



Figuur 2.5 Voorbeeld histogram met gestandaardiseerd aantal broedparen strandplevier

Na uitvoer van de eerste analyse stappen, bleek het niet verantwoord de NDVI-gegevens te gebruiken in de GLMMs. De NDVI-gegevens zijn slechts beschikbaar over de periode 2015-2022, terwijl gegevens over vogelaantallen vaak tientallen jaren betreft.

GLMMs geven de schattingen van effectgroottes in relatie tot een referentieniveau, welk door de modelleur moet worden gekozen. Dit heeft geen effect op de modeluitkomsten, maar wel op hoe de effectgroottes moeten worden geïnterpreteerd. In het geval van beheersmaatregelen was het referentieniveau altijd de *afwezigheid* van de beheersmaatregel, zodat de effectgrootte van deze beheersmaatregel weergeeft hoeveel hoger of lager het relatieve aantal broedpaar is bij *aanwezigheid* van de maatregel. Voor substraat is het referentieniveau schelpen + grind (en vervolgens vergeleken met de categorieën zand, klei en hard substraat).

De door het model geschatte effectgroottes worden vervolgens geplott om inzicht te krijgen in de grootte van de effecten en of deze 'significant' zijn. 'Significantie' werd vastgesteld als effectgroottes waarvan de bijbehorende 95% *credible intervals* niet overlaptten met nul. In andere woorden: wanneer nul binnen een 95% credible interval ligt kan de afwezigheid van een effect niet worden uitgesloten.

## 3 Resultaten

In onderstaande paragrafen 3.1 t/m 3.6 zijn de resultaten uit de literatuurstudie en de mondelinge informatie geïntegreerd. De onderwerpen die worden besproken zijn de abiotische karakteristieken van de broedhabitat van kustbroedvogels (§3.1), de biotische karakteristieken worden besproken in §3.2, zoals vegetatie en vegetatiesuccessie en voedselbeschikbaarheid. De invloed van predatie en verstoring door predatoren komt aan bod in §3.3, menselijke verstoring in §3.4, weersomstandigheden in §3.5 en andere factoren, zoals competitie, kleptoparasitisme en vervuulende stoffen in §3.6. De uitkomsten van de statistische analyse zijn separaat besproken in §3.7.

### 3.1 Abiotische karakteristieken

De mogelijkheden van een gegeven gebied om er als kustbroedvogel te kunnen broeden, wordt voor een belangrijk deel bepaald door (de juiste combinatie van) abiotische kenmerken. De belangrijkste abiotische kenmerken van een gebied zijn de locatie in het landschap (regionaal schaalniveau), omvang, type gebied, bodem en substraat van de toplaag, dynamiek van het water en tot slot het watertype. Er is een duidelijke correlatie tussen deze factoren (evenals met bijvoorbeeld de vegetatiesuccessie, §3.2). Als voorbeeld: vrijwel alle buitendijks gelegen kustbroedvogelgebieden staat onder invloed van zout tot brak water, kennen een variabel waterpeil en bestaan veelal uit zandig materiaal. In onderstaande paragrafen zijn de factoren afzonderlijk besproken, om daarmee het belang per factor inzichtelijk te maken. In hoofdstuk 4 is vanuit het perspectief van actief beheren en inrichten juist een geïntegreerde benadering gekozen, gebaseerd op literatuur, mondelinge informatie en de statistische analyse.

#### 3.1.1 Locatie, type en omvang van broedgebieden

##### *Locatie*

De geografische ligging; of een broedhabitat in het binnenland is gelegen, in de kustzone of offshore, en of gebieden in de kustzone binnen- of buitendijks zijn gelegen, beïnvloedt factoren als het bodemtype, de mate van dynamiek in waterpeil en daarmee het risico op overstroming en het zoutgehalte in de broedhabitat. De invloed van deze factoren worden besproken in respectievelijk de paragrafen 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 en 3.5.

##### *Type*

Kustbroedvogels kunnen broeden in verschillende typen gebieden, waaronder eilanden (binnen- of buitendijks), stranden, kwelders/schorren of binnendijkse natuurgebieden. Het type gebied, en dan met name of het een eiland is of niet, is in belangrijke mate een bepalende factor. Kustbroedvogels die broeden op een eiland, oftewel omgeven zijn door water, hebben namelijk met andere risico's te maken dan vogels op een broedlocatie gelegen op het vaste land. Denk daarbij op overstromingsrisico's versus predatierisico's door landpredatoren. Over het algemeen is het risico op predatie door landpredatoren op een eiland lager dan op het vasteland doordat deze predatoren de

locatie minder makkelijk kunnen bereiken. Dit is echter ook afhankelijk van de afstand tussen het eiland en de vaste wal (meer hierover staat beschreven in §3.3.3).

Bekend is dat kolonievormende kustbroedvogels (sterns en meeuwen, deels kluut) locaties prefereren die niet toegankelijk zijn voor predatoren (Wittenberger & Hunt 1985; Siegel-Causey & Kharitonov 1990), zodat deze grondbroedende soorten vaak geïsoleerde eilandjes als broedplaats kiezen (Fasola & Bogliani 1984; Goutner 1990; Hötter 2000; Hall & Kress 2004). Echter, ze kunnen hiervan afwijken als de broedomstandigheden op deze eilanden suboptimaal zijn (bijvoorbeeld als er te veel vegetatie aanwezig is) of geïsoleerde locaties beperkt beschikbaar zijn (zoals gesuggereerd in Chokri *et al.* (2011)). Voor plevieren ligt dit anders: in hun keuze van broedhabitat is afstand tot de kustlijn belangrijk vanwege het beschikbare voedsel aldaar (habitatselectie: dwergplevier; Wiltermuth *et al.* (2015), geschikt foerageerhabitat: bontbekplevier; de Jong (2020). Daarin is de keuze van broedhabitat een *trade-off* tussen hetgeen benodigd is in de nest-fase en hetgeen benodigd is in de opgroei-fase van de jongen, omdat de jongen nestvlinders zijn (*Charadrius melodus*; Wiltermuth *et al.* (2015). Tussen soorten bestaan op dit punt belangrijke verschillen. De bontbekplevier blijft veelal in de buurt van zijn broedlocatie, terwijl de strandplevier deze met zijn jongen juist verlaat. Ook een soort als de kluut kan zich met zijn jongen naar geschikte foerageergebieden verplaatsen (meer over broedhabitat en foerageergebied in §3.2.2 over voedselbeschikbaarheid).

### *Omvang*

De omvang van geschikt broedhabitat is van invloed op de draagkracht van het gebied voor kustbroedvogels; meer geschikt broedhabitat kan een groter aantal aan kustbroedvogels huisvesten. Meer geschikt broedhabitat op verschillende locaties en grotere populaties maken een kustbroedvogelpopulatie weerbaarder tegen invloeden van buitenaf, zoals overstromingen en predatie, omdat er spreiding is in risico. Tegelijkertijd wordt draagkracht niet alleen bepaald door de hoeveelheid geschikt broedhabitat, het wordt ook bepaald door de mate van geschikt foerageerhabitat. Dit heeft met name invloed op de mate waarin broedgevallen succesvol kunnen zijn.

Het aanwezig zijn van geschikt habitat is niet de enige factor die de vestiging van kustbroedvogels bepaalt. In habitatkeuze spelen namelijk meerdere factoren mee, zoals geschiktheid van het substraat (meer hierover in §3.1.2), competitie om broedhabitat (meer hierover in §3.6) of de predatiedruk (meer hierover in §3.3). Daarnaast speelt voor kolonievogels ook enerzijds het voordeel dat kan worden verkregen van broeden in een grote kolonie, waaronder bv. bescherming en anderzijds mogelijke nadelen, zoals een toegenomen kans op parasieten en infecties en competitie (Brown *et al.* 1990; Brown & Brown 2001). Dit alles maakt dat de omvang van het gebied niet altijd één op één te relateren is aan omvang van de broedpopulatie. Dat andere factoren mee kunnen spelen komt naar voren uit diverse onderzoeken waarin de factor eiland grootte is onderzocht, waaronder het onderzoek van Goutner (1997) naar het gebruik van verschillende eilanden in de Drana Lagoon (Griekenland) door koloniebroedende watervogels waaronder sterns (visdief, dwergstern, en lachstern). De eilanden verschilden in grootte, substraat en afstand tot het vasteland.



Uit het onderzoek bleek dat grotere eilanden werden geprefereerd, al was de mate van isolatie van de eilanden over het algemeen de belangrijkste factor die habitatkeuze beïnvloedde (zie ook bovenstaand bij type gebied). Heinanen *et al.* (2008) vonden ook een voorkeur voor grotere eilanden als broedlocatie in een onderzoek naar het voorkomen en de verspreiding van de noordse stern op eilanden in Finland, gebruik makend van voorspellende verspreidingsmodellen. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat de grotere eilanden aldaar over het algemeen een hogere habitatdiversiteit hadden en daardoor beter aan habitateisen van vogels kunnen voldoen. Zo bevatten deze eilanden bijvoorbeeld rots- en kiezelstrand omgeven door andere landhabitats en water, wat geschikt broedhabitat is voor de noordse stern. De voorkeur voor grotere eilanden in dit deel van de Oostzee werd ook vastgesteld door Rönkä *et al.* (2008). Morris *et al.* (2010) vonden daarentegen voor visdieven in het gebied van de Grote Meren (Canada en de Verenigde Staten) een voorkeur voor gemiddeld kleinere eilanden. Dit kan te maken hebben met de habitatkarakteristieken van deze eilanden of de aanwezigheid van ringsnavelmeeuwen (*Larus delawarensis*), waarvan ze in dit onderzoek vaststelden dat visdieven veelal broedden op eilanden waar deze meeuwen ontbraken, dan wel ruimtelijk gescheiden van deze meeuwenkolonies. In het onderzoek van Valle and Scarton (1999) werd voor dwergsterns en strandplevieren geen voorkeur gevonden voor eiland grootte waarop gebroed werd. Habitatselectie was gerelateerd aan de habitatkarakteristieken van de nestplaats en gedrag ter bescherming tegen predatoren en het beperken van competitie voor voedsel.

### **3.1.2 Bodemsoort en substraat van de toplaag**

#### ***Bodem***

Het bodemtype dat aanwezig is in een gebied, is gecorreleerd aan de geografische locatie van het gebied. Het bodemtype is bepalend voor de chemische eigenschappen van een bodem, wat van invloed is op de mate waarin nutriënten kunnen worden vastgehouden en de zuurtegraad (pH) van de bodem. Het bodemtype is ook bepalend voor de fysische eigenschappen van de bodem zoals de structuur en textuur, wat van invloed is op de mate waarin water wordt vastgehouden en de doorluchtbaarheid en doorwortelbaarheid van de bodem. Dit alles werkt door op het bodemleven en de vegetatietypen die kunnen voorkomen.

#### ***Substraat van de toplaag***

Het substraat van de toplaag van de bodem en hetgeen daarop aan vegetatie groeit is mede bepalend voor de selectie van het broedgebied. Kustbroedvogels broeden in het open kustlandschap of op eilanden onshore en offshore. Elke soort heeft een eigen voorkeur voor het type substraat waarop wordt gebroed, variërend van kale gronden tot habitats met pioniersvegetatie. Zo broeden plevieren op stranden en schelpenbanken, kluten op onder andere drooggevallen slikken van ingreepgebieden tot een meer grazige vegetatie en sterns op zandige eilanden en schelpenbanken met een beperkte begroeiing.

### *Type substraat en mate van camouflage*

Het aanwezige type substraat, is van invloed op de mate van camouflage dat het geeft voor de eieren. Substraat dat structuren omvat die gelijkenis vertonen met de eieren biedt vanzelfsprekend meer camouflage, oftewel structuurrijk dan wel grover substraat biedt meer camouflage dan uitsluitend zandig substraat. Eieren van nesten op substraat dat camoufleert hebben een kleiner risico om gepredeerd te worden dan die van nesten die meer contrast hebben met hun omgeving, zoals is vastgesteld voor dwergplevieren door Mayer *et al.* (2009). De keuze van het substraattype is daarmee van invloed op het broedsucces. Zo vonden Colwell *et al.* (2011) en Herman and Colwell (2015) dat het broedsucces van Amerikaanse strandplevieren hoger was op grind- dan op zandstranden, omdat het grind stenen bevatte die qua grootte op eieren leken. Deze relatie werd niet aangetoond door Gomez-Serrano and Lopez-Lopez (2017) voor de strandplevier, maar dit heeft mogelijk te maken met de manier waarop substraattype als variabele meegenomen was in de analyse. In enkele buitenlandse studies is de habitatkeuze in relatie tot het substraattype onderzocht en aangetoond dat soorten plevieren voorkeur geven aan structuurrijk habitat als broedhabitat, waaronder de studies van Nguyen *et al.* (2003) voor de Amerikaanse bontbekplevier (*Charadrius semipalmatus*), Powell (2001) voor de Amerikaanse strandplevier, Pienkowski (1984) voor de bontbekplevier (in deze studies betrof het kiezelrijk substraat), en ook in de studie van Burger (1987) voor de dwergplevier op schelprijk substraat. Ook van de Nederlandse soorten bontbekplevier en strandplevier is bekend dat zij hun nest bekleden met onder andere schelpjes en steentjes. Naast formaat (grofheid) wordt er ook gelet op kleur en patroon van het substraat, zoals waargenomen in de onderzoeken aan plevieren door Gomez *et al.* (2018) en Stevens *et al.* (2017). Dit wordt niet uitsluitend gestuurd door de behoefte aan camouflage, zoals Mayer *et al.* (2009) voor dwergplevieren constateerden. Het selecteren van witte kiezels voor het nest leek een *trade-off* te zijn tussen enerzijds een maximaal mogelijke warmtereflectie voor optimale omstandigheden voor incubatie en een minimaal mogelijk contrast van het nest met de omgeving om de predatiekans van de eieren zo laag mogelijk te houden (hieronder in “Invloed van substraat” is het effect van thermoregulatie nader beschreven).

### *Type substraat en microklimaat*

Het substraattype is niet alleen van invloed is op de mate van camouflage en daarmee predatiekans, maar ook is het van invloed op diverse andere factoren, waaronder microklimaat en daarmee thermoregulatie. Het gekozen substraattype kan namelijk van invloed zijn op de mate van hittestress die de broedende vogels ervaren; Saalfeld *et al.* (2012) vonden voor de Amerikaanse strandplevier dat nesten op kiezelsubstraat bloot werden gesteld aan lagere temperaturen overdag dan nesten op zandig substraat. Een verband met het broedsucces van de plevieren werd niet gevonden (Saalfeld *et al.* 2011). Ook de kleur van het substraat speelt een rol in thermoregulatie gezien dit van invloed is op de warmtereflectie, afhankelijk van hoe licht of donker het substraat is, zoals is vastgesteld door Mayer *et al.* (2009) voor dwergplevieren.

### *Type substraat en vegetatiegroei*

Daarnaast is het type substraat ook van invloed op de vegetatiegroei en daarmee op de tijdsduur waarin het gebied geschikt blijft als broedhabitat. De snelheid waarmee de vegetatie groeit (en daaraan gekoppeld de vegetatiesuccessie voortschrijdt) neemt af met een toenemende mate aan grofheid van het substraat en is het hoogst op klei, gevolgd door zand en vervolgens grind. Ook de voedselrijkdom en het vocht- en zoutgehalte in het substraat zijn van invloed op de vegetatiegroei; hoe armer, droger en zouter het substraat is des te trager verloopt de groei (meer daarover in §3.2.1). Dit verschil in groeisnelheid van de vegetatie op verschillende types substraat is goed zichtbaar op De Kreupel in het IJsselmeer. Voor de aanleg van deze eilandengroep is zowel zandig als kleiig materiaal gebruikt. De arme en droge zandige biotopen in het gebied blijven over het algemeen open in de zomer en zijn geschikt als broedhabitat voor onder andere visdieven. De kleiige habitats groeien daarentegen snel dicht met hoge kruiden (van der Winden *et al.* 2019). Ook in de Delta worden deze verschillen in bodemsamenstelling en groeisnelheid waargenomen. Op de Ventjagersplaten in het Haringvliet zijn de eilanden Lebet, Ouweneel en Zwarts aangelegd met zand, terwijl Looland aangelegd is met klei. Op dit laatste eiland heeft zich snel bos ontwikkeld. Op de andere eilanden is weliswaar beheer noodzakelijk, maar deze gebieden blijven beschikbaar als broedgebied. Een vergelijkbare ontwikkeling is waargenomen in Waterdunen waar één eiland is aangelegd met klei en de andere met zand (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein).

### **3.1.3 Dynamiek van het waterpeil**

Kustbroedvogels broeden van nature in pioniersstadia in kustzones; dynamische milieus onder invloed van water. Nestplaats selectie is een *trade-off*; waar mogelijk zullen vogels habitat selecteren waar het risico op overstroming lager is (Medeiros *et al.* 2012; Huang 2015; Burger & Gochfeld 2016). Tegelijkertijd zijn plekken die overstromen weinig begroeid, zeker als het zout water betreft, en daarmee ontstaat het voorkeurs habitat van open, weinig begroeide gebieden. Ook kan het soms zo zijn dat onder invloed van andere factoren (predatie, voedselbeschikbaarheid) nestplaatsen worden geselecteerd die minder gunstig zijn wat betreft overstromingsrisico (O'Connell & Beck 2003; Koffijberg *et al.* 2013). Dit hangt samen met de voedselbeschikbaarheid, met name voor steltlopersoorten waarvan de jongen zelf voedsel zoeken, en vermindering van predatoren in het achterland (Koffijberg *et al.* 2013). Of een nestplaats het risico loopt om te overstromen is afhankelijk van invloed van getij en de hoogteligging van de nestplaats. Ook opstuwning van het waterpeil door wind kan zorgen voor overstroming. De frequentie waarin overstromingen optreden en kustbroedvogels hiermee te maken krijgen, is door klimaatverandering toegenomen. Dit aspect is onderzocht voor broedgebied van kustbroedvogels in kwelders aan de Waddenzee door van de Pol *et al.* (2010), als ook aangegeven voor broedgebied van visdieven in Barnegat Bay door Palestis and Hines (2015) en broedgebied van visdieven in een lagune bij Venetië (Italië) door Scarton (2010). Het is bij de aanleg en inrichting van nieuwe gebieden relevant om hiermee rekening te houden (zie "Inrichting en beheer kunstmatige habitats").

### *Wegspoelen van nesten*

Door het overstromen van (een deel van) de broedhabitat kunnen nesten worden weggespoeld. Vanwege de voorkeurhabitat van kustbroedvogels, namelijk dynamische milieus in de kustzone, heeft overstroming een grote invloed. Tezamen met predatie is het onderlopen van nesten een hoofdoorzaak van het verloren gaan van nesten van kustbroedvogels. Het negatieve effect van overstroming wordt genoemd door onder andere Morris *et al.* (1992); Koenen *et al.* (1996b); Erwin *et al.* (1998); Winton *et al.* (2000); O'Connell and Beck (2003); Catry *et al.* (2004); Cuervo (2004); Willems *et al.* (2005); Zefania *et al.* (2008); Searle *et al.* (2016); Cruz-Lopez *et al.* (2017); Ferreira-Rodriguez and Pombal (2018); Lei *et al.* (2021). Na overstromingen wordt vaak opnieuw begonnen met een legsel (bijvoorbeeld vastgelegd in: Erwin *et al.* (1998), Rounds *et al.* (2004).

### *Overstroming en broedhabitat*

Overstromingen zijn ook indirect van invloed op kustbroedvogels, namelijk via de broedhabitat. Door natuurlijke dynamiek met overstromingen verdwijnen geschikte broedplaatsen door erosie (Fasola & Canova 1996; Castellanos *et al.* 2001; Rocha *et al.* 2016). Anderzijds kunnen overstromingen (met zout water) vegetatiesuccessie vertragen zodat pionierstadia en geschikt broedhabitat langer behouden blijven (zie verder §3.2.1). Een Nederlands voorbeeld daarvan is het gebied Voorland Nummer Een (Westerschelde); dit gebied blijft geschikt voor de dwergstern doordat het gebied jaarlijks geploegd wordt en in de winter gemiddeld twee keer per jaar met zout water overstroomt (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Overstromingen zorgen er daarnaast voor dat predatoren als ratten zich minder makkelijk vestigen of door het water worden verdreven. Dit wordt onder andere ingezet in het Gasthuisbevang, Klein Beijerenpolder en het Piggat; daar wordt de waterstand in de winter verhoogd tot boven het streefpeil om de vegetatie-ontwikkeling te remmen en ook om predatoren (met name ratten) te bestrijden (persoonlijke communicatie W. Stempher). Naast voornoemde effecten zijn overstromingen belangrijk voor de voedselvoorziening van plevieren, die onder andere foerageren op droogvallende slikken.

### **3.1.4 Watertype**

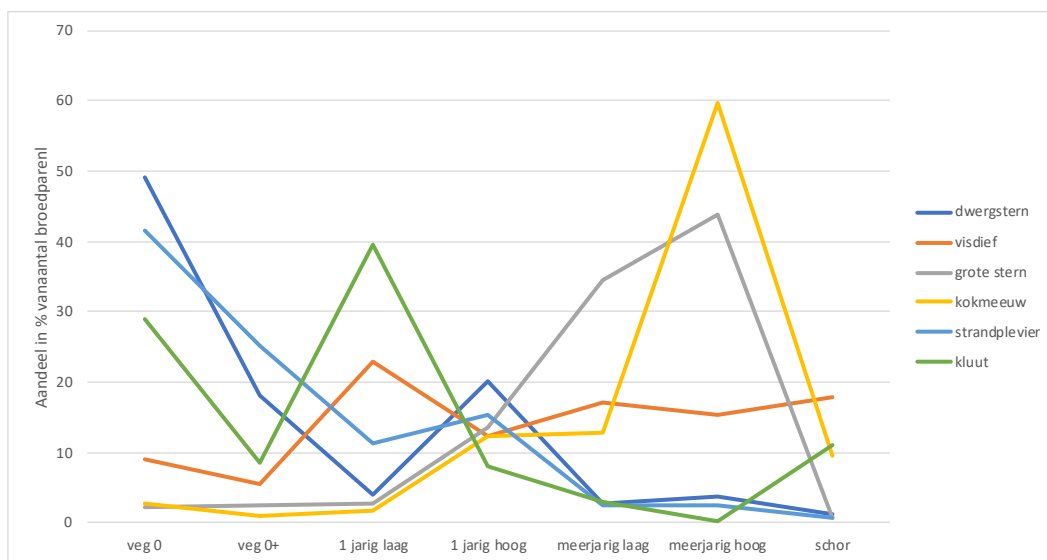
Het watertype is van grote invloed op de vegetatiesuccessie in de broedhabitat. Daarin is niet alleen de dynamiek in waterpeil van belang, maar ook het zoutgehalte van het water. Een grotere zoutinvloed in de bodem werkt namelijk vertragend op de vegetatiesuccessie. Gebieden die onder invloed staan van zoet water worden daardoor sneller ongeschikt als broedhabitat voor kustbroedvogels door vegetatiesuccessie dan brakke gebieden of zoute gebieden (Arts *et al.* 2000; Stienen & Schekkerman 2000) (zie meer hierover in §3.2.1). Kustbroedvogels broeden dan ook in de natuurlijke situatie in met name open kustlandschap waar in meer of mindere mate invloed van zout water is (broedvogelverspreidingskaarten Sovon.nl, onderzoek habitatkeuze bontbekplevier waarin dit ook naar voren komt: Cimiotti *et al.* (2019). Het zoutgehalte is van belang voor de habitat, maar ook bepalend voor het vóórkomen van geschikte prooisorten. Dit is onderzocht (Fieten & Bos 2021) voor kluten die broeden langs het vasteland van de Waddenkust. Het voorkomen van zeeduizendpoten, een belangrijke voedselbron voor de kluut, is afhankelijk van de saliniteit; buitendijks komen hogere aantallen voor dan binnendijks. Voor andere soorten werd dit verband

niet aangetoond, mogelijk verklaard door de kleine steekproef in ruimte en tijd. Ook andere kustbroedvogelsoorten gebruiken zoute milieus als foerageerhabitat. Zo zijn (borstel)wormen, waaronder zeeduizendpoten, een belangrijk onderdeel van het dieet van de bontbekplevier. Ook vlokreeften, diptera en kevers zijn belangrijke voedselbronnen in het intergetijdengebied en in de getijdenafzettingen (Jong 2020) (meer hierover in §3.2.2).

## 3.2 Biotische karakteristieken

### 3.2.1 Vegetatie en vegetatiesuccessie

Kustbroedvogels prefereren een open, weinig begroeide tot kale bodem als habitat (Richards & Morris 1984; Goutner 1990; Burgess & Hirons 1992; Fasola & Canova 1992; Schulz & Stock 1993; Fasola & Canova 1996; Arts 2000; Fojt *et al.* 2000; Nguyen *et al.* 2003; Medeiros *et al.* 2012; Gomez-Serrano & Lopez-Lopez 2014; Lamb *et al.* 2014; Lopes *et al.* 2015) waarbij de preferentie per soort kan verschillen. Beijersbergen (2016) heeft dit voor kustbroedvogels op de Hooge Platen gedetailleerd in beeld gebracht (Figuur 3.1).



**Figuur 3.1** Voorkeur van kustbroedvogels voor vegetatiezones op de Hooge Platen (bewerkt naar Beijersbergen 2016). Veg 0 = bedekking <4%, 0+ = bedekking 4-9%, eenjarig laag = schorrekruid, eenjarig hoog = zeeraket, loogkruid, strandmelde of melganzevoet, meerjarig laag = biestarwegras of zeepostelein, meerjarig hoog = strandkweek, zandhaver of helm. \

Het beschikbaar zijn van pionierstadia is dus van belang. Er zijn twee mogelijke verklaringen voor het selecteren van kale en schaars begroeide gebieden om te broeden; in open habitats kan de vogel grondpredatoren beter aan zien komen, of vogels selecteren op schaarse vegetatie omdat de predatiedruk door landpredatoren toeneemt naarmate de leeftijd van het gebied toeneemt en de vegetatie zich ontwikkelt, en dus een indirect verband bestaat tussen vegetatie en habitatgeschiktheid (Koenen *et al.* 1996b; Arts 2000). Anderzijds biedt vegetatie beschutting en kan daarmee bescherming bieden tegen predatie en slechte weersomstandigheden (Arts 2000;

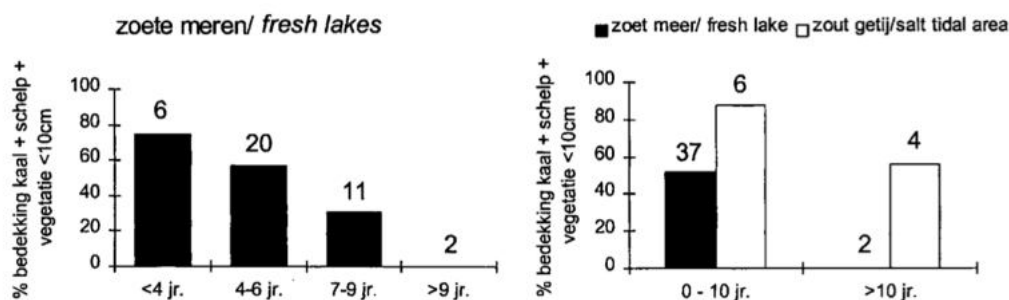
McGowan *et al.* 2018). De resultaten van het onderzoek van Gomez-Serrano and Lopez-Lopez (2014) ondersteunen de *trade-off* tussen beschut zijn versus zicht hebben op predatoren: zij vonden een hoger broedsucces bij nesten die verborgen waren tussen vegetatie, maar vogels bleken toch vooral locaties te kiezen met meer zicht. De bonte stern op het eiland Culebra (Puerto Rico) prefereerden door predatiedruk hogere vegetatie (Saliva & Burger 1989).

Naarmate de vegetatie zich verder ontwikkelt wordt het gebied op den duur minder geschikt voor kustbroedvogels (Arts *et al.* 2000). Kustbroedvogels zullen het gebied, afhankelijk van hun preferentie voor een bepaald ontwikkelingsstadium, geleidelijk verlaten. In de loop van deze ontwikkeling daalt het broedsucces (in o.a. Arts 1996, 2000; Powell & Collier 2000). Als de vegetatie te hoog wordt kunnen grote sterns in de vegetatie vast blijven zitten. Daarnaast is er met meer vegetatie meer dekking voor predatoren (meer over effecten in §3.3). Vegetatiegroei/verruiging wordt dan ook gelinkt aan de achteruitgang van populaties kustbroedvogels, zoals kluut en bontbekplevier (Aarts *et al.* 2008). De snelheid waarmee in een gebied de vegetatie zich ontwikkelt, is onder meer afhankelijk van het substraat, fluctuaties in waterpeil en zoutgehalte (zie §3.1). Daarmee is ook het profiel van broedlocaties belangrijk. Hoe hoger gebieden zijn des te sneller is de successie. Bijvoorbeeld, in het Pikgat hebben de hoger gelegen koppen veel opslag van riet, kruiden en bramen. Dit zijn ook de locaties waar de ratten zich ophouden (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein).

Arts *et al.* (2000) hebben onderzoek gedaan naar de duur van de geschiktheid van een gebied voor kustbroedvogels op basis van vegetatiebedekking. Na ongeveer 10 jaar is er in een zoet milieu bijna geen kaal substraat meer over, blijkt uit dit onderzoek. In een zout milieu is na 10 jaar nog ca. 50% kaal substraat over. Het aantal broedparen in zoete milieus piekte vrijwel direct na aanleg om na drie jaar al sterk terug te lopen (Arts *et al.* 2000). In zoute milieus bleven broedgebieden veel langer geschikt (Figuur 3.2, Figuur 3.3). Zo vond in de Scherpenissepolder na inrichting geen beheer plaats, waardoor het gebied dicht groeide met meidoorns. Er waren geen weidevogels of kustbroedvogels meer aanwezig (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Deze ervaring is er ook in het zoete Volkerakmeer en IJsselmeer; (2018); van der Winden *et al.* (2019) concluderen dat nieuw aangelegde eilanden maar korte tijd geschikt blijven en dat er om de drie à vier jaar nieuwe eilanden aangelegd zouden moeten worden om voldoende broedgebied te behouden. Eenzelfde resultaat (3-4 jaar) werd gevonden in Scarton *et al.* (2013).



**Figuur 3.2** Index van het gemiddeld aantal broedparen van strandplevier, dwergstern en visdief in zoete en zoute meren in het Deltagebied. Per gebied is het maximaal aantal broedparen op 100% gesteld. X-as weergeeft jaar naar aanleg. Strandplevier: zoet n = 35, zout n = 10; dwergstern: zoet n = 37, zout n = 11; visdief: zoet n = 31, zout n = 11. Bron: Arts *et al.* (2000).



**Figuur 3.3** Vegetatiebedekking van gebieden in relatie tot ouderdom. Alleen de zoete meren zijn uitgesplitst omdat de meeste gebieden in deze categorie vielen. Bedekking is gedefinieerd als: percentage van het gebied met kale grond + schelpen + vegetatie < 10 cm, per leeftijdsklasse van het gebied. Bron: Arts *et al.* (2000).

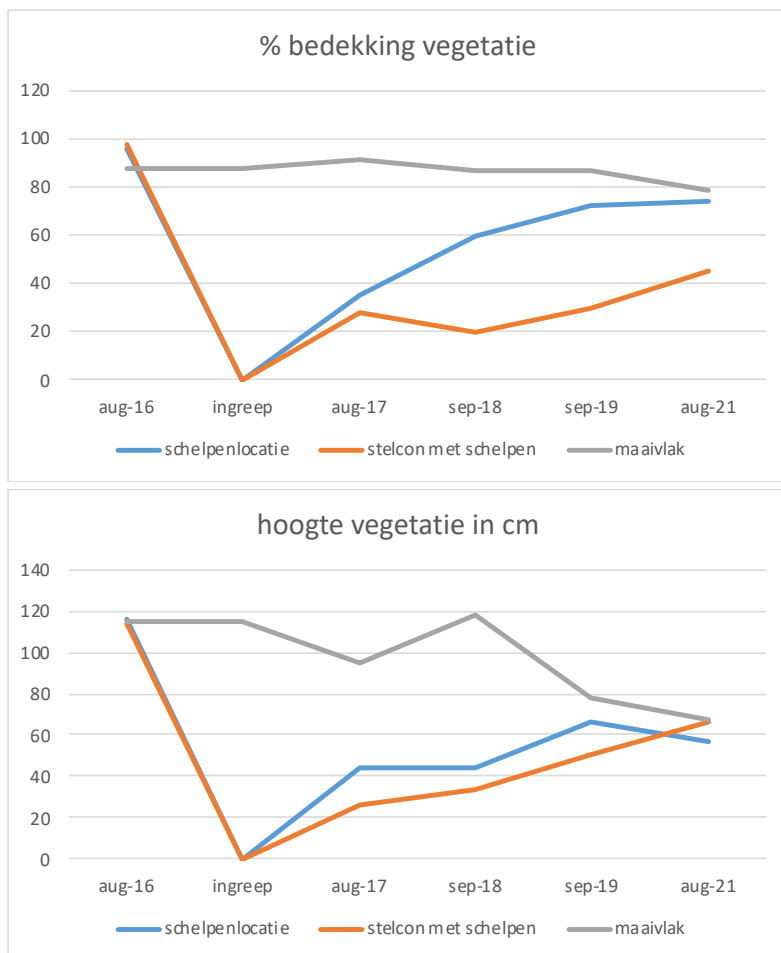
### Inrichting en beheer ten aanzien van vegetatie

Vegetatiesuccessie kan worden teruggedet door een natuurlijke proces als overstroming. In gebieden met natuurlijke dynamiek in waterpeil ontstaan en verdwijnen vanzelf geschikte broedplaatsen. Maar wanneer deze processen niet meer aanwezig zijn, en men kustbroedvogels wil behouden, is ingrijpen in de vegetatieontwikkeling noodzakelijk. Hieronder worden de maatregelen om vegetatiesuccessie tegen te gaan besproken.



### *Inrichting*

Bij de aanleg van een broedgebied voor kustbroedvogels kan bij de inrichting rekening worden gehouden met de mogelijkheden om de vegetatiegroei te beïnvloeden. Vegetatiegroei kan worden bemoeilijkt door het aanbrengen van een worteldoek in de ondergrond of door een andere anti-vegetatielaag aan te brengen. Lamb *et al.* (2014) testte het gebruik van een tweetal “*weed barriers*” in de broedhabitat van visdieven, allereerst door het aanleggen van een laag van krantenpapier met textiel, daaropvolgend door het aanleggen van kunstgras. Het kunstgras werd vaker geselecteerd door de visdieven dan het krantenpapier met textiel en kwam ook beter overeen met de karaktereigenschappen van natuurlijk broedhabitat van de visdieven over het hele seizoen. Na het wisselen van “*weed barrier*” laag, van krantenpapier met katoen naar kunstgras, was ook een toename waarneembaar in het aantal broedparen op de plots. Een Nederlands voorbeeld van het toepassen van een wortelgroei belemmerende laag zijn schelpenlagen, zoals toegepast bij de Scheelhoekeilanden in combinatie met Stelconplaten. Deze maatregel had hier een positief effect op het tegengaan van de vegetatiegroei; de vegetatiehoogte en bedekking bleven achter bij locaties met alleen schelpen en zeker ten opzichte van onbehandelde locaties (Figuur 3.4) (persoonlijke communicatie M. Broere). Na vijf seizoenen is er nog steeds een duidelijk effect van de Stelconplaten met schelpen ten opzichte van de schelpenbanken en alleen gemaaide locaties. De vegetatiehoogte is echter vergelijkbaar. Het effect van de schelpenbanken lijkt na ongeveer drie jaren te zijn uitgewerkt. Andere plekken waar schelpenlagen (in combinatie met andere vegetatie-remmende lagen) zijn aangebracht zijn Suzanne’s inlaag (Zeeland, persoonlijke communicatie W. Stempher), Oterdum (Groningen) waar op de broedlocatie eerst een laag kiezels aangebracht is en hierop een laag schelpen (persoonlijke communicatie A. Hendrinks), en Grevenhoek (Zeeland) waar een worteldoek met een schelpenlaag aangelegd is. Bij deze laatste bleek het, ondanks de maatregelen, moeilijk om de vegetatie weg te houden. Over het algemeen is het een race tegen de tijd, voordat alles dichtgroeit (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein).



Figuur 3.4 Effect van het aanbrengen van een schelpenlaag en Stelconplaten met schelpen ten opzichte van de vegetatiebedekking en -hoogte op locaties die jaarlijks gemaaid worden. Gegevens Natuurmonumenten.

Een ander mogelijkheid om tijdens het ontwerp en de inrichting van een gebied maatregelen te nemen tegen vegetatiegroei is door te sturen met het waterpeil. Door gebieden in de winter onder water te zetten wordt de vegetatie teruggezet (Akers & Allcorn 2006). Dit kan door (een deel van het) gebied af te graven, zodat het lager komt te liggen en sneller overstroomt. Een gebied waar door middel van verschillende hoogteligging van eilandjes voor verschillende soorten habitat is gecreëerd, is de Kaarspolder (Zuid-Beveland). De eilandjes voor visdieven liggen 10-20 cm boven het gemiddeld waterpeil en eilandjes voor kokmeeuwen 30-40 cm, zodat de laatste eilandjes eerder beschikbaar zijn en de vegetatiegroei eerder op gang komt (persoonlijke communicatie H. Vermin), overeenkomstig het geprefereerde habitat van kokmeeuwen. Ook kan middels stuwen het water kunstmatig worden opgezet of kwelbuizen geplaatst worden. Dit laatste is in het Deltagebied in verschillende binnendijkse gebieden toegepast, en ook in de Bantpolder (Noordoost Friesland). Het idee is dat door deze maatregel zout water via zanddoorlatende lagen in de gebieden met kustbroedvogels terecht kan komen. De ervaringen met deze kwelbuizen zijn matig; de kwelbuizen slibben veel dicht en soms drogen gebieden zelfs helemaal uit, zoals in de Jacobspolder. Het is onduidelijk wat wel werkt (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Ook in het Pikgat zijn kwelbuizen aanwezig, maar deze functioneren maar op 10% van de verwachte capaciteit. Om het streefpeil te

kunnen handhaven zijn hier daarom vier pompen geïnstalleerd: twee op zonnepanelen en twee op stroom (persoonlijke communicatie W. Stempher).

### *Beheer – vegetatie verwijderen*

Vegetatieverwijdering is ingezet in kustbroedvogelgebieden om broedpopulaties te behouden. Het doel van het verwijderen van de vegetatie in een gebied is om in het broedseizoen een geschikt habitat te hebben voor kustbroedvogels. Het verwijderen van vegetatie moet daarom ieder jaar voorafgaand aan het broedseizoen worden toegepast om effectief te zijn. Uit de interviews blijkt dat veel beheerders daarom in het najaar/winter de vegetatie verwijderen om het kort de winter in te laten gaan. Eventueel in combinatie met vegetatiegroei remmende maatregelen zoals het verhogen van het waterpeil (zie onderstaand). Vervolgens wordt het in het voorjaar nog eens vegetatie verwijderd om ervoor te zorgen dat het gebied klaar is voor het broedseizoen. Vegetatie verwijdering is ook ingezet om gebieden weer geschikt te maken. In niet alle gevallen keerden de broedvogels terug. Een voorbeeld waar dit niet gebeurde zijn de eilanden in Dungeness RSPB reserve, in England. Ondanks de maatregelen die genomen waren (het verwijderen van de vegetatie en anti-predator maatregelen) keerden de sterns niet terug naar het gebied. Vermoedelijk omdat elders betere broedlocaties zijn gevonden (Akers & Allcorn 2006).

Op verschillende manieren kan vegetatie van de broedlocatie worden beïnvloed, Dit kan bestaan uit het geheel of grotendeels verwijderen, zoals door ploegen, frezen, wegbranden, spuiten met herbiciden, of door de vegetatie terug te zetten zoals door klepelen, maaien en begrazing. Veelal wordt er een combinatie van maatregelen toegepast (Tabel 1). Lamb (2015) heeft de verschillende technieken naast elkaar gezet en vergeleken in effectiviteit. Begrazing was het meest effectief in de fase voor het opkomen van de vegetatie (in 60% van de toepassingen), hoewel de resultaten wel soort-afhankelijk waren. Andere succesvolle methoden waren handmatig verwijderen van vegetatie (50%), het toepassen van herbiciden (38%) en het wegbranden (36%). Al concludeerden Lamb et al. (2014) voor deze laatste maatregel dat de resultaten vaak van korte duur zijn; het gebied bleef na het wegbranden niet het gehele broedseizoen open wat tot het verlies van nesten leidde. Als opgenomen in Lamb (2015), bleek na het opkomen van de vegetatie het verwijderen van de top laag het meest effectief (75%), dit hield ook heel het broedseizoen stand. Methoden die in Nederland zijn toegepast zijn maaien (zoals in de gebieden Oterdum, Markiezaat, Markenje, eiland Suzanne's Inlaag, inlagen Hoedenskerke, eilanden Yerseke Moer, Sophiapolder, en meerdere gebieden in het IJsselmeergebied), ploegen (Scheelhoek eilanden), rupskraan met woelpoot (Oterdum, Groningen), klepelen (Scheelhoek eilanden, Andel, Groningen), branden (Markiezaat), waterpeil verhogen (Gasthuisbevang, Klein Beijerenpolder en het Pikgat), en begrazing (zuidkust van Schouwen-Duiveland en Andel, Groningen).

### Twee veelgebruikte methoden uitgelicht:

**Begrazing** - Begrazing is een relatief goedkope en effectieve manier om vegetatiesuccessie tegen te gaan. In de workshops kustbroedvogels (oktober 2021) is aangegeven dat dit buiten het broedseizoen plaats moet vinden. Aan begrazing in het broedseizoen kleeft namelijk een groot risico,

te weten vertrapping van de nesten van kustbroedvogels. Zo is de ervaring bij het Noordervroon dat bij warm weer het vee vaak naar broedeilandjes gaat en daar alles vertrappen of daar gaan liggen (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Ook bij de inlagen bij Hoedekenskerke is de ervaring dat het vee voor veel verstoring op de eilanden zorgt, door vertrapping door de koeien. Natuurmonumenten-Noord in Zeeland werkt veel met begrazing met een lage graasdruk om vertrapping te beperken. Hierbij wordt het begrazingsbeheer aangepast aan de draagkracht en de aanwezigheid van kustbroedvogels. Dit resulteert in een groot aantal verschillende begrazingsregimes langs de zuidkust van Schouwen-Duiveland. Daarnaast zijn er enkele laaggelegen inlagen waar geen begrazing wordt toegepast. Zo is in de Westenschouwense inlaag de begrazing gestopt vanwege de vertrapping (persoonlijke communicatie W. Stempher). Een voorbeeld van een gebied waar buiten het broedseizoen begrazing wordt toegepast is de Kaarspolder (Zuid-Beveland). Hier wordt pas eind augustus de hekken van het kustbroedvogeldeel opengezet en kan het vee de eilandjes begrazen. In de workshops kustbroedvogels (oktober 2021) werd tevens aangedragen dat mozaïekbeweiding een goede manier is om te differentiëren in de ruimte. Vee kan dan geweerd worden van bijvoorbeeld een broedeiland door een veeraster hierom heen te zetten.

**Maaien en afvoeren** - In de workshops kustbroedvogels (oktober 2021) werd aangegeven dat als alternatief voor begrazing vaak maaien en afvoeren wordt toegepast, maar dit betekent wel dat gebieden bereikbaar moeten zijn voor zwaar materieel. Bij aanleg en inrichting van nieuwe gebieden moet dus goed nagedacht worden over bereikbaarheid voor materieel (tijdelijk verlagen waterpeil, gebruik ponton etc.). Inzet vrijwilligers is veelal weinig effectief, alleen in kleine gebieden/eilandjes is dit zinvol. Bij maaien is het van belang dat dit altijd wordt gecombineerd met het afvoeren van het maaisel, omdat anders de bodem wordt verrijkt met meer verruiging tot gevolg. Het laten liggen van maaisel creëert ook schuilmogelijkheden voor predatoren zoals ratten (zie §3.3 en persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein).

Naast het verwijderen van vegetatie kan ook voorkomen worden dat vegetatie te snel opkomt. Dit kan door het aanbrengen van een grondbedekkingslaag, maar al had dit een positief resultaat, het was in één van de gevallen wel negatief voor het broedresultaat (Lamb 2015). Een methode waar ook in Nederland ervaring mee is, is het strooien van zout(water), zoals in de Jaap van Baarsenvallei op Voorne (van Steenis & van Zuijlen 2012), op de Scheelhoekeilanden op Goeree-Overflakkee (van Steenis & Poot 2013) en op het broedeiland bij de Houtribsluis (van der Winden & Niemeijer 2018). Het uitstrooien van zout had een positief effect op het remmen van de vegetatiegroei. De ervaring op de Scheelhoekeilanden is alleen wel dat de werking slechts van relatief korte duur is. Eén zoutbehandeling heeft ca. 2 seizoenen effect. Het is een dure maatregel, maar het werkt goed in een zoet milieu en zonder aanvullende maatregelen zoals langdurige inundatie of frequent maaien is er in zoete milieus geen manier om een gebied langdurig geschikt te houden voor kustbroedvogels (persoonlijke communicatie M. Broere).

In veel gebieden in Nederland is jaarlijks beheer nodig en is een enkele maatregel om de vegetatie terug te dringen niet afdoende, maar moet een pakket aan maatregelen worden ingezet om het

gebied open te houden. Zo is de ervaring dat beheer van de eilanden één keer in de drie jaar te weinig is om de vegetatie kort te houden, omdat houtige opslag dan niet meer goed te verwijderen is (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet bleek in de eerste jaren na aanleg ploegen goed te werken om de vegetatie weg te houden, maar naarmate de voedselrijkdom oploopt en de zaadbank toeneemt, is deze beheermaatregel kansloos. Frezen kan lokaal een nuttige aanvulling zijn om de vegetatiegroei af te remmen, maar moet als een aanvullende maatregel gezien worden. Zonder maaien en afvoeren, zout of andere maatregelen werkt het onvoldoende. Ook klepelen wordt hier als aanvullende maatregel gebruikt om vroeg in het broedseizoen het gebied een vrij open karakter te geven. Klepelen gaat echter op zichzelf de vegetatiegroei onvoldoende tegen. Klepelen wordt ook op plekken toegepast waar zout gebruikt is, omdat ook daar vegetatiegroei optreedt (persoonlijke communicatie M. Broere). Ook met een combinatie aan maatregelen is in zoete milieus maaien en afvoeren, ploegen en andere vegetatie verwijderende maatregelen veelal niet afdoende om de gebieden voor lange tijd geschikt te houden. Zoals hierboven vermeld, moet daarvoor één keer in de drie à vier jaar een grotere ingreep plaatsvinden, bijvoorbeeld het aanleggen van nieuwe gebieden of het opnieuw inrichten van een gebied (van der Winden *et al.* 2019). Natuurmonumenten (Delta) gebruikt daarom in grote lijnen een cyclus van drie jaar om gebieden geschikt te houden voor kustbroedvogels. Zo worden over het algemeen één keer in de drie jaar schelpen opgebracht. Maaien van ruigte vindt gefaseerd plaats, waarbij jaarlijks gekeken wordt of ingrijpen gewenst is. Globaal is de cyclus hier ook drie jaar. Soms wordt er ook een extra jaar geen schelpen gestrooid, omdat soorten als kokmeeuw, zwartkopmeeuw en visdief van wat extra ruigte profiteren. Langs de zuidkust van Schouwen worden sommige eilanden na verloop van tijd hersteld: toplaag afgraven/ afschuiven en het opbrengen van een dikke laag (30 cm) schelpen, zoals ook in Klein Beijerenpolder is gebeurd (persoonlijke communicatie W. Stempfer).

Tabel 3.1 Studies waarin onderzoek is gedaan naar het verwijderen van vegetatie of waarin vegetatieverwijdering als factor wordt meegenomen.

Studie	Locatie	Soort	Toegepaste maatregelen	Resultaat
<b>Akers and Allcorn (2006)</b>	Burrowes Gravel Pit, Engeland	visdief	maaien en vegetatie wegbranden	neutraal (keerden niet terug)
<b>Morris <i>et al.</i> (1992)</b>	Lake Erie, Amerika	visdief	vegetatie verwijderen (ongedefinieerd)	+
<b>Morris <i>et al.</i> (1980)</b>	Gull island, Amerika	visdief	maaien	+ (vermoeden)
<b>Lamb <i>et al.</i> (2014)</b>	Gulf of Maine, Amerika	visdief	vegetatie wegbranden	neutraal (effect maatregel korte duur)

<b>Burgess and Hirons (1992)</b>	RSPB reserves, Engeland	grote stern, dwergstern, kluut, Dougalls stern	vegetatie verwijderen, ploegen, spuiten met herbiciden	+
<b>Zanchetta et al. (2016)</b>	Hamilton, Amerika	reuzenster en visdief	combinatie aan maatregelen waaronder vegetatie verwijderen	+(voor voorkómen vestiging ring-snavelmeeuw)
<b>Feare et al. (2015)</b>	Denis Island, Seychellen	bonte stern	maaïen en verwijderen bomen	+
<b>Saliva and Burger (1989)</b>	Culebro, Puerto Rico	bonte stern	vegetatie verwijderen (ongedefinieerd)	neutraal (sterns werden niet aangetrokken)
<b>Lamb (2015) (review)</b>	Noord Atlantische oceaan	noordse stern, visdief, lachstern, Amerikaanse dwergstern, dwergstern, grote stern, dougalls stern, koningsstern	vegetatie wegbranden, spuiten met herbicide, zout(water) strooien, begrazing	+
<b>Schlesselmann et al. (2018)</b>	Waitaki River, Nieuw-Zeeland	Nieuw-Zeelandse stern	vegetatie verwijderen (ongedefinieerd)	neutraal (geen verbetering in broedsucces)
<b>Ottvall and Smith (2006)</b>	Öland, Sweden	bontbekplevier	begrazing	neutraal
<b>Eberhart-Phillips and Colwell (2014)</b>	Eel River, Amerika	Amerikaanse strandplevier	vegetatie verwijderen (ongedefinieerd)	+(hogere draagkracht, maar geen snellere populatiegroei)
<b>Zarnetske et al. (2010)</b>	Amerika	Amerikaanse strandplevier	vegetatie verwijderen, vegetatie wegbranden, spuiten met herbicide, ploegen, zout water toepassen	+(combinatie maatregelen)
<b>Katayama et al. (2010)</b>	Tama river, Japan	Japane bontbekplevier	vegetatie verwijderen (ongedefinieerd)	+
<b>Powell and Collier (2000)</b>	California, Amerika	westelijke sneeuwplevier	vegetatie verwijderen (ongedefinieerd)	neutraal (eerste jaar succesvol, daarna zakte het in)

### 3.2.2 Voedselbeschikbaarheid

Het voedselaanbod is een belangrijke sturende factor in de populatieontwikkeling van vogels; het heeft direct invloed op het gewicht van de jongen, de groei en overleving en dus op het broedsucces (Suddaby & Ratcliffe 1997). Voedselbeschikbaarheid (en de bereikbaarheid van dat voedsel) varieert over de seizoenen en de jaren, onder andere onder invloed van weer, doorzicht en getij (Stienen & Tienen 1991; Brenninkmeijer & Stienen 1994; Stienen *et al.* 2001; Brenninkmeijer *et al.* 2002; Paiva *et al.* 2006; Stienen 2006; Ramos *et al.* 2013; Scopel & Diamond 2018). Zo bleek sterke wind een grote negatieve invloed te hebben op de voedselvoorziening voor de jongen van grote sterns, door suboptimale foerageeromstandigheden en meer kleptoparasitisme (Brenninkmeijer & Stienen 1994; Stienen *et al.* 2001; Stienen 2006). Ook Scopel and Diamond (2018) vonden dat bij ongunstige weersomstandigheden minder vis werd aangeboden aan de jongen (meer over de effecten van kleptoparasitisme in §3.6.1 en weersomstandigheden in §3.5).

Wanneer voedselbeschikbaarheid voor visetende kustbroedvogels in een jaar beperkt is, heeft dit ook indirect een effect op het broedsucces. Minder beschikbaar voedsel maakt namelijk dat er meer tijd moet worden geïnvesteerd in foerageren door de ouder vogels om voldoende voedsel te verzamelen. De ouders zijn daardoor minder aanwezig bij het nest en jongen zitten vaker onbeschermd. Meer tijd kwijt zijn aan het foerageren gaat dus ten koste van de tijd die geïnvesteerd kan worden in het verdedigen van het nest (Suddaby & Ratcliffe 1997; van der Winden *et al.* 2019). Een relatie tussen voedselbeschikbaarheid en predatiedruk werd onder andere vastgesteld voor visdieven in het IJsselmeergebied; in jaren met weinig spiering (hoofdvoedsel), en dus weinig voedsel voor de visdiefkuikens, trad er meer predatie op door meeuwen. In andere jaren was het broedsucces van de jongen wel hoog, terwijl het aantal broedende kokmeeuwen vergelijkbaar was (van der Winden *et al.* 2019) (meer over de invloed van predatie op broedsucces van kustbroedvogels in §3.3).

Soorten hebben hun eigen prooikeuze en daaraan gerelateerde voorkeur voor een foerageergebied. Afhankelijk van de locatie en de strategie kan een bepaalde vissoort meer of minder belangrijk zijn in het dieet. Dit varieert ook over tijd, doordat soorten zich aanpassen aan de beschikbaarheid van prooien (Shealer 1998). Voedselbronnen bestaan voor sterns uit kleine visjes, waaronder zandspiering, smelt, sprout en jonge haring.

Voorbeelden van dieetonderzoeken bij sterns en hun resultaten:

#### *Visdief*

Jennings *et al.* (2012) toonden aan dat sprout 69 – 90% van het dieet uitmaakte van visdieven in Schotland. Voor visdieven, broedend in de Banter See, Willems haven, en op het eiland Minsener Oog in de Waddenzee bleek het broedsucces te worden bepaald door de aanwas aan haring in de Noordzee en de dichtheid aan sprout in de Waddenzee (Danhardt & Becker 2011). In het IJsselmeer zijn de visdieven vooral afhankelijk van spiering; ook in de jaren met weinig spiering brengen ze deze prooi naar hun kuikens (van der Winden *et al.* 2019).

### *Noordse stern (en visdief)*

Robertson *et al.* (2016) vergeleken het dieet van noordse sterns en visdieven in een kolonie in Engeland en vonden een verschil in prooikeuze; noordse sterns hadden een hoger percentage aan kleine zandspiering, terwijl visdieven een hoger percentage aan grotere sprot naar hun jongen brachten. Op het broedeiland De Stern in de Eems wordt sinds de aanleg onderzoek gedaan naar het dieet van de visdieven en noordse sterns die daar broeden met behulp van nestcamera's en het maken van foto's van de prooien die worden teruggebracht. Uit de waarnemingen bleken haringachtigen (haring en sprot) en zandspiering) de belangrijkste prooien te zijn voor zowel de visdieven als de noordse sterns aldaar, ongeacht de fase in het broedseizoen (Manche *et al.* 2021). Dat noordse sterns daarnaast ook in grote mate kunnen foerageren op garnalen, bleek uit waarnemingen van foeragerende noordse sterns (en visdieven) in de Eemshaven over 2016-2020. Het aandeel van andere voedselbronnen dan haringachtigen, zoals garnalen, lijkt groter te zijn in jaren met lagere aantallen haring (Roodbergen & Duijns 2022).

### *Grote stern*

Ook voor grote sterns die broeden op Griend, in de Waddenzee, is haring een belangrijke voedselbron. Er werd voor deze kolonie een duidelijk verband aangetoond tussen de hoeveelheid jonge haringen in de Noordzee en het aantal broedparen van de grote stern op Griend (Brenninkmeijer & Stienen 1994). Over de periode 1992-1998 bestond het dieet van kuikens van de grote stern in deze kolonie voor meer dan 99% uit haringachtigen en zandspieringen. Ook in de recente jaren bestond het voedsel van de grote sterns op Griend voor een groot deel uit haringachtigen (haring of sprot) en zandspiering (Veen (1977), Stienen (2006), Govers & Reijers (2021), Griendverslagen 1964-2021 in Brenninkmeijer *et al.* 2022).

Niet alleen het type prooi is van belang voor het broedsucces van sterns. Ook het formaat van de prooien is van invloed. Monaghan *et al.* (1989) onderzochten het dieet van noordse sterns in een tweetal kolonies in het Verenigd Koninkrijk, in een succesvolle kolonie op Coquet Island en een niet-succesvolle kolonie op Shetland. Het aangebrachte voedsel en de voedselgrootte werd door middel van observaties vastgesteld en het gewicht van de jongen werd gemeten. De dieetsamenstelling van het voedsel dat werd aangeleverd was voor beide kolonies vergelijkbaar, namelijk zandspiering, maar de kuikens op Shetland kregen vissen van een kleiner formaat dan op Coquet Island. Het tegenvallende broedsucces op Shetland leek dan ook vooral te worden veroorzaakt door een tekort aan zandspiering van het juiste formaat om te voeren aan de jongen, waardoor de kuikens trager groeiden en het merendeel van de kuikens al snel doodging. Ook de conditie van de ouder vogels bleek slecht. Het belang van verschillende leeftijdsklassen aan vissen voor noordse sterns werd ook gevonden in onderzoek van Monaghan *et al.* (1992).

Plevieren foerageren op ongewervelden zoals wormen, spinnen en insecten en doen dat in de nabijheid van de broedhabitat in de kustlijn. In onderzoek naar het foeragegedrag en verstoringen van broedende bontbekplevieren op het Oranjezon strand en de Veerse Gatdam/het Banjaardstrand, in Zeeland, werd waargenomen dat bontbekplevieren voornamelijk foerageren in het



intergetijdengebied en in getijdenafzettingen. In de getijdenafzettingen waren prooien in overvloed aanwezig, in de vorm van insecten – tweevleugeligen (*Diptera*), vlokreeften (*Amphipoda*) en kevers (*Coleoptera*). De keuze van de broedhabitat is voor plevieren een *trade-off* tussen hetgeen benodigd is in de nest-fase en hetgeen benodigd is in de opgroei-fase van de jongen (dwergplevier; Wiltermuth *et al.* (2015)). Tussen soorten bestaan op dit punt wel belangrijke verschillen. De bontbekplevier blijft veelal in de buurt van zijn broedlocatie, terwijl de strandplevier deze met zijn jongen juist verlaat. Ook de kluut kan zich met zijn jongen naar geschikte foerageergebieden verplaatsen. Voor een soort als de kluut is het van belang dat in de nabije omgeving zeer ondiep water met slijk beschikbaar is om in te foerageren (Fieten & Bos 2021). Fieten and Bos (2021) hebben in 2020 het dieet van klutenkuikens in een vijftal binnendijkse en buitendijkse broedgebieden langs de Noord-Nederlandse kust onderzocht, namelijk in het Amstelmeer, Hegewiersterfjild, de Klutenplas in Westernieland, polder Breebaart en Kluteneiland Dollard. Hierbij zijn onder andere DNA-monsters genomen van uitwerpselen. Daaruit bleek dat insecten een belangrijke prooisoort zijn voor de klutenkuikens in deze gebieden. Vliegen en muggen (*Diptera*) hadden het grootste aandeel onder de insecten. Ook is in dit onderzoek het terreingebruik en gedrag van de kluten onderzocht. Het waargenomen foerageergedrag (het pikken naar voedsel) van klutenkuikens op slikranden en in ondiep water bevestigt het belang van insecten als voedsel (Fieten & Bos 2021). Onderzoek in de Klutenplas, Westernieland, in 2022 laat eenzelfde gedrag zien. Naast insecten werden in de analyse van de DNA-monsters ook veel kreeftachtigen, mosselkreeftjes, borstelwormen en spinnen in de monsters aangetroffen. De pullen bleken een grote variatie te hebben in geconsumeerde prooidieren, afhankelijk van de voedselbeschikbaarheid in een gebied (Fieten & Bos 2021). Gezien het belang van ondiep water en slikranden in de nabije omgeving van het broedgebied kunnen fluctuaties in het waterpeil van grote invloed zijn op de overleving van klutenpullen (Fieten and Bos (2021)). Zowel te lage waterstanden, waardoor foerageergebieden uitdrogen, als te hoge waterstanden, waardoor foerageergebieden tijdelijk niet meer bruikbaar zijn, kunnen een negatief effect hebben (meer over de effecten van fluctuaties in waterpeil in §3.1.3).

#### *Maatregelen ten behoeve van de voedselbeschikbaarheid*

Maatregelen moeten zich erop richten om voldoende water in de (binnendijkse) gebieden te houden en zo foerageermogelijkheden te kunnen blijven bieden voor kluten en hun pullen. Uitdroging gedurende het broedseizoen moet dus voorkómen worden. Maatregelen nemen op gebiedsniveau in het kader van de voedselbeschikbaarheid voor sterns is lastiger, omdat hiervoor meestal gebiedsoverstijgende maatregelen nodig zijn, zoals verbetering van de visbeschikbaarheid in de Noordzee en Waddenzee en factoren die daarop van invloed zijn, zoals visserij. Meerdere studies geven overduidelijk het belang aan van voedselbeschikbaarheid en het broedsucces van sterns (o.a. visdief in het IJsselmeergebied, noordse sterns en haring op de Noordzee), dus bijvoorbeeld het reduceren van de impact van visserij via beleid beïnvloeding is van belang.

### 3.3 Predatie en verstoring door predatoren

#### 3.3.1 Predatie

Door onderzoekers van kustbroedvogelpopulaties wordt predatie vaak genoemd als belangrijke, dan wel belangrijkste, drukfactor voor het broedsucces. Ditzelfde geldt voor beheerders van gebieden met kustbroedvogels, blijkt uit de interviews en de workshops kustbroedvogels die in oktober 2021 in de Delta en het IJsselmeer- en Waddengebied zijn gehouden. De impact van predatie is met name hoog wanneer (kwetsbare) soorten relatief geconcentreerd broeden in specifieke gebieden. Er is dan weinig risicospreiding binnen een gegeven populatie. Verlies van geschikt broedhabitat werkt dit proces in de hand. Omdat predatie een belangrijke drukfactor is op populaties van kustbroedvogels, is het relatief vaak onderwerp van onderzoek. De onderzoeken hebben betrekking op het vaststellen van aanwezigheid van predatie, het type predator, de predatiedruk, de effecten van predatie en maatregelen om predatie tegen te gaan. In het geval van predatie door (grote) meeuwen wordt veelal ook het effect van concurrentie om broedplek meegenomen in het onderzoek.

Vaststellen van predatie wordt veelal indirect gedaan door het waarnemen van aanwezigheid van predatoren, bijvoorbeeld door visuele observaties, het inzetten van wildcamera's en het neerzetten van vallen om predatoren te vangen (tevens een beheermaatregel, zie beheermaatregelen onderstaand) (Neuman *et al.* 2004; Rodriguez *et al.* 2006; Erwin *et al.* 2007; Peck *et al.* 2008; Ratcliffe *et al.* 2008; Amaral *et al.* 2010) of het waarnemen van predatorsporen, zoals pootafdrukken en resten van eischalen en jongen of het verdwijnen van eieren en/of jongen. In verschillende onderzoeken is predatie met wildcamera's vastgesteld (Erwin *et al.* 2007; MacDonald & Bolton 2008; Calladine *et al.* 2017; Ferreira-Rodriguez & Pombal 2018; Schlesselmann *et al.* 2018). Welke soorten verantwoordelijk zijn voor de predatie, is onder andere afhankelijk van de in de omgeving voorkomende predatoren en de karakteristieken van de broedlocatie, oftewel locatieafhankelijk. Een eiland dat ver uit de kust ligt is bijvoorbeeld niet bereikbaar voor grondpredatoren, predatie kan dan wel vanuit de lucht plaatsvinden, tenzij er sprake is van introductie van soorten. Ook de mate van getij die aanwezig is in een gebied, speelt een rol in de bereikbaarheid. Van het buitendijks gelegen gebied Kwistenburg in het Veerse Meer, Provincie Zeeland, waar nauwelijks getijdebeweging is, lopen egels in de zomer tot in de zeekraalvegetatie (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Veel voorkomende (potentiële) predatoren van kustbroedvogels, hun jongen en/of eieren zijn vossen, (grote) meeuwen, ratten, kraaiachtigen, roofvogels en kleine marterachtigen. Langs de vastelandskust van het Waddengebied vormt predatie door vossen een belangrijk probleem, waardoor maatregelen genomen moeten worden om de kustbroedvogels succesvol te laten broeden. In het Deltagebied zijn de ratten de laatste jaren als probleem toegenomen. Ze vormen op dit moment een groter probleem dan vossen (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Ook predatie door grote meeuwen speelt in de Delta een prominente rol (Workshops kustbroedvogels oktober 2021). Andere genoemde predatoren zijn reigerachtigen en andere vogels, zoals de steenloper, meerkoet, waterhoen en scholekster. Ook honden en katten worden genoemd als (potentiële) predator. In het verleden was de mens als eierverzamelaar een belangrijke predator. Zo werden Griend en ook gebieden in Zeeland verpacht om professioneel eieren te kunnen

verzamelen. In zijn algemeenheid geldt dat predatoren, afhankelijk van de beschikbaarheid van prooidieren, plots kunnen overschakelen op eieren en jongen van kustbroedvogels als prooi.

Een deel van de studies onderzocht nestsucces (het aantal uitgekomen eieren, dan wel verloren gegane eieren en de oorzaken daarvan) van de broedpopulatie(s). Daaruit komt naar voren dat het percentage nesten dat verloren gaat door predatie sterk verschilt tussen locaties, van 0 en 94% verlies (Tabel 3.2). Er zijn dus locaties waar predatie een hoge mate aan sterfte heeft veroorzaakt en dus een grote invloed heeft op het broedsucces en er zijn enkele locaties waar waarschijnlijk andere drukfactoren een grotere rol hebben gespeeld. Ook zonder predatie kan een populatie een laag broedsucces hebben. In de workshops kustbroedvogels (oktober 2021) werd gesteld dat de relatieve impact van predatie groter is in kleine en kwetsbare populaties van kustbroedvogels, dan in grote, en daarmee veelal robuuste, populaties. Het kan ook zo zijn dat daar de impact minder zichtbaar is, dit is niet duidelijk. Er is gesteld dat in een gefragmenteerd landschap, predatie de hoofdoorzaak is van de achteruitgang van populaties. Toename van grondpredatoren gaat vaak hand in hand met andere factoren zoals uitdrijving (betere bereikbaarheid van broedlocaties).

*Tabel 3.2 Studies waarin onderzoek is gedaan naar nestsucces van kustbroedvogelpopulaties en predatie als factor is benoemd. Nestsucces is gedefinieerd als % uitgekomen eieren (e) of % nesten met uitgekomen eieren (n). \* heeft betrekking op sterns en schaarbekken. \*\* heeft betrekking op predatie door meeuwen en betreft zowel sterns als schaarbekken.\*\*\*betreft het percentage locaties met broedsucces/predatie als gerapporteerde oorzaak van het mislukken van de nesten.*

Studie	Locatie	Soort	Nestsucces (%)	Verlies van nesten door predatie (%)
<b>AlRashidi et al. (2011)</b>	Farasan Islands, Saudi-Arabië	strandplevier	15 (n)	80
<b>Amat and Masero (2004)</b>	Fuente de Piedra, Spanje	strandplevier	?	54
<b>Bouakkaz et al. (2017)</b>	Algerije	strandplevier	70 (n)	9
<b>Schulz and Stock (1993)</b>	Eiderstedt, Duitsland	strandplevier	65 (n)	19
<b>Colwell et al. (2011)</b>	Eel River, Amerika	Amerikaanse strandplevier	55 ± 22 (n) (2001-2009)	30 ± 13 (2001-2009)
<b>Lauro and Tanacredi (2002)</b>	Breezy point, Amerika	dwergplevier	50 (e) (1988-1996)	80 (1988-1996)
<b>Rimmer and Deblinger (1990)</b>	Crane beach, Amerika	dwergplevier	25 (n)	94 (zonder maatre)
<b>Zefania et al. (2008)</b>	West kust Madagaskar	madagaskarplevier	27 (n)	30
<b>Cuervo (2004)</b>	Veta la Palma, Doñana Natural Park, Spanje	kluut	29 (n)	19
<b>Catry et al. (2004)</b>	Lagoa de Santo André Nature Reserve, Castro Marim Nature Reserve, Ria Formosa Natural Park, Portugal	dwergstern	12-50 (n)	14-51
<b>Wilson et al. (2020)</b>	Verenigd Koninkrijk	dwergstern	57***	48***

<b>Searle et al. (2016)</b>	Jumpinpin, Australië	dwergstern	39 (n)	33
<b>Wang et al. (2014)</b>	Poplar Island, Amerika	visdief	15 (n)	9
<b>O'Connell and Beck (2003)</b>	Virginia barrier islands, Amerika	visdief, Amerikaanse dwergstern, lachstern	3 (e)*	27**
<b>Schlesselmann et al. (2018)</b>	Waitaki River, Nieuw-Zeeland	Nieuw-Zeelandse stern	51-56 (n) (2015/2016- 2016/2017)	22-36 (2015/2016- 2016/2017)

### 3.3.2 Verstoring door predatoren

Naast sterfte veroorzaken predatoren ook verstoring onder kustbroedvogels. Eén van de strategieën van dieren om te reageren op een naderende predator is weg te vluchten (Gomez-Serrano & Lopez-Lopez 2017). Dit gedrag kan ervoor zorgen dat het nest met daarin de eieren of kuikens onbeschermd achterblijft. Aanwezigheid van predatoren in een gebied kan daardoor naast de sterfte veroorzaakt door deze predator leiden tot extra predatie, doordat andere predatoren worden gefaciliteerd. Dit werd onder andere waargenomen in het onderzoek van Shealer and Kress (1991); nachtelijke verstoring door predatie door een kwak zorgde ervoor dat nesten van sterns werden verlaten en zilvermeeuwen, grote mantelmeeuwen, steenlopers en mieren vrij toegang hadden tot de verlaten nesten. Ook in het veldverslag van de monitoring op Machias Seal Island (Verenigde Staten) is het verlaten van nesten door verstoring door slechtvalken beschreven. Naast het tijdelijk verlaten van nesten kan verstoring door predatoren ook leiden tot het permanent verlaten van nesten. Dit is onder andere waargenomen in het onderzoek van Bell (2017); door verstoring door konijnen, hazen en edelherten verlieten de sterns hun nest waar ze nadien ook niet meer naar terugkeerden. Ook is bekend dat bij nachtelijke predatie sterns de kolonie 's nachts verlaten. Hierdoor werd de broedtijd van de eieren met meerdere dagen verlengd. De reactie van kustbroedvogels op predatoren verschilt per soort en type predator (*bijvoorbeeld* roofvogel *versus* landpredator).

### 3.3.3 Inrichtingsmaatregelen ter voorkoming van predatie

#### *Inrichting van het gebied*

Predatie door landroofdieren kan beperkt worden door hier bij de inrichting van het gebied al rekening mee te houden. Dit kan door het isoleren van broedlocaties van kustbroedvogels door ze te omgeven door water of het aanleggen van kunstmatige eilanden in de vorm van pontons of vloten. Door het creëren dan wel aanleggen van een kunstmatig eiland wordt de predatiedruk door grondpredatoren weggenomen. Wel kan er nog predatie door luchtpredatoren plaatsvinden. Dit lijkt met name in de eerste jaren te spelen, wanneer er nog weinig broedparen zijn. In latere jaren speelt dit minder. Dit komt vermoedelijk door de hoge dichtheid aan visdieven op vloten. De vestiging van één of meerdere grote meeuwen op een vlot kan wel zorgen voor predatie en het ongeschikt maken van het vlot als broedplek voor sterns (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein).

Of een gecreëerd eiland succesvol is, hangt af van de afstand tot het vasteland en dus de bereikbaarheid van het eiland, vlot of ponton voor grondpredatoren. De benodigde afstand tot het

vasteland is afhankelijk van het soort predator. Egels worden al door een smalle watergang tegengehouden, terwijl vossen de Haringvrieter in het Veerse Meer wisten te bereiken, hoewel dit eiland 300 m uit de oever ligt. Ook de voorlopige resultaten van het zenderonderzoek aan vossen en steenmarters door Ecosensys leveren belangrijke inzichten op: vossen bijvoorbeeld laten zich niet afschrikken door slikplaten in intergetijdgebieden. Voorbeeld daarvan is broedeiland Stern op 400 m uit de kust, waar uiteindelijk toch een vos terecht komt. Ook het lage broedsucces van kustbroedvogels in combinatie met zenderwerk aan vossen laten voor het eiland in Polder Breebaart zien dat water alleen niet afdoende is om vossen buiten te houden. Hier was een 50 m brede watergang gerealiseerd, maar het tweede broedseizoen wist een vos al het broedgebied te betreden. Zenderwerk aan jonge kluten liet in de Klutenplas (Dollardkwelder) dat ouders met hun jongen over het algemeen het eiland binnen 2 dagen na het uitkomen van de eieren het eiland verlieten waarna jonge kluten extreem hoge mortaliteit lieten als gevolg van predatie door de vos. Ook ratten kunnen flinke afstanden zwemmend overbruggen. Een afstand van 20-30 m hoeft geen probleem te vormen, zoals waargenomen werd bij Het Pikgat en Suzanne's Inlaag. De afstanden zijn hier 25 m tot het vaste land en er was veel predatie door ratten (persoonlijke communicatie W. Stempfer, S. Lilipaly en M. Hoekstein). Echter, ook afstanden van 100-150 m kunnen overbrugd worden door ratten, zoals bij de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet gebeurd is. Over het algemeen houdt een waterpartij van 30-60 m veel landpredatoren tegen. Bij veel vossen dient de afstand echter minstens een paar honderd meter te zijn (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Om een broedlocatie, ongeacht de afstand tot het vasteland, te beschermen tegen landpredatoren kan als extra maatregel een elektrisch raster worden geplaatst (zie onderstaand meer over deze inrichtingsmaatregel).

Tijdens de workshops kustbroedvogels (oktober 2021) werd aangedragen dat bij de aanleg van nieuwe gebieden, het van belang is om, afhankelijk van de doelsoort(en), voedselbeschikbaarheid mee te wegen in de locatiekeuze van nieuwe gebieden (zie ook voedselbeschikbaarheid). Bij voorkeur is er in de directe omgeving van nieuw aangelegde gebieden genoeg voedsel beschikbaar voor adulte en kuikens. Is er onvoldoende voedsel beschikbaar, dan gaan ze grotere afstanden afleggen, wat de kans op predatie of verhongering vergoot.

#### *Substraat*

Bij Oterdum (Groningen) is een kiezelrijk substraat aangebracht met daarop een schelpenlaag. Dit is enerzijds gedaan om de vegetatiegroei te beperken, anderzijds om de mogelijkheid voor ratten om holen te graven te beperken.

#### *Schuilplaatsen en nestboxen*

Door bij de inrichting van het gebied rekening te houden met predatoren kan de mate van predatie en dus sterfte in een populatie worden verminderd. Dit kan door het plaatsen van schuilplaatsen of nestboxen op een geschikte locatie. Alle vier de onderzoeken naar de effectiviteit van deze maatregel rapporteerden een positief effect (Tabel 3.3); de predatie was sterk verminderd, dan wel het aantal broedparen steeg. Op het broedeiland van Oterdum (Groningen) zijn gresbuizen (rioolbuis van klei) geplaatst als schuilplaats voor jonge visdieven. Naast het verminderen van predatie door vogelpredatoren kunnen schuilplaatsen of nestboxen ook bescherming bieden tegen verpletting,

door menselijke activiteiten bijvoorbeeld, en biedt het een betere mogelijkheid tot thermoregulatie (Maguire *et al.* 2011). Schuilplaatsen werken het beste in open gebieden waarin geen natuurlijke schuilplaatsen aanwezig zijn en er sprake is van een hoge recreatie- en/of predatiedruk.

Tabel 3.3 Onderzoeken naar de effectiviteit van schuilplaatsen en nestboxen voor kustbroedvogels.

Studie	Locatie	Soort	Type	Resultaat
<b>Maguire <i>et al.</i> (2011)</b>	Mornington Peninsula, Bellarine Peninsula and Bass Coast, Amerika	zwartkopplevier	schuilplaats	+
<b>Burness and Morris (1992)</b>	Lake Erie, Amerika	visdief	schuilplaats	+
<b>Jenks-jay (1982)</b>	Natucket island, Amerika	Amerikaanse dwergstern	schuilplaats	+
<b>Morrison and Gurney (2007)</b>	Coquet island, Engeland	Dougalls stern	nestbox	+

### Elektrisch hek

Een andere mogelijkheid om predatie van kustbroedvogels en hun eieren en jongen te verminderen is het plaatsen van rasters en (elektrische) hekken. De rasters en hekken kunnen zowel ingezet worden om grondpredatoren buiten de broedlocatie te houden, maar ook recreanten en vee. White and Hirons (2019) hebben voor de RSPB (de Britse equivalent van Vogelbescherming Nederland) over dit onderwerp een uitgebreide handleiding opgesteld. Ten tijde van het schrijven van onderhavig rapport, is de handleiding van White & Hirons (2019) nog een intern document. Een aantal belangrijke overwegingen uit White & Hirons zijn:

- De plaatsing van een elektrisch hek/exclusions fences is alleen zinvol in een gebied waar geschikt broedhabitat aanwezig is en waar beheer wordt toegepast. Gezien de benodigde inspanning voor aanleg en beheer van elektrische hekken, is het vooral zinnig om toe te passen in gebieden met hoge aantallen broedparen, maar waar door grondpredatoren geen jongen groot worden. Dit kan ook gelden voor gebieden met potentie voor hoge aantallen broedparen maar dit niet tot uiting komt door aanwezigheid van grondpredatoren.
- Hekken werken alleen als ze goed worden geplaatst en onderhouden worden, in combinatie met effectief beheer (onderstaand meer over de effectiviteit van elektrische hekken, met enkele voorbeelden).
- Geen enkel hek is volledig effectief voor onbepaalde tijd, met name niet voor vossen.
- Er zijn verschillende typen exclusion fences, waaronder barrière hekken en elektrische hekken, of een combinatie van beiden, welke permanent of tijdelijk kunnen worden toegepast. Per situatie/gebied dient bekeken te worden wat een geschikt ontwerp voor een exclusion fence is. Daarbij moet nagedacht worden over het landschap, de doelsoorten (zowel vogels als grondpredatoren), welke andere vogelsoorten aanwezig zijn en een effect kunnen ondervinden van het hek, en de capaciteit bij terreinbeheerders voor actief onderhoud van de systemen.

Bij het plaatsen van een elektrisch hek dient rekening te worden gehouden met de doelsoort. Voor sterns is het bijvoorbeeld voldoende om de zone met nesten af te zetten en zo te beschermen. Voor nestvlinders, als plevieren en kluten, dient een groter deel van het gebied te worden afgezet, omdat zij met hun (kwetsbare) kuikens in de omgeving foerageren. Voorkomen moet worden dat er een kleinmazig raster op de buitenrand van eilandjes wordt gezet, omdat hierdoor kluten en plevieren dan niet met hun jongen het eiland kunnen verlaten om te foerageren. Zowel de eilanden als het bijbehorende foerageergebied dienen dus omrasterd te worden. Overigens is de toepasbaarheid daarvan afhankelijk van het totale areaal wat de kluten gebruiken. In grootschalige dynamische gebieden kan de toepassing van volledig uitrasteren een onmogelijke opgave zijn. Van jonge kluten is bijvoorbeeld bekend dat ze zich samen met de ouders in tijdbestek van dagen over afstanden van vele honderden meters kunnen verplaatsen. Door Het Zeeuwsche Landschap is het succesvol toegepast in Sint Laurens Weihoek boven Middelburg; hier komen kluten succesvol te broeden. Hier wordt gebruik gemaakt van dassengaas met aan de buiten- en binnenzijde stroomdraden. Wel bestaan er soortspecifieke verschillen.

Het merendeel van de onderzoeken waarin de effectiviteit van elektrische hekken zijn onderzocht, laten positieve resultaten zien (Tabel 3.4); de grondpredatoren worden (grotendeels) buitengehouden en nesten worden substantieel minder gepredeerd. Aandachtspunt is wel de toepassing van elektrische hekken op stranden. In de intergetijdenzone kan het hek namelijk niet worden neergezet en kunnen predatoren (vos) dus nog steeds passeren (Patterson 1977). Doordat slechts een klein deel passeerbaar is, worden bewegingspatronen wel voorspelbaarder en kunnen er gerichte andere beheermaatregelen worden toegepast (zoals bijvoorbeeld afschot; Patterson (1977)). Een ander aandachtspunt is het ontwerp van het hek. In het onderzoek van Boer (2019) in de Klutenplas, provincie Groningen, bleek keer op keer na aanpassingen van het raster, dat de vos toch het raster kon passeren, zelfs na het plaatsen van een extra elektriciteitsdraad boven op het permanente raster. Geconcludeerd wordt in De Boer (2019) dat de afstand tussen de draden niet te groot moet zijn. Een kleinere afstand tussen de draden moet voorkómen dat de vos het raster kan passeren. De maaswijdte van een standaard schapenraster is bijvoorbeeld al te ruim voor een vos, er zijn voorbeelden op video vastgelegd dat vossen door de mazen weten te springen (persoonlijk communicatie P. Esselink). Daarnaast vraagt een elektrisch raster regelmatige controle op storingen (uitvallen van stroom) en onderhoud om het effectief te houden (zie ook (White & Hirons 2019) . Dit betreft niet alleen onderhoud aan het raster zelf, maar ook het korthouden van vegetatie om kortsluiting te voorkomen (aangegeven in de workshops kustbroedvogels, oktober 2021). Ook de stroomvoorziening is een aandachtspunt. Het raster kan op termijn zijn effectiviteit verliezen, doordat predatoren nieuwe manieren vinden om het raster te omzeilen (Leyrer *et al.* 2019), zoals ook ervaren in de Klutenplas.

Ook in de Delta zijn ervaringen opgedaan met het plaatsen van een elektrisch raster om grondpredatoren buiten het broedgebied te houden, zoals in de Kaarspolder in Zeeland. Daar is in 2019 een vossenraster geplaatst bestaande uit een fijnmazig raster van 1 m hoog met aan de buitenzijde twee stroomdraden en aan de binnenzijde één stroomdraad. Dit laatste om beschadiging door vee te voorkomen (persoonlijke communicatie H. Vermin). Dit was effectief. Rond de



Sophiapolder staat een vergelijkbaar raster met aan buiten- en binnenzijde stroomdraden. De vos blijft buiten het raster. De steenmarter komt ook niet door het raster, maar hermelijn en wezel wel (persoonlijke communicatie F. Schenk). In de Blikken (eveneens Zeeuws-Vlaanderen), ingericht in 1994, werd het gebied vanaf 2005 door de vos bezocht en gingen de kustbroedvogels achteruit. In 2022 is hier een vergelijkbaar vossenraster geplaatst (persoonlijke communicatie F. Schenk). Ook op Kwistenburg (Veerse Meer) is in 2018 een vossenraster geplaatst en dit is in 2020/2021 vergroot om de kustbroedvogels te beschermen. Het raster heeft aan de buitenkant stroomdraden. Om ratten of egels buiten het broedgebied te houden kan ook een raster worden gebruikt. Daarvoor dient wel een fijnmazig raster te worden gebruikt zoals dubbeltjesgaas (maaswijdte ongeveer 13 mm), bij voorkeur in combinatie met elektriciteit. Een flexibel schapenraster is niet afdoende voor grondpredatoren als vossen, egels, of ratten (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein).

Om predatie door roofvogels, kraaien en meeuwen te beperken, dienen er op korte afstand van kustbroedvogel populaties geen uitkijkpunten aanwezig te zijn (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Rasterpalen van rasters om vossen, ratten en egels buiten te houden kunnen als uitzichtpunt worden gebruikt. Zo gebruikten bij Kwistenburg (Veerse Meer) zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen die op enige afstand van de kustbroedvogels broedden, de palen van het raster als uitkijkpost (persoonlijke communicatie W. Stempfer). Een raster om kustbroedvogels tegen grondpredatoren te beschermen kan dus ook weer predatie door luchtpredatoren in de hand werken. Door het gebruik van een elektrische draad of zogeheten ‘duivenpinnen’ over de kop van de palen kan het gebruik als uitzichtpunt voorkómen worden.

Tabel 3.4 Onderzoeken naar de effectiviteit van elektrische hekken. \*getest in combinatie met kooien.

Studie	Locatie	Soort	Type	Resultaat
<b>Mayer and Ryan (1991)</b>	Chain-of-Lake wetland, John E. William Memorial Natural Reserve, Amerika	dwergplevier	elektrisch hek	+
<b>Murphy et al. (2003a)</b>	Williams Preserve, Amerika	dwergplevier	elektrisch hek*	+
<b>Forster (1975)</b>	Sands of Forvie National Nature Reserve, Schotland	grote stern	elektrisch hek	+
<b>Patterson (1977)</b>	Sands of Forvie National Nature Reserve, Schotland	grote stern	elektrisch hek	+
<b>Minsky (1980)</b>	Cape Cod National Seashore, Amerika	Amerikaanse dwergstern	elektrisch hek	+
<b>Rimmer and Deblinger (1992)</b>	Crane beach, Amerika	Amerikaanse dwergstern	elektrisch hek	+
<b>Boer (2019)</b>	De Klutenplas, Nederland	Kluut	elektrisch hek	+/-



Koenen <i>et al.</i> (1996a)	zoutvlakten, Oklahoma, Amerika	Amerikaanse dwergstern en Amerikaanse strandplevier	elektrisch hek	neutraal/+
------------------------------	--------------------------------	---	----------------	------------

### 3.3.4 Beheermaatregelen predatie

#### *Exclosures, enclosures en belijningen*

Wanneer kustbroedvogels eieren hebben gelegd, kunnen deze worden beschermd door het plaatsen van exclosures over/om de nesten. Een enclosure is een hekwerk/raster om het nest en heeft als doel om predatoren buiten te houden en vertrapping door vee of mensen te voorkomen. Enclosures zijn bedoeld om de jongen binnen een raster te houden. Zoals reeds in §3.3.3 voor elektrische afrastering aangegeven, dient ook bij het plaatsen van exclosures en enclosures de doelsoort in ogenschouw te worden genomen, omdat voor nestvlinders een ruimer gebied afgezet dient te worden.

De effecten van het toepassen van enclosures en exclosures zijn wisselend. In sommige broedpopulaties heeft het een positief effect (in combinatie met andere maatregelen) en zijn de nesten beter beschermd tegen predatie (zoals in Deblinger *et al.* 1992; Melvin *et al.* 1992; Murphy *et al.* 2003a). In andere onderzoeken is daarentegen juist een toename aan predatie waargenomen, doordat het object predatoren aantrok, zoals uit het onderzoek van Murphy *et al.* (2003b) en Battisti *et al.* (2022) aan plevieren naar voren kwam. In het laatstgenoemde onderzoek werd vastgesteld dat de predatie door vossen toenam, doordat zij in staat waren om onder de enclosure door te graven en blijkbaar ook in staat waren om de aanwezigheid van de kooi te associëren met eten. Daarnaast kan de werking van een enclosure/exclosure worden beperkt doordat in een gebied toch meer vogelpredatoren aanwezig zijn en de enclosure/exclosure niet van boven is afgedekt (Tabel 3.5). Zo vonden Neuman *et al.* (2004) een toename in het uitkomstsucces door het toepassen van exclosures, maar in eerste instantie niet in het uitvliegsucces, doordat de jongen de veiligheid van de exclosures verlieten en gepredeerd werden door de vos. Pas nadat de vos uit het gebied verwijderd werd nam het uitvliegsucces toe. Echter, na een aantal jaar nam het uitvliegsucces weer af, waarschijnlijk veroorzaakt door predatie door vogelpredatoren.

Deblinger *et al.* (1992) en Vaske *et al.* (1994) hebben verschillende typen exclosures getest. Aanbevelingen daarvoor zijn opgenomen in deze referenties en omvatten adviezen over materiaalkeuze en plaatsing van de exclosures. Een andere toepassing van een enclosure is het aanbrengen van belijning boven de grond, zodat andere vogelsoorten er niet gaan broeden, met name meeuwen, omdat deze zowel predator als concurrent kunnen zijn. Het spannen van deze lijnen kan effectief zijn, maar er zitten ook wel praktische problemen aan: in het onderzoek naar de effectiviteit van deze lijnen is onder andere waargenomen dat sterns verstrikt kunnen raken in de lijnen (Maxson *et al.* 1996).

Een andere vorm van het uitsluiten van broedgevallen van andere soorten ten behoeve van kustbroedvogels is onderzocht in Polen (Indykiewicz & Minias 2019). Hierbij werden in een gemengde broedkolonie van kokmeeuwen en visdieven op een eiland, de nesten van kokmeeuwen

(in stappen) verplaatst om zo een bufferzone te creëren tussen de kokmeeuwen en de visdieven van 125–138 cm. De maatregel verminderde het verlies van eieren van visdieven met bijna een factor zes doordat agressieve interacties (waarbij bijvoorbeeld nesten worden verlaten) tussen beide soorten werden verminderd.

In Nederland zijn in diverse gebieden exclusures en enclosures ingezet om de nesten van kustbroedvogels te beschermen. Daar werden positieve resultaten mee behaald. Zo hadden de kustbroedvogels in de Vogelvallei op de Maasvlakte alleen broedsucces in de exclusures (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Enclosures zijn ook zeer effectief gebleken om jongen op een ponton te houden (meer over het toepassen van enclosures op vloten en pontons en waar op te letten in §3.1.1).

Tabel 3.5 Onderzoeken naar de effectiviteit van enclosures en exclusures.

Studie	Locatie	Soort	Type	Resultaat
<b>Ferreira-Rodriguez and Pombal (2018)</b>	noord kust Portugal	strandplevier	raster	+/-
<b>Amat et al. (1999)</b>	Fuente de Piedra, Spanje	strandplevier	exclusure + net	+
<b>Dinsmore et al. (2014)</b>	kust Amerika	Amerikaans strandplevier	exclusures	+/-
<b>Eberhart-Phillips et al. (2016)</b>	kust Amerika	Amerikaanse strandplevier	exclusures	+/-
<b>Neuman et al. (2004)</b>	Monterey bay, Amerika	Amerikaanse strandplevier	exclusures	+/-
<b>Winton et al. (2000)</b>	Salt Plains NWR, Amerika	Amerikaanse strandplevier	exclusures	-
<b>Zarnetske et al. (2010)</b>	Amerika	Amerikaanse strandplevier	exclusures	+/-
<b>Mabee and Estelle (2000)</b>	John Martin Reservoir, playa lakes in Kiowa and Prowers counties, Canada	dwergplevier, Amerikaanse strandplevier	exclusures	neutraal
<b>Deblinger et al. (1992)</b>	kust Amerika	dwergplevier	exclusures	+
<b>Melvin et al. (1992)</b>	Cape Cod, Amerika	dwergplevier	exclusures	+
<b>Murphy et al. (2003a)</b>	Williams reserve, Amerika	dwergplevier	exclusures	+
<b>Murphy et al. (2003b)</b>	Great planes, Amerika (meerdere gebieden)	dwergplevier	exclusures	+/-
<b>Rimmer and Deblinger (1990)</b>	Crane beach, Amerika	dwergplevier	exclusures	+
<b>Vaske et al. (1994)</b>	kust Canada	dwergplevier	exclusures	nvt
<b>Battisti et al. (2022)</b>	Torre Flavia wetland, Italië	strandplevier	exclusures	+ (experiment met nep nesten)
<b>Akers and Allcorn (2006)</b>	Dungeness RSPB reserve, Engeland	sterns	lijnen	Neutraal (werkte niet)

<b>Maxson et al. (1996)</b>	Lake of the Woods, Leech Lake, the Duluth-Superior Harbor in Lake Superior, and Mille Lacs Lak, Amerika	dwergplevier, visdief	lijnen	+/-
<b>Blokpoel et al. (1997)</b>	Ice island, Canada	visdief	lijnen	+
<b>Morris et al. (1992)</b>	Lake Erie, Amerika	visdief	lijnen	-
<b>Boothby et al. (2019)</b>	Inner Farne and Brownsman islands, Verenigd Koninkrijk	noordse stern	lijnen	+ / -
<b>Scopel and Diamond (2017)</b>	Gulf of Maine, Amerika	noordse stern	lijnen	-
<b>Morrison and Allcorn (2006)</b>	Coquet Island, Engeland	Dougalls stern, noordse stern, grote stern	lijnen	+/-
<b>Indykiewicz and Minias (2019)</b>	Skoki Duze, Polen	visdief	verplaatsen nesten kokmeeuw	+

### *Afschrikken predatoren*

In de zoektocht naar beheermethoden waarbij geen dieren hoeven te worden gedood, maar wel kustbroedvogelpopulaties kunnen worden behouden, zijn er allerlei experimenten geweest. Het afschrikken van meeuwen is gedaan met geluid (noodroep) en met namaak roofvogels. De resultaten daarvan waren positief (Tabel 3.6); het hield de meeuwen grotendeels weg. Wel geven Scopel and Diamond (2017) aan dat het doden van de predator nog altijd beter werkt. Bij andere experimenten zijn predatoren geconditioneerd met behulp van methiocarb (een pesticide) om ze zo te trainen om gebieden te mijden. Ook dit lijkt te werken, al is het wel arbeidsintensief en is de werking soortspecifiek (Neves *et al.* 2006), zo kan het tegen de ene predator wel werken en tegen de andere niet.

Tabel 3.6 Onderzoeken naar de effectiviteit van methoden om predatoren af te schrikken of weg te lokken.

Studie	Locatie	Soort	Type	Resultaat
<b>Catry and Granadeiro (2006)</b>	Santo andré lagoon reserve, Portugal	dwergstern	conditioneren met methiocarb	+
<b>Avery et al. (1995)</b>	Camp Pendleton, Amerika	Californische dwergstern	conditioneren met methiocarb	+
<b>Neves et al. (2006)</b>	Vila Islet, Santa Marino	Dougalls stern	conditioneren met methiocarb	+/-
<b>Cribbin (2012)</b>	Stranden Victoria, Australië	zwartkopplevier	conditioneren	neutraal
<b>Maguire et al. (2009)</b>	Strand in Victoria, Australië	zwartkopplevier	conditioneren	neutraal/+ (experiment)
<b>Norbury et al. (2021)</b>	Mackenzie basin, Nieuw Zeeland	dubbelbandplevier	conditioneren	+
<b>Smart and Amar (2018)</b>	Greath Yarmouth, Engeland	dwergstern	voeren	+
<b>Kress (1983)</b>	Eastern egg rock, Amerika	sterns	menselijk verstoring	+(in combinatie met maatregelen tegen grote meeuwen, zie onderstaand)
<b>Morris et al. (1992)</b>	Lake Erie, Amerika	visdief	afschrikken door beeld en geluid	+
<b>Booth and Morrison (2010)</b>	Coquet island, Engeland	visdief, noordse stern, Dougalls stern	afschrikken door geluid	+
<b>Morrison and Allcorn (2006)</b>	Coquet Island, Engeland	Dougalls stern, noordse stern, grote stern	afschrikken door beeld en geluid	+
<b>Scopel and Diamond (2017)</b>	Gulf of Maine, Amerika	noordse stern	afschrikken door geluid	-

### Bestrijden predatoren

Een directe manier om predatoren uit een gebied te verwijderen is door ze te bestrijden. Een veel gebruikte methode is afschot. Dit is toegepast om ratten, vossen en grote meeuwen te bestrijden. Dit werkt in de meeste gevallen goed. In de gevallen waar het niet een (sterk) positief resultaat opleverde, is het vermoeden dat (nog) andere factoren een sturende rol hebben in de populatieontwikkeling. Naast afschot worden voor de bestrijding van grote meeuwen ook vaak nesten verwijderd om de broedlocatie vrij te houden voor kustbroedvogels en om predatie te voorkomen. Ook worden grondpredatoren gevangen of bestreden met gif, bijvoorbeeld om de broedlocatie rattenvrij te krijgen of te houden. Deze maatregelen hadden een wisselend effect en het effect was niet altijd zodanig dat een positief effect op het broedsucces kon worden waargenomen (Tabel 3.7). Of een methode werkt om predatoren te bestrijden, is locatie- en

tijdsafhankelijk. Zo is voor rattenbestrijding vastgesteld dat de grootte van het eiland en beschikbaarheid van voedsel van invloed zijn op de effectiviteit van het vergiftigen van ratten in het voorkómen van predatie in een onderzoek in Denemarken (Møller 1983). Rattenbestrijding was effectief op kleine eilanden, terwijl op grotere eilanden ze met moeite werden uitgeroeid. Dit had te maken met de grootte van de rattenpopulatie en daarmee de hoeveelheid benodigd gif. Ook de beschikbaarheid van andere voedselbronnen is van invloed op de effectiviteit van het toepassen van gif. Geadviseerd werd daarom dat de maatregel toegepast moet worden aan het einde van de winter wanneer de populatiedichtheid laag is en voedselbeschikbaarheid voor de ratten beperkt.

In Nederland is predatorbestrijding hoofdzakelijk toegepast voor ratten, vossen en in zekere mate ook voor grote meeuwen.

### *Ratten*

Voor rattenbestrijding worden rattenkisten geplaatst, zoals in Balgzand en in gebieden op Texel, zoals het Wagejot, Ottersaat en Zandkes. In Balgzand werden vroeger rattenkisten met gif gebruikt, maar tegenwoordig kisten met een pin waardoor de ratten gedood worden. Deze worden ook toegepast in de gebieden op Texel. Bij Natuurmonumenten Zeeland noord is ervaring opgedaan met de nieuwe generatie rattenkisten, waarbij de ratten worden gedood in alcohol. Echter er is voor gekozen om dit niet meer te gebruiken. De ervaring van Natuurmonumenten is namelijk dat hiermee alleen jonge ratten worden gevangen en het daardoor niet effectief is gebleken. Het inzetten van rattenkisten in combinatie met het inscharen van vee is niet altijd een goede combinatie gebleken, het vee kan namelijk de rattenkisten omduwen (persoonlijke communicatie W. Stempfer). Op de Punt van Reide (Oost-Groningen) plaatst het Waterschap Coneybeartraps voor ratten. De ervaring is hier dat als enkele beesten gevangen zijn, de rest vanzelf verdwijnt (persoonlijke communicatie S. Puijman). Andere methoden om ratten te bestrijden in Nederland, zijn het uitgraven en doodslaan van ratten wanneer het gaat om kleine vestigingen, het inzetten van jagers met luchtbuksen (Balgzand) en het inunderen van het gebied. Dit laatste wordt ingezet in Suzanne's Inlaag en de karrevelden bij Zierikzee met als nevensdoel de verdroging aan te pakken. Een andere manier waarop predatie door ratten verminderd kan worden, is door te voorkomen dat ze zich in het gebied gaan vestigen. Dit kan door ervoor te zorgen dat er geen schuilmogelijkheden zijn, bijvoorbeeld door in de winter te maaien (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Vergelijkbaar met deze methode worden op de Scheelhoekeilanden in de winter het veek (aanspoelsel) verwijderd, omdat dit als schuilplaats door ratten gebruikt worden (persoonlijke communicatie M. Broere). Ook bij de inrichting van het gebied is van belang om rekening te houden met de vestigingsmogelijkheden van predatoren als de rat. Zo had het plaatsen van Stelconplaten met een schelpenlaag op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet, bedoeld als beheermaatregel tegen vegetatieontwikkeling, als ongewenste bijwerking dat ratten zich vestigden onder de platen, waardoor ze moeilijk te bestrijden waren. Ondanks hoogwaters bleken ze zich hier te kunnen handhaven (persoonlijke communicatie M. Broere). Ook predatie door ratten is op de Smitkop in het Markiezaat vastgesteld (persoonlijke communicatie E. de Jonge).

### *Vossen*

Vossen worden in Nederland hoofdzakelijk bestreden door middel van afschot, wat het beste in het voorjaar, aan het begin van het broedseizoen, plaats kan vinden (Leyrer *et al.* 2019). Dit is onder andere toegepast aan de Waddenkust, in bijvoorbeeld Hegewiesterfjild en de schorren van Balgzand. Afschot wordt ook toegepast in het Markiezaat; vossen bestrijden is in dit gebied onderdeel van het beheerplan en wordt elke winter uitgevoerd. Daarnaast wordt het waterpeil geregeld via een stuw van het Waterschap. In de winter loopt de overmaat water over de stuw weg en in de zomer wordt door de stuw het uitzakken van het water voorkómen. Droogte kan ervoor zorgen dat het eiland Smitkop bereikbaar wordt voor de vos, zoals in 2020 het geval was. Dat jaar was door predatie door de vos het broedsucces laag.

### Grote meeuwen

Met grote meeuwen bedoelen we in onderstaande alinea soorten die prederen op kuikens van kustbroedvogels: kleine en grote mantelmeeuw, zilvermeeuw, geelpootmeeuw en pontische meeuw. Met name van de eerste drie soorten is bekend dat predatie van kuikens van andere kustbroedvogelsoorten veelvuldig voor (kan) komen. Beheermaatregelen tegen meeuwenpredatie bestonden vroeger uit bestrijding met gif, zoals op Griend toegepast is. Tegenwoordig worden in sommige gebieden meeuwen nesten geruimd om te voorkómen dat predatie door grote meeuwen plaatsvindt. Veel grote meeuwen hebben een eigen voedselspecialisatie en sommige specialiseren zich in een deel van het jaar op jongen van kustbroedvogels. Een voorbeeld daarvan was het geval in het Wagejot. Ingrijpen was noodzakelijk om een succesvol broedseizoen van kustbroedvogels te hebben. Ook in de gebieden Levensstrijd, Píkgat en Kwístenburg, provincie Zeeland, zijn nesten van grote meeuwen verwijderd. De ervaring leert dat snel ingegrepen moet worden bij vestiging van grote meeuwen nabij kustbroedvogels, want wanneer je niet ingrijpt, is in het eerste jaar 1 broedpaar van grote meeuwen aanwezig en het volgend jaar 80 paar grote meeuwen (persoonlijke communicatie W. Stempher). Overigens is van belang op te merken dat de broedpopulaties van sommige grote meeuwen soorten in Nederland afnemen. Dat zou een argument kunnen zijn om niet ongelimiteerd te bestrijden.

Tabel 3.7 Onderzoeken naar de effectiviteit van methoden om predatoren te bestrijden. Soort betreft de doelsoort waarvoor de maatregelen zijn genomen.

Studie	Locatie	Soort	Type	Resultaat
Hall and Kress (2008)	Stratton island, Amerika	kleine plevier	afschot	+
Eberhart-Phillips <i>et al.</i> (2016)	kust Amerika	Amerikaanse strandplevier	afschot	+/-
Neuman <i>et al.</i> (2004)	Monterey bay, Amerika	Amerikaanse strandplevier	vangen	/-
Zarnetske <i>et al.</i> (2010)	Amerika	Amerikaanse strandplevier	afschot	+/-
Feare <i>et al.</i> (2015)	Denis island, Seychellen	visdief	afschot	+
Guillemette and Brousseau (2001)	Carleton, Canada	visdief	afschot	+
Donehower <i>et al.</i> (2007)	Eastern egg rock, Amerika	Visdief, dwergstern, Dougalls stern	afschot	neutraal
Nordstrom <i>et al.</i> (2003)	Archipelago National Park, Finland	bontbekplevier, noordse stern	afschot	+
Hughes <i>et al.</i> (2008)	Ascension, zuidelijke Atlantische Oceaan	bonte stern	afschot	+
Nordstrom <i>et al.</i> (2004)	Archipelago National Park, Finland	noordse stern	afschot	+
Patterson (1977)	Sands of Forvie National Nature Reserve, Schotland	grote stern	afschot	+

<b>(Morris et al. 1992)</b>	Lake Erie, Amerika	visdief	verwijderen nesten	?
<b>Blokpoel et al. (1997)</b>	Ice island, Canada	visdief	verwijderen nesten	+
<b>Booth and Morrison (2010)</b>	Coquet island, Engeland	visdief, noordse stern, Dougalls stern	verwijderen nesten	+
<b>Maxson et al. (1996)</b>	Lake of the Woods, Leech Lake, the Duluth-Superior Harbor in Lake Superior, and Mille Lacs Lake, Amerika	dwergplevier, visdief	verwijderen nesten	+/-
<b>Akers and Allcorn (2006)</b>	Dungeness RSPB, Engeland	sterns	verwijderen nesten	neutraal/-
<b>Amaral et al. (2010)</b>	Feno Islet, Portugal	visdief, Dougalls stern	vangen	+
<b>Ratcliffe et al. (2008)</b>	West Schotland	Visdief, noordse stern	vangen	+
<b>Peck et al. (2008)</b>	Juan de Nova Island	bonte stern	vangen	+
<b>Wilson and Hansen (2005)</b>	North Island, Nieuw Zeeland	elfenstern	vangen	+
<b>Møller (1983)</b>	Eilanden, Denemarken	sterns	vergiftigen ratten	+/neutraal
<b>Kress (1983)</b>	Eastern Egg Rock, Amerika	sterns	afschot, vergiftigen en verwijderen nesten (eieren en kuikens)	+
<b>Kress (1997)</b>	Eastern Egg Rock en Seal Island National Wildlife Refuge, Amerika	sterns	afschot, vergiftigen en verwijderen nesten (eieren en kuikens)	+(maar tijd ongeschikt zijn van invloed op rekolonisatie snelheid)
<b>Anderson and Devlin (1999)</b>	Petit Manan island, Amerika	sterns	afschot en vergiftigen	+
<b>Erwin et al. (2007)</b>	Poplar Island, Amerika	Visdief, dwergstern	vangen, afschot, verwijderen nesten	?
<b>Rodriguez et al. (2006)</b>	Isla Isabel, Mexico	bonte stern	vangen en afschot, vergiftigen	+
<b>Scopel and Diamond (2017)</b>	Gulf of Maine, Amerika	noordse stern	verwijderen van nesten, afschot, vergiftigen	+



### *Vegetatiebeheer*

Ook het beheren van de vegetatie kan positief werken in het voorkómen van het vestigen van predatoren en het verkleinen van het predatierisico. Een voorbeeld is het Pikgat, in de provincie Zeeland, waar veel vegetatie op de eilanden staat, waardoor ratten zich goed kunnen handhaven (persoonlijke communicatie W. Stempfer). Predatie op o.a. kluut, bontbekplevier en kluut werd hier waargenomen. Bij Gasthuisbevang (bij Zierikzee) zijn in de winter van 2021/2022 de populieren bij het uitkijkpunt verwijderd en ook de meidoornhaag langs de toegangsweg naar het uitkijkpunt. Hierdoor zijn er minder uitkijpunten voor predatoren (persoonlijke communicatie W. Stempfer). Het is dus belangrijk om ook de omgeving in ogenschouw te nemen. Meer over de effecten van vegetatiegroei in §3.2.1.

### **3.3.5 Visie op de aanpak van predatie**

In de workshops kustbroedvogels in oktober 2021 in de Delta en het Wadden- en IJsselmeergebied is de invloed van predatie op kustbroedvogels besproken. Daaruit kwam naar voren dat grondpredatoren, zoals vossen, ratten en marters, in korte tijd veel eieren, jongen en volwassen vogels kunnen doden. Vaak worden kosten nog moeite bespaard om lokale maatregelen te nemen voor kustbroedvogels, maar kan de aanwezigheid van grondpredatoren veel van dit werk tenietdoen. Daarbij is benoemd dat de impact van grondpredatoren heel zichtbaar is (letterlijk en figuurlijk), waardoor er misschien veel extra aandacht voor is. Het is namelijk ook zo dat grondpredatoren een natuurlijk fenomeen betreffen, waarvoor kustbroedvogels mechanismen hebben ontwikkeld om zich ertegen te beschermen. Denk aan een voorkeur tot broeden op geïsoleerde, door water omringde eilanden. In de workshop is er ook op gewezen dat in de vorige eeuw grondpredatoren zoals vossen lange tijd flink werden bejaagd en dat daardoor de populatie-omvang ervan onnatuurlijk laag was. Nu deze jacht al enkele decennia veel minder omvangrijk is en er tevens veel prooidieren zijn bijgekomen zoals broedende ganzen, is het niet gek dat grondpredatoren toenemen. Voorts is geconstateerd dat het erg plaatsafhankelijk is in hoeverre maatregelen tegen grondpredatoren makkelijk zijn te implementeren. Voor geïsoleerde eilanden is dat relatief makkelijk. Overigens bleek uit onder meer het onderzoek van Bob Jonge Poerink dat vossen prima kunnen zwemmen en dat ook actief doen om eilanden te bereiken. Correcte toepassing van elektrische rasters biedt dan uitkomst. Voor andere gebieden is het vrijwel ondoenlijk om grondpredatoren te weren en zullen we moeten accepteren dat ze er zijn.

## **3.4 Menselijke verstoring**

De intensieve recreatie in de kustgebieden, met name op de stranden, heeft een grote invloed op de soorten die van de stranden gebruik maken om te broeden. Deze activiteiten kunnen tot verstoring van broedende vogels leiden. In een omgeving waarin veel mensen aanwezig zijn, neemt de tijd die besteed wordt aan het opvliegen, wegrennen en drukken toe en de tijd die besteed wordt aan foerageren of op het nest zitten af (bv. plevieren: Burger (1991, 1994)). Verstoring door recreatie kan leiden tot een verminderde vestiging van broedparen, verlaagd aantal broedgevallen, verlaagd

uitkomsucces van de eieren, slechtere groei van de kuikens en een verlaagd uitvliesucces van de jongen. Daarnaast werkt verstoring door recreatie predatie in de hand (Krijgsveld *et al.* 2022).

De reactie van een vogel op een verstoringsbron varieert afhankelijk van de soort en de omstandigheden waarin de vogel zich bevindt. Een vogel die sterk gebonden is aan een habitat, zoals broedende individuen op een nest, vertonen een kleinere verstoringsafstand dan niet-broedvogels. Buiten het broedseizoen zal een vogel sneller het gebied verlaten bij verstoring en is de verstoringsafstand groter. De verstoringsafstand wordt daarnaast beïnvloed door de voedselsituatie; de voedselbehoefte en -beschikbaarheid en de afstand tot alternatieve foerageergebieden, en de verstoringsbron zelf (type, duur, frequentie etc.). (Krijgsveld *et al.* 2022). De tijd die zit tussen het opvliegen en weer landen is, net als de verstoringsafstand, afhankelijk van de voorgaande beschreven parameters, evenals de mate van gewenning aan de verstoringsbron. Onderstaand worden de invloed van soort-, locatie- en tijd-specifieke factoren en de verstoringsbron nader toegelicht.

#### *Verstoringsbron*

De mate waarin een verstoringsbron impact heeft op vogels hangt af de volgende aspecten:

- afstand tussen vogel en verstoringsbron;
- intensiteit van verstoring;
- duur en frequentie (continu of niet frequent; regelmatig of variabel);
- voorspelbaarheid van gedrag van de verstoringsbron;
- snelheid en geluid van de verstoringsbron;
- type verstoringsbron (Krijgsveld *et al.* 2022).

Verschillende typen verstoringsbronnen hebben verschillende mate van impact door hun geluid, snelheid en voorspelbaarheid. Vluchtafstanden zijn het grootst voor recreatievormen in de lucht, dan voor recreatievormen op het water en het laagst voor recreatievormen op het land. Dit is ook gerelateerd aan de openheid van het landschap en de aanwezige vogels. Tegelijkertijd zijn wandelaars langer in een gebied aanwezig dan een vliegtuig die overvliegt en is de verstoringsduur dus langer. Ditzelfde geldt voor vormen van waterrecreatie. Ook ligt de frequentie/intensiteit waarmee landrecreatie plaatsvindt vaak hoger dan luchtrecreatie. Daarmee kan het versturende effect groot zijn (Krijgsveld *et al.* 2022).

De meeste versturende vorm van landrecreatie zijn wandelaars met hond, vooral met loslopende honden (Krijgsveld *et al.* 2022). Zo vond Gomez-Serrano (2021) dat het wandelen met een hond verstrender is dan het wandelen zonder hond, en het wandelen in de duinen is verstrender dan wandelen op paden. Dat honden veel verstoring opleveren kwam ook naar voren uit het onderzoek van Jong (2020) en Hoek (2021).

#### *Locatie specifieke factoren*

Verstoringsgevoeligheid binnen een soort verschilt per locatie, door lokale omstandigheden die kunnen variëren en verstoring beïnvloeden, en de mate waarin vogels aan een bepaald gebied

gebonden zijn. Dat laatste is met name het geval in de broedtijd, waarin vogels investeren in een nest en territorium verdedigen. Onderstaand meer over de variatie in verstoringsgevoeligheid in het broedseizoen.

Binding met een gebied kan ook het geval zijn bij een gevestigd voedselterritorium. In de beslissing een gebied door verstoring te verlaten, speelt voedselbehoefte en -beschikbaarheid en de afstand tot alternatieve foeragegebieden een rol (Krijgsveld *et al.* 2022).

#### *Tijd specifieke factoren*

Het tijdstip van de verstoring is bepalend voor het effect dat de verstoring kan hebben. Als de verstoring plaatsvindt voor het broedseizoen, dan kan het leiden tot een andere nestplaatskeuze. Keller (1995) concludeert op basis van literatuuronderzoek dat de oudervogel ook eerder in het begin of aan het einde van het broedseizoen het nest verlaat. In het begin van het seizoen heeft de oudervogel namelijk nog weinig in het legsel geïnvesteerd en is de kans groter op een vervolglegsel dan later in het seizoen. Ook wanneer de jongen bijna zelfstandig zijn, neemt de kans op het verlaten van het nest weer toe. Het verlaten van het nest door verstoring in de vestigingsfase werd bijvoorbeeld waargenomen bij grote sterns op Texel; bij Utopia werd dagelijks een hond uitgelaten waardoor grote sterns zich hier niet vestigden (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Wanneer vogels vanwege verstoring ervoor kiezen om in een ander gebied te gaan broeden, dan levert dat een verandering op in het ruimtelijk gebruik door de soort. Maatregelen in een specifiek gebied, bedoeld om verstoring te voorkomen, resulteerde er in dat Amerikaanse strandplevieren daar gingen broeden en hun oorspronkelijk broedplek hebben verlaten (Lafferty *et al.* 2006).

Verstoring midden in het broedseizoen kan leiden tot een verminderd broedsucces, bijvoorbeeld doordat de oudervogel het nest verlaat en er een verhoogd risico is op predatie (Krijgsveld *et al.* 2008). Een verminderd broedsucces door verstoring is vastgesteld door onder andere Flemming *et al.* (1988); Schulz and Stock (1993); Flore (1997); Tulp (1998) in Arts (2000).

#### *Soort specifieke factoren*

Krijgsveld *et al.* (2022) geven aan dat een drietal soort specifieke factoren van invloed zijn op de vluchtafstand van vogels, namelijk:

- Lichaamsgrootte: grotere vogelsoorten hebben grotere vluchtafstanden;
- Dieet: de verstoringsafstand is groter voor carnivore dan herbivore vogels;
- Groepsgrootte: de verstoringsafstand is doorgaans groter naarmate de groep groter is.

De gevoeligheid voor verstoring verschilt tussen soorten maar zeer zeker ook tussen individuen van dezelfde soort, en is afhankelijk van factoren als conditie, ervaring en leeftijd, en waar een individu op dat moment mee bezig is (foerageren, nestbouw, eieren uit broeden, jongen verzorgen, rusten op open water etc.) (Krijgsveld *et al.* 2022). Zoals hierboven aangegeven is de verstoringsafstand afhankelijk van onder andere de groepsgrootte. Dit betekent dat kustbroedvogels die broeden in kolonies anders reageren op verstoringsbronnen dan individuele broeders. Wanneer een verstoringsbron een kolonie nadert zullen eerst enkele vogels opvliegen waarna de rest van de

kolonie volgt. De meest verstoringsgevoelige vogel bepaalt dus de verstoringsafstand van de hele groep (Arts 2000) (Arts 2000; Krijgsveld *et al.* 2008). Voor individuele broeders is het opvliegen een individuele beslissing die op basis van bovenstaande (soort-, locatie- en tijd specifieke) factoren (zoals voedselsituatie, broedtijd, type verstoringsbron etc.) wordt gevormd.

#### *Vastgestelde verstoringsafstanden en terugkeertijden*

Op basis van onderzoek zijn verstoringsafstanden vastgesteld voor velen soorten, waaronder kustbroedvogels. Een review van deze onderzoeken is te vinden in Arts (2000) en Krijgsveld *et al.* (2022). De verstoringsafstanden variëren tussen soorten en onderzoeken van tientallen tot honderden meters. De terugkeertijd bij verstoring van kustbroedvogels is onderzocht door Syrova *et al.* (2020). In dit onderzoek werd vastgesteld dat de terugkeertijd van Noordse sterns in een tweetal kolonies op Spitsbergen ongeveer 5 minuten na de verstoring was voor de kolonie zonder gewenning aan mensen en tientallen seconden voor de kolonie dichtbij bewoning.

Ervaringen op verschillende locaties op de Waddeneilanden (met name Texel) maar ook in de Delta, leert dat de verstoringsafstand zeer veel kleiner is als de route van de verstoringsbron voorspelbaar is. Veel van de broedlocaties op de Waddeneilanden en in de Delta zijn gerealiseerd op korte afstand van wegen of wandelroutes, maar zijn veelal door watergangen niet toegankelijk voor de mens, waardoor de verplaatsingen van mensen en auto's zeer voorspelbaar zijn. Een dergelijke inrichting van het gebied werkt daarmee positief in het voorkomen van verstoring. Zie ook Krijgsveld *et al.* (2022).

#### *Overige mogelijke effecten van menselijke activiteiten in broedgebied*

Naast verstoring kunnen menselijke activiteiten ook andere negatieve effecten hebben, zoals het vernietigen van broedhabitat doordat mensen wandelen of met voertuigen op het strand, de duinen of het schor rijden. Ook kan er vertrapping van eieren of jongen plaatsvinden door mensen, honden of vee, zoals bijvoorbeeld vastgesteld in Dowling and Weston (1999) (zwartkopplevier, Australië), Maguire (2018) (strandbroeders, Australië), Wallander and Andersson (2003) (bontbekplevier, Zweden), Janse *et al.* (2021a) (bontbekplevier, Nederland), Janse *et al.* (2021b) (bontbekplevier, Nederland) en Majoor *et al.* (2002) (bontbekplevier en strandplevier, Nederland). Verder is het mogelijk dat recreatie potentiële predatoren (zoals kraaien en meeuwen) aantrekt, wanneer men afval achterlaat, of predatoren faciliteert, wanneer een broedvogel opvliegt door de verstoring (Arts 2000).

#### *Maatregelen tegen verstoring*

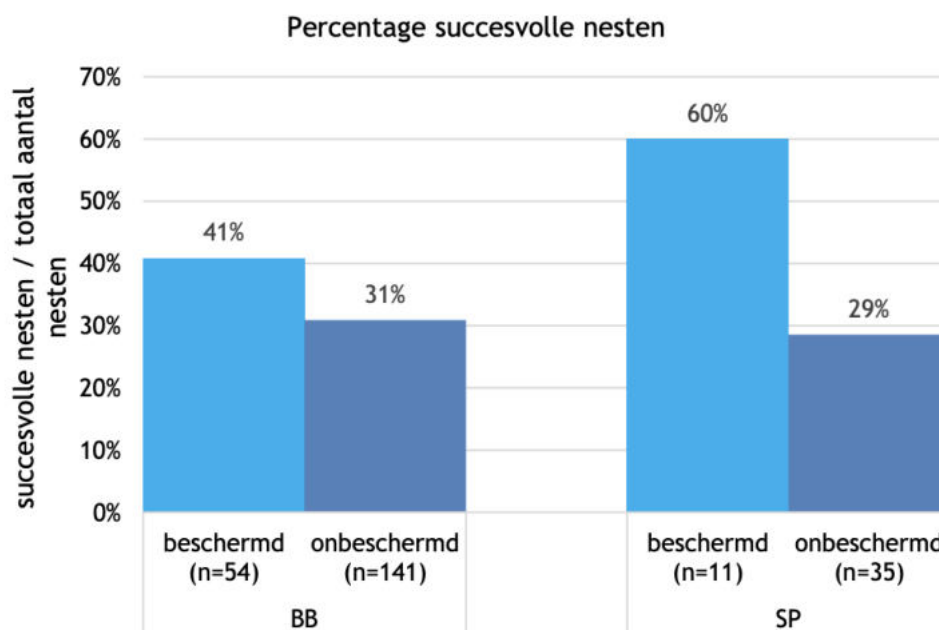
Om verstoring en andere negatieve effecten van recreatieve activiteiten op kustbroedvogels te voorkomen dienen gebieden waar kustbroedvogels broeden te worden beschermd. Dit kan door het afsluiten van de gebieden, letterlijk door het afrasteren en het instellen van een gebiedsverbod waar toezicht op wordt gehouden, of door educatie van recreanten. Op die manier wordt menselijk gebruik van een gebied gestuurd. Verschillende studies geven aan dat het afsluiten van stranden snel leidt tot verbetering van broedsucces en daarmee herstel van populaties (referenties in Krijgsveld *et al.*, 2022).

In Nederland worden op die manier in verschillende gebieden maatregelen genomen om kustbroedvogels te beschermen, waaronder op het Verklikkerstrand (Delta). Daar broeden de laatste jaren 10-15 paar strandplevieren. Deze worden door vrijwilligers beschermd met een draadmarkering en met borden. Ook worden kuikendakjes aangebracht. Projecten als Project Strandbroeders (Janse *et al.* 2020; Janse *et al.* 2021a) en het Groene Strand dragen via het beschermen van delen van het strand bij aan het broedsucces van plevieren. Ook langs de dijken van Oosterschelde en Westerschelde wordt veel aan nestbescherming gedaan (Janse *et al.* 2022). Hierbij wordt een stuk dijkwal van 10 bij 20 m afgezet. Dit kan zeer succesvol zijn wanneer ook omwonenden hier actief bij betrokken worden. Het is nog effectiever om hele dijktrajecten af te sluiten en deze afsluiting te voorzien van informatieborden. Daarnaast moeten er maatregelen worden genomen wanneer recreatieve activiteiten vlak bij een broedlocatie plaatsvinden (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Langs de Oosterschelde worden ook delen van strandjes afgezet in verband met kustbroedvogels. Hiervoor wordt een flexnet met bebording gebruikt en vrijwilligers geven voorlichting over de broedende vogels en de afsluiting. Op deze wijze worden tientallen nesten beschermd (persoonlijke communicatie W. Stempfer). Ook op de Kwade Hoek, Zuid-Holland, heeft Natuurmonumenten goede ervaringen met duidelijke bebording. Echter toezicht blijft hier essentieel. Incidenteel zorgen recreanten namelijk voor (langdurige) verstoring, maar rijbewegingen van instanties als douane en politie hebben mogelijk ook negatieve effecten. Rust handhaven is erg moeilijk. Sinds het hondenverbod zijn er nauwelijks honden aanwezig op de Kwade Hoek, maar ook daarvoor blijft toezicht een aandachtspunt (persoonlijke communicatie M. Broere). In de Verdronken Zwarte Polder, provincie Zeeland, broeden dwergsterns en strandplevieren. Hier wordt jaarlijks een flexnet rond de broedlocatie geplaatst (persoonlijke communicatie F. Schenk).

Al deze maatregelen hebben (in combinatie) een positief effect op de vestiging dan wel het broedsucces van kustbroedvogels (tabel 3.8, Figuur 3.5) In het onderzoek van Wilson and Colwell (2010) verdubbelde het broedsucces in de vijf jaar dat het broedgebied werd afgeschermd door hekken in vergelijking met de drie jaren daarvoor (zonder bescherming). In Burger (2003) werd een toename in het broedsucces waargenomen van bijna geen uitvliegende jongen bij geen maatregelen tot 0,89 jong per nest na het nemen van de maatregelen. In de V.S. zijn op veel plekken maatregelen genomen om menselijke verstoring te verminderen, waaronder op stranden voor broedende plevieren aldaar. Deze maatregelen hadden een positief effect (tabel 3.8)

Een voorbeeld daarvan is Coil Oil Point Reserve waar, na 32 jaar afwezigheid, een jaar na het terugdringen van menselijk verstoring weer plevieren tot broeden kwamen en Vandenberg AFB, waar elk jaar minder overtredingen waren op het afgesloten strand en broedsucces in de loop van de tijd toenam (Byers 2003). Medeiros et al. (2007) stellen wel dat het positieve effect waarschijnlijk het grootst is bij de individuen en/of soorten die relatief vroeg in het seizoen gaan broeden (doorgaans de fitte en dominante adulte vogels).

Om een broedgebied van kustbroedvogels succesvol af te zetten en daarmee te beschermen tegen verstoring, is het van belang om de soort in beschouwing te nemen, zoals ook vermeld bij het plaatsen van elektrische afrastering (in §3.3.3) en het plaatsen van exclusies en enclosures (§3.3.4). Voor nestvlinders, als plevieren en kluten, dient een groter deel van het gebied af te worden afgezet om verstoring in het broedseizoen te voorkomen, dan voor sterns (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). In de workshops kustbroedvogels (oktober 2021) werd aangegeven dat het managen en beheersen van recreatie een taai gebiedsproces is (“Het gebied is, zogezegd, van de mensen”). Er zijn verschillende voorbeelden waar afsluiting goed werkt (Plaat Oude Tonge, Verdronken Zwarte Polder). Ten aanzien van beperkingen voor recreatie is het van belang de omgeving hierbij te betrekken. Dit is plaatselijk succesvol gedaan voor dijken langs de Oosterschelde, zoals Kattendijke.



*Figuur 3.5 Vergelijking van succes van beschermde en onbeschermde nesten van de bontbekplevier (BB) en strandplevier (SP). Relatief hadden de beschermde nesten een hoger percentage succesvolle nesten (minstens 1 jong uitgevlogen). Bron figuur: (Janse et al. 2022).*

Tabel 3.8 Onderzoeken naar de effectiviteit van maatregelen voor recreatie.

Studie	Locatie	Soort	Maatregel	Resultaat
<b>Burger and Leonard (2000)</b>	Little Mike's Island, Amerika	visdief	bebording en educatie	+
<b>Burger (2003)</b>	Little Mike's Island, Amerika	visdief	bebording, (tijdelijk) toegangsverbod, educatie en toezicht	+
<b>Byers (2003)</b>	stranden in Vandenberg AFB, Amerika  (ook resultaten in Coil Oil Point Reserve aangehaald, zie onderstaand)	Amerikaanse strandplevier	(tijdelijk) toegangsverbod, educatie	+
<b>Morris et al. (1992)</b>	Lake Erie, Amerika	visdief	bebording	+(vermoeden, geen kwantitatief bewijs)
<b>Dowling and Weston (1999)</b>	Mornington Peninsula National Park, Australië	zwartkopplevier	(tijdelijk) toegangsverbod, educatie en toezicht	+
<b>Lafferty et al. (2006)</b>	Sands Beach, Coal Oil Point Reserve, Amerika	Amerikaanse strandplevier	afrastering, (tijdelijk) toegangsverbod, educatie en toezicht	+
<b>Weston et al. (2012)</b>	stranden in Victoria, Australië	zwartkopplevier	bebording, afrastering en toezicht	Neutral/+
<b>Wilson and Colwell (2010)</b>	Clam beach, Amerika	Amerikaanse strandplevier	bebording en afrastering	+
<b>Medeiros et al. (2007)</b>	Ria Formosa National Park, Portugal	dwergstern	bebording, (tijdelijk) toegangsverbod, toezicht	+
<b>Ormsby and Forsy (2010)</b>	stranden Florida, Amerika	dwergstern	bebording, educatie	neutraal/+

### 3.5 Weersomstandigheden

De weersomstandigheden zijn bepalende condities voor de situatie waarin de jongen groot moeten worden gebracht. Ze zijn direct van invloed op de overleving van de kuikens. Weersomstandigheden zijn namelijk van invloed op de thermoregulatie. Daarnaast hebben ze ook indirect invloed op de overleving omdat ze de foerageeromstandigheden bepalen. Dit kan zijn voor de kuikens zelf, wanneer het gaat om soorten waarvan de kuikens zelf foerageren zoals plevieren en kluut. Dat de overleving van de kuikens van kluten verband houdt met de temperatuur, is onder andere aangetoond op Beltringharder Koog en Fahretofter Westerkoog (eilanden voor de Duitse Waddenzeekust); de temperatuur in juni was positief gerelateerd aan de jaarlijkse kuikenoverleving en broedsucces. Dit komt voort uit het leefgebied van de jonge kluten; open gebieden, zoals wad of

lagunes, met weinig mogelijkheden om te schuilen tegen wind of regen. Dit en de natte bodems maken dat de jongen bij slechte weersomstandigheden moeten schuilen bij de ouders en er niet gevoerd kan worden (Hotker & Sebeade 2000). De weersomstandigheden hebben invloed op de foerageermogelijkheden voor de ouders, wanneer het soorten betreft die hun jongen voeren (zoals sterns). In dat geval worden het lichaamsgewicht en de groei van de jongen beïnvloed door weersomstandigheden via het foerageersucces van de ouders (zoals aangetoond in Becker and Specht (1991). Onder slechte weersomstandigheden, zoals sterke wind, langdurige regenval en slecht zicht, hebben de ouders meer moeite om voedsel te verzamelen (Frank 1992; Brenninkmeijer & Stienen 1994; Stienen *et al.* 2001). Deze weer – voedsel interactie komt goed naar voren uit het onderzoek van Scopel and Diamond (2018). Zij vonden bij noordse sterns dat het aanbieden van veel krill onder goede weersomstandigheden het broedsucces verhoogt, maar dat krill in het dieet onder ongunstigere weersomstandigheden een negatief effect had. Dit komt omdat de ouders dan hun tijdsverdeling moeten aanpassen om meer broedzorg te kunnen leveren en daardoor minder krill aan hun jongen konden aanbieden. Ook uit de onderzoeken van (Brenninkmeijer & Stienen 1994; Stienen *et al.* 2001; Stienen 2006) komen de weer – voedselinteracties goed naar voren. Uit die onderzoeken bleek dat sterke wind van grote invloed was op de voedselvoorziening voor de jongen van grote sterns; bij harde wind nam het aantal aangevoerde prooien af, doordat de foerageeromstandigheden niet optimaal zijn (zoals verminderd doorzicht en een grotere energie-investering). Ook bleek dit een effect te hebben op de samenstelling en de grootte van de prooien die mee terug werden gebracht. Bij de onderzochte kolonies grote sterns werd eveneens waargenomen dat bij harde wind kleptoparasitisme door de aldaar broedende kokmeeuwen toenam. Dit alles maakt dat harde wind een sterk negatief effect had op de ontwikkeling van de kuikens (Brenninkmeijer & Stienen 1994; Stienen *et al.* 2001; Stienen 2006) (meer over voedselbeschikbaarheid in §3.2.2). De mate waarin weersomstandigheden impact hebben op het broedsucces via het foerageersucces, is wel afhankelijk van de mogelijkheid om te switchen naar een andere voedselbron bij ongunstigere foerageeromstandigheden, wat mede wordt bepaald door de broedlocatie (Frank 1992).

Het belang van gunstige weersomstandigheden voor de overleving van de jongen en daarmee voor het broedsucces is tevens vastgesteld voor de visdief in Becker and Specht (1991), voor noordse sterns in Bunin and Boates (1994), voor de dwergplevier en Amerikaanse strandplevier in Mabee and Estelle (2000) en voor de Dougalls stern Morrison and Gurney (2007).

#### *Maatregelen ter bescherming van kustbroedvogels*

Door het bieden van schuilmogelijkheden kunnen kustbroedvogels worden beschermd tegen ongunstige weersomstandigheden. In het onderzoek van Morrison and Gurney (2007) werden nestboxen geplaatst in een kolonie Dougalls sterns ter bescherming tegen predatie door andere meeuwen en ongunstige weersomstandigheden. Alle broedende Dougalls sterns maken gebruik van deze nestboxen om in te broeden. Het aantal broedparen is in de jaren nadat gestart is met het plaatsen van de boxen toegenomen en ook het broedsucces is gestegen, ondanks dat slechte weersomstandigheden en voedseltekorten zich wel hebben voorgedaan. Ook in andere onderzoeken hebben ze geëxperimenteerd met het plaatsen van schuilplekken, veelal vanuit de motivatie om



predatie te verminderen (Jenks-jay 1982; Burness & Morris 1992), maar deze schuilplaatsen beschermen ook tegen regen en hitte.

## 3.6 Andere factoren

### 3.6.1 Competitie en kleptoparasitisme

In een natuurlijk systeem zijn er allerlei biotische interacties. Naast predatie kunnen ook competitie en kleptoparasitisme plaatsvinden, wat van invloed is op de populaties van kustbroedvogels.

#### *Competitie*

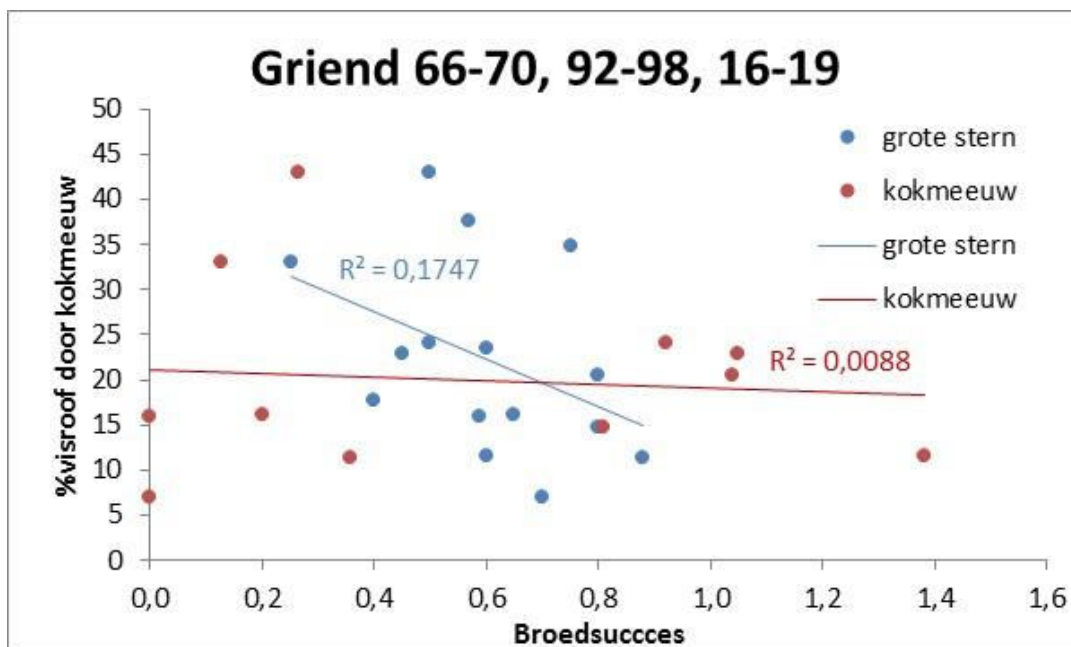
In broedgebied van kustbroedvogels kan competitie optreden, bijvoorbeeld doordat nauw verwante soorten met dezelfde prooikeuze in eenzelfde gebied broeden en gaan foerageren, met name als de actieradius van de soorten beperkt is. Waar mogelijk proberen nauw verwante soorten competitie te vermijden door verschillende gebieden te gebruiken om te foerageren of verschillende verhoudingen aan prooitypen en groottes te voeren aan hun jongen. Robertson *et al.* (2016) onderzochten het dieet van Noordse sterns en visdieven die broedden op Coquet Island in Engeland en namen een verschil in prooikeuze waar, welke mogelijk verklaard kan worden door interspecifieke competitie. Naast competitie om voedsel kan competitie ook gaan om nestplaatsen. Onderzoeken naar competitie bij kustbroedvogels hebben veelal betrekking op deze vorm van competitie, namelijk (grote) meeuwen die concurreren om broedgebied met broedende sterns. Grote meeuwen kunnen vroeg in het seizoen territoria vormen op potentiële broedlocaties van sterns, waardoor sterns gedwongen worden om zich te verplaatsen, zoals waargenomen in Akers and Allcorn (2006) en Booth and Morrison (2010). Vanwege dit risico worden in Morrison and Allcorn (2006) allerlei maatregelen ter voorkoming van het vroege koloniseren van grote meeuwen onderzocht (zoals onderstaand beschreven bij maatregelen). Het gedwongen worden om een andere broedplaats te gebruiken kan leiden tot verminderd broedsucces; in het onderzoek van O'Connell and Beck (2003) werd, weliswaar anekdotisch, bewijs verzameld dat competitie met zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen ervoor zorgden dat sterns gingen broeden in gebieden waar het risico op overstroming door getijdewerking groot is. Naast het mogelijk wegspoelen van het nest, vormt dit ook een risico op verhoogde predatie door meeuwen, doordat de overstromingen de sterns afhouden van het beschermen van de eieren en jongen. De sterns werden dus gedwongen om te broeden in minder geschikt gebied. Aangezien grote meeuwen ook predatoren zijn van de kuikens en eieren van sterns wordt het competitieonderzoek veelal gecombineerd met predatieonderzoek.

#### *Maatregelen tegen competitie*

Er zijn diverse maatregelen die kunnen worden genomen om competitie om broedgebied tussen grote meeuwen en sterns tegen te gaan. Alle maatregelen richten zich op het weghouden van (grote) meeuwen van de broedlocatie van de sterns. Deze maatregelen komen overeen met die voor predatie, namelijk het voorkómen dat (grote) meeuwen nestelen door het spannen van lijnen net boven de grond en het verwijderen van nesten, afschrikken en afschieten van (grote) meeuwen (voor referenties en resultaten zie §3.3).

### Kleptoparasitisme

Bij kleptoparasitisme verliest een broedvogel zijn prooi aan een voedselconcurrent. Een bekend voorbeeld van kleptoparasitisme onder kustbroedvogels is die van kokmeeuwen met grote sterns. Grote sterns zoeken actief de nabijheid van kokmeeuwen om te broeden, maar hebben daardoor te maken met een hoge mate van verlies van gevangen prooien aan kokmeeuwen. Op Griend is onderzoek gedaan naar kleptoparasitisme van kokmeeuwen op grote sterns. Door kleptoparasitisme ging 30% van al het voedsel dat naar kolonie werd gebracht verloren aan kokmeeuwen. Kokmeeuwen selecteerden prooien op basis van lengte, ongeacht het type prooi (vissoort) (Stienen *et al.* 2001). Ditzelfde werd ook waargenomen in een kolonie van grote sterns en kokmeeuwen in Schotland (Fuchs 1977). Het kleptoparasitisme op Griend volgde een patroon met tijd van de dag, getij en windsnelheid als invloedrijke factoren. Met name windsnelheid had een negatieve invloed op de energie-opname van de sternkuikens en daarmee ook op de groei van de kuikens, doordat het kleptoparasitisme toenam terwijl er weinig voedsel naar de kolonie werd gebracht door de sterns. Dit effect op de kuikens was vooral aanzienlijk in de eerste twee weken na uitkomen van de eieren (Stienen *et al.* 2001). Het broedsucces van grote sterns op Griend was negatief gecorreleerd met het percentage visroof door kokmeeuwen (Figuur 3.6).



Figuur 3.6 Relatie tussen broedsucces (aantal uitgevlogen jongen per paar) van grote stern en kokmeeuw en het percentage door kokmeeuwen van grote sterns geroofde prooien op Griend tussen 1966 en 2019 (in de drie periodes 1966-1970, 1992-1998 en 2016-2019). Bronnen: Veen (1977), Stienen (2006), Govers *et al.* (2020), Griendverslagen 1964-2019.

Er zijn verschillende strategieën om als vogel om te gaan met kleptoparasitisme, bijvoorbeeld door meer te foerageren. Op Griend werd waargenomen dat grote sterns hun foerageeractiviteit vergrootten en hun jongen dus langer alleen lieten om zo het tekort aan voedsel bij hun jongen op te vangen (Stienen & Brenninkmeijer 2002). Ook kan worden geprobeerd om aanvallen te ontwijken. Dat kan op allerlei manieren. Grote sterns leiden vaak hun jongen weg van de broedlocatie om te

voeren zodat het risico op kleptoparasitisme kleiner is (Cullen, 1958; Chestney, 1970; Veen, 1977; Campredon, 1978 in Stienen (2006)).

### 3.6.2 Vervuilende stoffen

Vervuilende stoffen kunnen aanwezig zijn in de bodem, het water en de lucht. Kustbroedvogels krijgen deze stoffen binnen bijvoorbeeld via het voedsel en kunnen daar effecten van ondervinden.

#### *Type vervuilende stoffen*

De mate waarin vervuilende stoffen voorkomen in een gebied en de typen stoffen zijn afhankelijk van de locatie en periode. Vroeger werden onder andere PCB's veel gebruikt. PCB's is een verzamelnaam en afkorting voor Polychloorbifenylen. Deze stoffen zaten in plastic, bouwmaterialen en bestrijdingsmiddelen. PCB's zijn slecht afbreekbaar, slecht oplosbaar in water, maar goed oplosbaar in vet (lipofiel). Deze eigenschappen maken dat PCB's lang in het milieu blijven en kunnen accumuleren in voedselketens (Ministerie van V.R.O.M. 1986), waar ze tot schadelijke effecten kunnen leiden. PCB's worden vandaag de dag niet meer gebruikt, de productie ervan is in 1985 verboden (deels al in 1972). Echter door de slechte afbreekbaarheid van deze stoffen, zijn PCB's nog steeds in het milieu aanwezig. Andere vervuilende stoffen aanwezig in het milieu zijn zware metalen, zoals cadmium, chroom, lood, kwik, zink en arseen, en perfluoralkylstoffen (PFAS's).

De hierboven beschreven vervuilende stoffen kunnen negatieve effecten hebben op de gezondheid van kustbroedvogels, afhankelijk van de concentratie waarin ze voorkomen. Onderzoek naar de effecten van PCB's op kustbroedvogels is veelal uitgevoerd in de jaren negentig door Becker *et al.* (1993); Hoffman *et al.* (1993); Bosveld *et al.* (1995); Becker *et al.* (1998); Bosveld *et al.* (1998) en Hoffman *et al.* (1998) (allen onderzoek naar de visdief). Maar ook al in 1972 werd onderzoek uitgevoerd naar de effecten van PCB's op kustbroedvogels door Hays and Risebrough (1972) (onderzoek naar de dougalls stern) en later in 2001 door van den Brink and Bosveld (2001) (onderzoek naar de visdief). Deze onderzoeken vonden in Europa en in Amerika plaats. In de onderzoeken worden PCB's gelinkt aan afwijkingen in de embryo's, het niet uitkomen van eieren en een verhoogde sterfte van de kuikens door afwijkingen, dit alles leidend tot een verlaagd broedsucces. PCB's kunnen ook in combinatie met andere vervuilende stoffen een negatief effect hebben op het broedsucces, zoals Becker *et al.* (1993) en Castillo *et al.* (1994) suggereren. In Ierland zijn er nog recenter onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van PCB's op het broedsucces van een kolonie visdieven (beide onderzoeken op het eiland Rockabill (Acampora *et al.* 2017) en (Power *et al.* 2021). In beide onderzoeken bleven de PCB-waarden onder de toxische levels voor vogels. Wel kwamen de PCB waarden in het onderzoek van (Acampora *et al.* 2017) boven de OSPAR's EcoQO<sup>1</sup> voor eieren uit. In het onderzoek van Power *et al.* (2021) bleven de PCB waarden hier wel onder. Ook de insecticide DDT (en het derivaat DDE) kan leiden tot een verminderd broedsucces. DDT werd in West-Europa tot in de jaren '70 van de vorige eeuw gebruikt, waarna het door zijn sterk toxische werking is verboden. Hoewel minder toxisch als DDT, is DDE langer in gebruik gebleven. Net zoals

---

<sup>1</sup> "EcoQOs express the desired qualities of a component of the ecosystem"; OSPAR (2010) The Ospar system of ecological quality objectives for the North sea, 16.

PCB is het slecht afbreekbaar en in vet oplosbaar. Een tweetal onderzoeken heeft de vraag geadresseerd of DDE veranderingen veroorzaakt in de dikte en de porositeit van de eischalen. Dit kon echter niet worden vastgesteld (Switzer *et al.* 1971; Nisbet & Fox 2009). Verder zijn de effecten van zware metalen op kustbroedvogels onderzocht, waarbij waarden voor kwik werden vastgesteld die in de range liggen van mogelijke ernstige effecten op het broedsucces (Burger & Gochfeld 2003; Cotin *et al.* 2011). Burger and Gochfeld (2003) schreven dit dan ook toe aan de mogelijke afname van de visdief populatie waar ze onderzoek aan deden.

#### *Maatregelen*

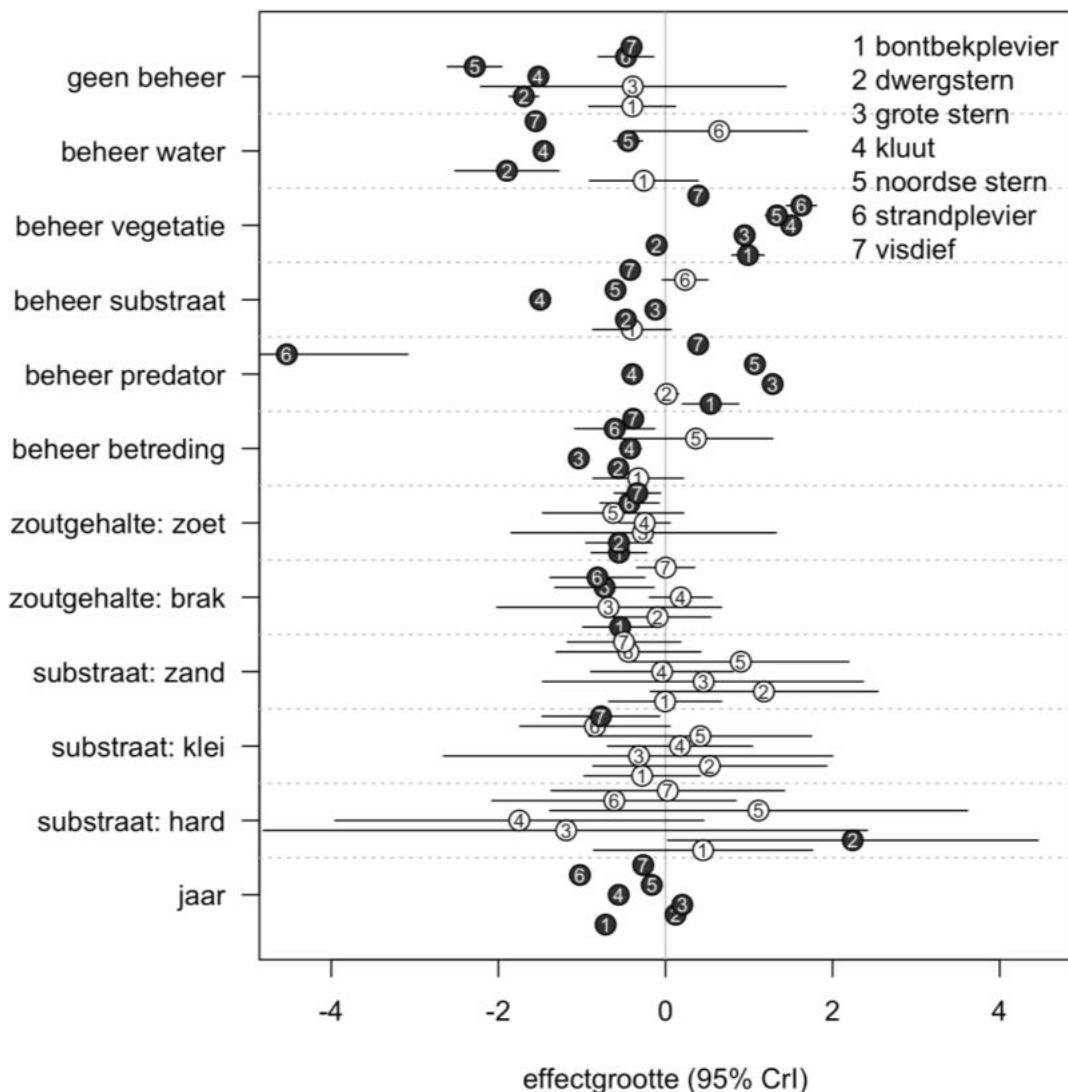
Naast het terugdringen van het gebruik en van het vrijkomen van vervuilende stoffen in het milieu, is het van belang om geen (nieuwe) broedlocaties aan te bieden nabij sterk vervuilde locaties.

### **3.7 Uitkomsten statistische analyse**

Voorgaande paragrafen geven een overzicht van de huidige kennis in de literatuur en de ervaringen van beheerders en onderzoekers ten aanzien van factoren die broedaantallen en broedsucces van kustbroedvogels bepalen. Daarnaast hebben wij een database met gegevens samengesteld die in het veld zijn verzameld om ook middels kwantitatieve analyses een overzicht te maken van het effect van verschillende variabelen (bijvoorbeeld effect van jaren, abiotische gebiedskenmerken, vegetatiesuccessie en beheersmaatregelen) op het aantal broedpaar.

In figuur 4.1 zijn de resultaten van modellen per soort geplot in één figuur. De uitkomsten per soort zijn daarmee gevisualiseerd, maar ook zijn daarmee in één oogopslag eventuele overkoepelende patronen zichtbaar. Figuur 4.1 behoeft enige uitleg, alvorens wordt overgegaan tot de bespreking van de resultaten. Het figuur laat per kustbroedvogelsoort de relatieve bijdrage zien van de verschillende variabele in betreffende *Generalized Linear Mixed Models* (GLMMs). De weergegeven effectgroottes in figuur 4.1 zijn in relatie tot een gekozen referentieniveau per variabelen.

In het geval van beheersmaatregelen was het referentieniveau altijd de *afwezigheid* van de beheersmaatregel, zodat de effectgrootte van deze beheersmaatregel weergeeft hoeveel hoger of lager het relatieve aantal broedpaar is bij *aanwezigheid* van de beheersmaatregel. Voor zoutgehalte is het referentieniveau 'zout' (en vervolgens vergeleken met zoet en brak). Voor substraat is het referentieniveau schelpen + grind (en vervolgens vergeleken met de categorieën zand, klei en hard substraat). Met name variabelen die duidelijk afwijken van de nullijn, worden besproken (dat zijn variabelen die significant bijdragen aan de verklaring voor het aantal broedparen van betreffende soort, zwarte bolletjes in figuur 4.1). Bedenk verder bij het interpreteren van figuur 4.1, dat een aantal variabelen überhaupt niet in de analyse konden worden opgenomen (bijvoorbeeld inrichting, zie §2.4.3) en dat sommige andere variabelen een sterke auto-correlatie vertoonden en er daarom keuzes gemaakt moesten worden in welke variabele wel of niet zijn opgenomen in de GLMM's, zie §2.4.4).



Figuur 4.1 Relatieve effectgrootte van verschillende variabelen op het aantal broedpaar van zeven soorten kustbroedvogels. De cijfers in de bolletjes verwijzen naar de soorten (zie legenda rechtsboven in het figuur). Zwarte bolletjes: effect is significant; witte bolletjes: effect is niet significant.

Uit de analyse blijkt dat als er in kustbroedvogelgebieden in zijn geheel **geen beheer** plaatsvindt, dit negatief is voor de aantallen kustbroedvogels. Dat is verklaarbaar: in veel gebieden in Nederland is vrijwel altijd sprake van enige (negatieve) beïnvloeding door mensen, grondpredatoren, successie van vegetatie etc. waarvan de effecten door beheer zijn te sturen. Indien dat beheer dus niet wordt uitgevoerd, dan laat onze analyse zien dat dit de aantallen broedparen negatief beïnvloed. In ideale gebieden (bijvoorbeeld eilanden in een zout watersysteem met dynamiek), zonder mensen en grondpredatoren en weinig vegetatie met het juiste substraat, is beheer logischerwijs niet nodig. Uit de analyse kan derhalve dus ook geconcludeerd worden dat dit soort gebieden in Nederland schaars zijn.

Het beheren van gebieden via regulatie van het waterpeil (**beheer water**) heeft op zichzelf een negatief effect op het aantal kustbroedvogels. Dit is verklaarbaar, afhankelijk van hoe het waterbeheer precies is toegepast: indien gebieden bijvoorbeeld langdurig onder water zijn gezet (orde grootte weken tot maanden), betekent dit direct verlies van nestgelegenheid. Details over toegepast waterbeheer per gebied/jaar combinatie zijn niet meegenomen in deze studie. Overigens heeft het waterbeheer indirect een effect op vegetatiesuccessie, en via dat spoor kan het wel een positief effect hebben op de aantallen broedparen. Dat blijkt ook overduidelijk uit de factor **beheer vegetatie** in figuur 4.1: bij aanwezigheid van vegetatiebeheer blijkt er een positief effect op de aantallen broedparen kustbroedvogels.

Het beheren van het **substraat** daarentegen lijkt een negatief effect te hebben op de broedaantallen. Dat lijkt tegenstrijdig, en heeft wellicht te maken met details over hoe en waar dit is toegepast. Het is bijvoorbeeld denkbaar dat in de database met name gebieden zijn opgenomen waar verandering van substraat (als beheer maatregelen) vooral is uitgevoerd als onderdeel van grootschaligere inrichtingsprojecten. Gebieden kunnen dan tijdelijk minder geschikt zijn. Details over de exacte toepassing zijn echter niet opgenomen in de database.

Uit de analyse blijkt verder dat het beheren van **predatoren** een positief effect heeft op de aantallen kustbroedvogels. Uitzondering binnen die factor is strandplevier, en in mindere mate (maar wel significant) ook kluut. Zonder nadere analyses is deze ogenschijnlijke tegenstrijdigheid niet te verklaren. Mogelijk zijn alle activiteiten die nodig zijn voor het bestrijden van predatoren op zichzelf verstorend voor deze twee soorten.

Het reguleren van de **betreding van gebieden** door mensen lijkt eveneens een negatief effect te hebben op het aantal broedparen. Een verklaring kan zijn dat in gebieden waar betreding wordt gelimiteerd, ook de kwaliteit van de broedhabitat al van mindere kwaliteit is voor kustbroedvogels. Daar tegenover staan bijvoorbeeld geïsoleerde gebieden en eilanden in groot open water die vaak geschikt voor kustbroedvogels, en tegelijkertijd veel minder goed bereikbaar voor mensen waardoor sturen op betreding niet nodig is.

Binnen de factor **zoutgehalte** blijkt overduidelijk dat gebieden die zijn gelegen in zoute wateren hogere broedaantallen hebben dan in gebieden die zijn gelegen in brakke of zoete wateren. Overigens is er een subtiel verschil in de effectgroottes tussen zoete en brakke gebieden: zoete gebieden zijn minder geschikt ten opzichte van zoute gebieden dan brakke gebieden. Dit is in lijn der verwachting, en word hiermee dus weer eens bevestigd.

De factor **substraat** geeft de minst sterke effectgroottes: voor bijna alle soorten geldt dat er geen significante verschillen zijn tussen “schelpen + grint” (de veronderstelde meest geschikte substraat type) en de andere substraat typen. Uitzondering vormt visdief (“klei” is significant minder geschikt dan “schelpen + grint” en voor dwergstern (hard substraat is geschikter dan “schelpen + grint”). Voor visdief is dit een logische uitkomst. Het resultaat voor dwergstern is echter niet logisch (wellicht het gevolg van onnauwkeurigheden in de aangeleverde basisgegevens).

Tot slot blijkt uit de analyse dat de factor **jaar** een significante verklaring geeft voor het aantal broedparen: voor de meeste soorten geldt dat er in het verleden meer broedparen waren in

Nederland. Er is dus sprake van een negatieve trend. Twee soorten vormen daarop een uitzondering: dwergstern en grote stern. Deze twee soorten kennen juist een positieve trend in de broedaantallen. Dit alles blijkt ook uit de langjarige landelijke monitoringreeksen van Sovon.

## 4 Optimaliseren van kustbroedvogelgebieden

In dit hoofdstuk zijn adviezen gegeven over het zo optimaal mogelijk aanleggen en inrichten van nieuwe gebieden, dan wel het (her)inrichten en beheren van bestaande gebieden ten behoeve van kustbroedvogels. Het gaat specifiek om het sturen en optimaliseren via *abiotische processen* (dynamiek en variatie in waterpeil, watertype, bodem type en ligging van een gebied). Dit is gebaseerd op de informatie uit §3.1.1 t/m §3.1.4 en geldt in zijn algemeenheid voor alle in dit project besproken kustbroedvogelsoorten. In de praktijk zijn maatregelen ten behoeve van kustbroedvogels vaak gericht op één specifieke soort. Om uiteenlopende redenen heeft betreffende soort in dat specifieke gebied een bovengemiddeld belang. Maatregelen ten behoeve van één specifieke soort hebben echter vaak ook een positief effect op andere kustbroedvogelsoorten. In bijlage III zijn per soort nog een aantal specifieke aandachtspunten benoemt.

Voor aanvullende beheermaatregelen gericht op *biotische factoren* zoals vegetatie, predatoren en menselijke verstoring, wordt verwezen naar §3.2 t/m §3.6.

In §4.1 gaan we in op het optimaliseren van *bestaande* kustbroedvogelgebieden. Door allerlei factoren worden deze gebieden op termijn vaak minder geschikt. Welke maatregelen, gericht op abiotische processen, zijn dan effectief én duurzaam zodat een gebied weer geschikt wordt? In §4.2 is dit ook beschreven voor nog *nieuw aan te leggen* gebieden. In §4.3 zijn belangrijke aandachtspunten benoemt die ingaan op de relatie tussen broedsucces en de inrichting en het beheer van kustbroedvogelgebieden.

Zowel in bestaande gebieden, als in nieuw aan te leggen gebieden, is er de voorkeur om eerst te proberen om gebieden via *natuurlijke dynamiek* (zoals getijde) te optimaliseren. Mocht dat niet kunnen, dan is het *deels* sturen via processen (bv waterpeil variaties) het beste alternatief. Mocht ook dat niet mogelijk zijn, of er is bijvoorbeeld lokaal een heel hoge predatiedruk door grondpredatoren, dan kan tot slot worden overgegaan tot inzet van volledig *kunstmatige* maatregelen (bv een ponton). Deze hiërarchie komt terug in de onderstaande paragrafen.

### 4.1 Bestaande kustbroedvogelgebieden

#### Natuurlijke dynamiek

De meest effectieve manier om bestaande gebieden voor kustbroedvogels te beheren en (her)inrichten is het *zoveel mogelijk toelaten van dynamiek*. Een combinatie van zout tot brak water, met een dagelijks wisselend waterpeil door getijde invloed en zandig substraat al dan niet vermengd met schelpen vormt de ideale broedhabitat. Als er mogelijkheden zijn om in een bestaand gebied herinrichting toe te passen, is het introduceren van waterpeil variatie een eerste stap. Aansluiten bij dagelijkse getijde dynamiek zorgt voor het grootste effect: zout water en de dagelijkse variatie in waterpeil zorgt voor het duurzaam in standhouden van een hoog dynamische zone met ijle, schaarse begroeiing waarin de vegetatie-succesie traag verloopt en er daarom minder snel noodzaak is (of in



zijn geheel niet) tot maaien/kleppelen of aanbrengen van zoutlagen of andere kunstmatige ingrepen. Een mooi voorbeeld waarbij dit in een reeds bestaand gebied is toegepast, zijn de Kroonspolders op Vlieland. Daar is een opening met drempel in de dwarsdijk geplaatst, waardoor zeewater dagelijks in en uit kan stromen. Overigens resulteert de toepassing van een beperkte getijslag erin dat er nog steeds actief beheer van gebieden nodig is. Alleen bij volledige getijslag is sprake van afdoende dynamiek zodat broedgebieden min of meer zelfstandig voort bestaan.

Ondanks een hoge dynamiek, kunnen buitendijks gelegen (hogere) kwelderdelen uiteindelijk ook ongeschikt raken door het dichtgroeien van zand- en slibplaten met zouttolerante kweldervegetatie. Dit is onderdeel van een natuurlijk estuariën ecosysteem: door variatie in erosie, sedimentatie en vegetatiesuccessie ontstaan en verdwijnen geschikte broedlocaties voor kustbroedvogels. Inzetten van vee op buitendijkse kwelders en schorren kan de vegetatiedichtheid verlagen, en plaatselijk weer open delen creëren. Bij voorkeur wordt vee buiten het broedseizoen ingezet, en anders via mozaïek begrazing ruimtelijk differentiëren waardoor actieve broedlocaties in een gegeven jaar tijdelijk worden ontzien. Zie verder §3.2.1 voor nadere details.

#### *Beperkte dynamiek, sturen op processen*

Hoewel er dus succesvolle voorbeelden zijn in Nederland waar de invloed van getij weer is teruggebracht, is dit in de praktijk vaak geen reële optie. In dat geval is het incidenteel opzetten van het waterpeil (via pompen, hevels of instellen van stuwpeilen), een duurzame methode om vegetatiesuccessie te remmen. Ook hier geldt dat inlaten van zout- of brakwater het meest effectief is; vaak is dit een goede optie in gebieden die (binnendijks) dicht achter de zeewering zijn gelegen. Het in stand houden of herstellen van zoute- of brakke kwel is een goed alternatief voor actieve peilopzet.

Incidenteel opzetten van het waterpeil dient bij voorkeur in de winter en vroege voorjaar te worden toegepast, en moet vervolgens zodanig uitzakken dat er vanaf medio april nestlocaties beschikbaar zijn voor kustbroedvogels. Zeker in gebieden met kluten, is het zaak om gedurende het broedseizoen een goede balans te houden tussen droge delen waarop nesten gebouwd kunnen worden, en slibrijke delen waarin afdoende voedsel aanwezig is. Zo is eerder in de inlagen bij Hoedekenskerke, provincie Zeeland, water ingepompt in het broedseizoen om droogvallen van foerageergebieden te voorkomen. Dit moet wel met uiterste zorgvuldigheid worden toegepast, omdat laaggelegen nesten ook kunnen overstromen (persoonlijke communicatie W. Stempher). Ook het aanpassen (of evt. aanleggen) van watergangen voor waterbeheer moet met zorgvuldigheid gebeuren. Zo is het voor kluten die binnendijks broeden en de dijk oversteken om in het getijdengebied te foerageren belangrijk dat er geen diepe sloten met steile oevers aanwezig zijn (persoonlijke communicatie S. Lilipaly en M. Hoekstein). Goede voorbeelden van gebieden waarin processen gestuurd worden via aanpassingen van het waterpeil zijn onder andere het Gasthuisbevang, Klein Beijerenpolder en het Pikgat in Zeeland. In de winter wordt het peil verhoogd tot boven het streefpeil (afremmen vegetatieontwikkeling en en bestrijding van ratten (persoonlijke communicatie W. Stempher). Ook in de Sophiapolder in Zeeuws-Vlaanderen wordt waterpeilverhoging in de winter ingezet als beheermaatregel. Door middel van een stuw worden de eilandjes in de winter onder water gezet, in

het voorjaar is er een plas-dras situatie. Met de stuw wordt tevens voorkomen dat in het broedseizoen door neerslag een te hoge waterstand ontstaat (persoonlijke communicatie F. Schenk).

In gebieden waarin zout of brak water niet beschikbaar is, loont het nog steeds om de vegetatiesuccessie te remmen via variatie in het waterpeil. Op het Trintelzand in het (zoete) Markerrmeer is bijvoorbeeld een duidelijk verschil waargenomen in de snelheid waarmee vegetatiesuccessie optreedt tussen gebieden met een meer stabiel waterpeil en weinig dynamiek, en gebieden die meer onder invloed staan van wisselende waterpeilen als gevolg van golfslag en scheefstand van het meer. Het verschil in snelheid van de vegetatiesuccessie wordt hier ook bepaald door substraatkeuzes (slib respectievelijk zand). Om broedgebieden in zoete watersystemen langdurig te behouden voor kustbroedvogels is het terugzetten van vegetatie echter onvermijdelijk, zie §3.2.1 voor mogelijkheden ten aanzien van maaien (en afvoeren) en de inzet van vee.

Het tussentijds vervangen van het substraat van de toplaag is eveneens een (relatief) duurzame mogelijkheid. Meest effectief is het aanbrengen van Noordzee zand of dieper gelegen Pleistoceen zand, al dan niet gecombineerd met pleksgewijs aanbrengen van schelpenlagen. In verschillende natuurgebieden in Nederland zijn positieve ervaringen opgedaan met het aanbrengen van schelpenlagen om kustbroedvogels tot broeden te laten komen. Hoewel schelpenlagen niet essentieel zijn, zijn ze ondermeer effectief in het aantrekken van kluten, plevieren en dwergsterns (o.a. toegepast op de Hooge Platen). Om effectief te zijn is het van belang dat de aangebrachte schelpenlaag minstens 20-30 cm dik is en dat de oppervlakte hiervan minstens 10 bij 10 m is. Er mag hier en daar wat vegetatie staan (persoonlijke communicatie S. Lilipaly, M. Hoekstein en F. Schenk). De ervaringen aan de Groninger Kust en in Zeeland laten zien dat schelpenstranden ook de vegetatiegroei remmen en de vestiging van ratten en grote meeuwen, mogelijke predatoren van de eieren en kuikens van kustbroedvogels, voorkómen (zie §3.3 en §3.5).

## 4.2 Aanleg en inrichting van nieuwe kustbroedvogelgebieden

### Nieuwe eilanden in zoute of brakke watersystemen

Als er mogelijkheden zijn voor het realiseren van nieuwe kustbroedvogelgebieden, dan is vanuit een toekomstige beheerinspanning de aanleg van *buitendijks gelegen eilanden in zoute tot brakke watersystemen onder invloed van (al dan niet gedempt) getij* effectief en het meest duurzaam. Eilanden dienen bij voorkeur op minstens 1km afstand van de vaste wal te worden aangelegd in verband met bereikbaarheid van grondpredatoren. Deze combinatie heeft meerdere voordelen: 1) traag verlopende vegetatiesuccessie, waardoor actief beheren van vegetatie niet nodig is, 2) natuurlijke aanwas van geschikte nestlocaties door erosie en sedimentatie processen en 3) door de ligging en afstand van de vaste wal is het gebied moeilijk te bereiken voor grondpredatoren en zorgt de dynamiek en gebrek aan vegetatie ervoor dat ze zich moeilijk permanent kunnen vestigen. Ook dat voorkomt de inzet van aanvullende beheermaatregelen zoals elektrische rasters. Het substraat van de eilanden moet bestaan uit zand afkomstig uit zee (of uit diepere Pleistocene lagen zoals toegepast op de Marker Wadden en Trintelzand), liefst vermengd met schelpen of schelpenresten.

Uiteraard zit er een (natuurlijke) keerzijde aan hoog dynamische gebieden: het risico op hoge waterstanden in het broedseizoen waardoor nesten en jongen kunnen wegspoelen. De combinatie van geen of zeer lage beheerinspanning van het gebied en veel kleinere kans op vestiging van grondpredatoren weegt op tegen de kans van overspoeling van nesten of jongen en resulteert in de meest duurzame en robuuste keuze in geval een nieuw gebied kan worden aangelegd. De ligging, omvang en inrichting van een eiland moet in samenhang met de omgeving vooraf worden geanalyseerd, waarbij voedselbeschikbaarheid voor de kuikens een belangrijke factor is. Met name voor sterns moet duidelijk zijn dat er in het omliggende water afdoende kleine vis beschikbaar is. Voor kluut is van groot belang dat er oeverzones met zachte slib aanwezig is met daarin allerlei kleine insecten en macro-invertebraten wat dient als voedsel voor kuikens en volwassen vogels. Tot slot bepaald de ligging van nieuwe eilanden in relatie tot zijn omgeving in hoeverre het bereikbaar en aantrekkelijk is voor mensen. Het voorkomen van verstoring is van groot belang, zie verder §3.4 voor details.

De mogelijkheden om in een gebied eilanden aan te leggen, worden onder andere gestuurd door lokale hydro-morfologische processen. Op locaties met diep water, hoge stroomsnelheden of regelmatig hoge golven ontstaan van nature van nature niet zomaar eilanden. Het is niet direct logisch om daar nieuwe eilanden aan te leggen, omdat dit alleen kan met omvangrijke aanvullende civieltechnische maatregelen zoals het toepassen van golfbrekers (bv stortstenen dammen). Het is veelal efficiënter om locaties te zoeken waar minder noodzaak is tot het toepassen van allerlei kostbare civieltechnische ondersteunende maatregelen. Kennis van de lokale hydro-morfologische processen is daarom een belangrijk startpunt in het kiezen van locatie(s) voor nieuwe eiland(en).

#### Binnendijks gelegen nieuwe natuurgebieden

In Nederland zijn er mogelijkheden om binnendijks gelegen gebieden in te richten voor kustbroedvogels (vaak ook in combinatie met andere natuurwaarden). Veelal betreft het vrijkomende landbouwgronden. Zeker wanneer deze direct achter de zeewering liggen, dan is vaak sprake van zoute/brakke *kwel*, of kan die kwel makkelijk hersteld worden door ingrepen in de waterhuishouding. Naast aanleg van nieuwe eilanden, is het omvormen en inrichten van binnendijks gelegen gronden een effectieve en relatief duurzame manier om kustbroedvogels te helpen. De beheerinspanningen zijn doorgaans wat hoger dan in hoog dynamische buitendijks gelegen locaties, maar door in de inrichting te sturen op abiotische processen kan de beheerinspanning beperkt blijven. Succesvolle voorbeelden van nieuw aangelegde binnendijks gelegen gebieden zijn de Klutenplas en Polder Breebaart in Groningen, Utopia (Texel) en de Putten van Petten in Noord-Holland en Plan Tureluur en Waterdune in Zeeland. Behalve zoute of brakke kwel, is het incidenteel opzetten van het waterpeil (met zout of brak water) ook een geschikte manier om de vegetatiesuccessie te remmen. Dit dient minstens 3-5 keer in het winterseizoen plaats te vinden, waarbij overstromingsduur minstens zo belangrijk is als de frequentie. Opzetten van het waterpeil dient in de winter en vroege voorjaar te worden toegepast, om vervolgens zodanig uit te zakken dat er vanaf medio april nestlocaties beschikbaar zijn voor kustbroedvogels. Voor kluten mag het gebied iets eerder droogvallen. In gebieden met kluten is het zaak om gedurende het broedseizoen een

goede balans te houden tussen droge delen waarop nesten gebouwd kunnen worden, en slibrijke delen waarin afdoende voedsel aanwezig is.

Het opzetten van het waterpeil kan ook worden ingezet om verdroging van het gebied te voorkomen. Zo heeft de Blikken in Zeeuws-Vlaanderen een eigen peilbeheer. Er ligt een sloot aan de buitenkant van het gebied. Aangezien in droge jaren het gebied uitdroogt, is in 2021 een Bosmanwatermolen geplaatst, die uit de ringsloot van het waterschap water pompt totdat het vaste waterpeil is bereikt. Vanaf 1 juli mag het waterpeil uitzakken (persoonlijke communicatie F. Schenk). Ook in de Anna Jacobapolder/Willempolder richt de inrichting zich op een hoog waterpeil en het vasthouden van water. Het gebied is een meter afgegraven en er zijn gronddammen om het gebied geplaatst om het water beter te kunnen vasthouden. In 2022 is er een pomp geïnstalleerd om water uit de kwelsloot in het gebied te kunnen pompen, want in droge zomers wordt het gebied te droog. Bij de inrichting moet reeds rekening worden gehouden dat beheer van een broedgebied noodzakelijk is om dit te laten functioneren. Uit de workshops kustbroedvogels (oktober 2021) kwam naar voren dat voor binnendijkse gebieden zoals Klutenplas en Ruidhorn (Groningen), het essentieel is te kunnen sturen op waterpeil. Voorkom bij peilopzet dat sedimentatie met slib optreedt. Aanvoer van slib leidt namelijk tot verruiging.

Indien sturen met zout tot brak water niet mogelijk is, dan kan als alternatief ook worden gekozen voor het aanbrengen van zoutlagen in een gebied. Op meerdere plaatsen in Nederland is hier ervaring mee opgedaan. Dit is toegepast in de Jaap van Baarsenvallei op Voorne (van Steenis & van Zuijlen 2012), op de Scheelhoekeilanden op Goeree-Overflakkee (van Steenis & Poot 2013) en op het broedeiland bij de Houtribsluis (van der Winden & Niemeijer 2018). Ook in het buitenland is deze maatregel toegepast (Lamb 2015). Het aanbrengen van het zout bleek in alle gevallen effectief te zijn in het remmen van de vegetatieontwikkeling (voor details zie §3.2.1).

Binnendijks gelegen nieuwe natuurgebieden zijn makkelijk bereikbaar voor mensen en grondpredatoren. Nieuw aangelegde gebieden hebben daarmee als potentieel risico dat ze als ecologische “sink” gaan functioneren. Vogels vestigen zich vanuit bestaande gebieden in een nieuw gebied, en indien de reproductie laag blijft neemt de populatie over tijd af. Een lage reproductie wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door (een eventuele combinatie van) predatie van eieren en kuikens, voedselgebrek voor kuikens en verstoring door mensen. Zeker sterns en kluten zijn gevoelig voor predatie omdat ze veelal in kolonies broeden. Bij de aanleg en inrichting van nieuwe binnendijks gelegen gebieden moet het mechanisme van een ecologisch “sink” nadrukkelijk worden meegewogen. Vaak zijn aanvullende beheermaatregelen nodig (elektrische rasters tegen vossen, voorlichting voor mensen etc.), zie voor details § 3.3 en §3.4.

#### Nieuwe eilanden in zoete watersystemen

Gebieden die onder invloed staan van zoet water, ondervinden een veel sneller verlopende vegetatiesuccessie dan gebieden gelegen in zoute of brakke wateren. Ze raken daarmee sneller ongeschikt voor kustbroedvogels. Er zijn een paar aspecten die ervoor kunnen zorgen dat eilanden

die worden aangelegd in zoete wateren toch vrij lang geschikt kunnen blijven (vele jaren). De substraat keuze is belangrijk: kies zand, bij voorkeur voedselarm vrij grof materiaal uit oudere aardlagen (Pleistoceen, Eoceen). Het gebruik van klei bij voorkeur vermijden, omdat dit doorgaans voedselrijker is. Voorts is peildynamiek (gestuurd, of via het toestaan van peilopzet door golven en scheefstand van een meer) een belangrijke stuurfactor. Bij de aanleg van eilanden kan hier rekening mee worden gehouden in de inrichting: toepassen van golfbrekers zoals stortstenen dammen zorgt voor een aanzienlijke reductie van de dynamiek, wat vaak leidt tot een snelle vegetatiesuccessie. Intensief en frequent beheer van vegetatie is dan nodig, wat lang niet altijd haalbaar is. De keerzijde van onbeschermd eilanden is dat ze door erosieprocessen snel kunnen verdwijnen. Een gedegen hydro-morfologische en civieltechnische analyse is vereist. Twee voorbeelden maken inzichtelijk hoe voornoemde keuzes uitpakken: de afzonderlijke eilandjes op de Kreupel (IJsselmeer) zijn aangelegd met klei of met zand, en de buitenzijde van het hele gebied is beschermd met stortstenen. De beheerder (Staatsbosbeheer) en een groep vrijwilligers verwijdert jaarlijks houtige opslag, bramen en wilgenstruweel, waarbij dit met name op de kleiige delen het meest urgent is. Deze beheerinspanning zorgt voor blijvende vestiging van visdief, bontbekplevier en kluut (en verschillende meeuwensoorten). Het is wel zo dat het aantal broedpaar kluten in tien jaar behoorlijk is afgenomen, waarschijnlijk als gevolg van vegetatie successie. Ook het aantal broedpaar visdief is minder dan in eerdere jaren, maar de populatie dynamiek van deze soort wordt (veel meer dan bij kluut) ook gestuurd door externe factoren als voedselbeschikbaarheid in het IJsselmeer en uitwisseling tussen kolonies elders.

Op Trintelzand (deel B), in het Markermeer, is gekozen voor zandige eilanden die grotendeels onbeschermd zijn. Vier jaar na aanleg (in 2019) zijn ze nog steeds vrijwel onbegroeid (in tegenstelling tot het met stortstenen beschermde en met slib aangelegde Trintelzand A). Dit resulteert in vestiging van strandplevier, bontbekplevier, kluut, dwergstern en visdief zonder de inzet van een beheerinspanning. Omdat de zandeilanden grotendeels onbeschermd zijn, is echter sprake van erosie en sedimentatie. Het is afwachten hoelang de eilandjes nog blijven bestaan en daarmee functioneren als broedhabitat voor kustbroedvogels.

#### *Oeverzones in zoete watersystemen*

Het aanleggen en inrichten van gebieden in zoet water, direct verbonden met de vaste wal, is voor kustbroedvogels de minst effectieve en minst duurzame optie. Hoewel er direct na aanleg een tijdelijk gunstige situatie voor kustbroedvogels kan ontstaan, zorgt de invloed van zoet water en doorgaans geringe dynamiek voor een snelle vegetatiesuccessie. Intensief beheer is dan nodig, wat meestal niet over langere tijd is te programmeren. Omdat dit type gebieden is verbonden met de vaste wal, zijn ze heel toegankelijk voor grondpredatoren. Dit alles zorgt voor een omvangrijke beheerinspanning.

#### *Kunstmatige constructies*

Op locaties waar de dynamiek is verdwenen (en niet herstelt kan worden) en/of een heel hoge predatiedruk ervoor zorgt dat nesten van kustbroedvogels stelselmatig mislukken, is aanleg van kunstmatige broedlocaties (omgeven door water) een optie. In onze optiek moet dit een laatste

optie zijn, en prefereren we allereerst de mogelijkheden te verkennen zoals in voorgaande alinea's beschreven.

In Nederland positieve ervaringen opgedaan met pontons en andere kunstmatige constructies; voorbeelden zijn de broedschuit in Polder Balgzand in Noord-Holland, visdiefpontons in het Markermeer, het Visdiefeiland in de inlaag Oesterput op Noord-Beveland en de Scheelhoekeilanden op Goeree-Overflakkee. Het creëren van nieuw broedhabitat door toepassen van broedpontons en -vloten bleek ook effectief voor het broedsucces. Op de pontons en vloten is namelijk zelden sprake van predatie door grondpredatoren (meer hierover in §3.3). Overigens zijn pontons of vloten hoofdzakelijk geschikt voor sterns en meeuwen, en binnen de sterns zijn het vooral visdieven die er gebruik van maken. Anders dan bij de aanleg van nieuwe gebieden of het optimaliseren van bestaande gebieden, zijn kunstmatige constructies dus veelal selectief in de soorten die er gebruik van maken.

Bij de aanleg van broedpontons of -vloten is van belang een geschikte geografische locatie te kiezen (waarbij voedselbeschikbaarheid in de omgeving van groot belang is). Daarnaast is het toepassen van het juiste substraat belangrijk: zand of grind (in combinatie met schelpen), met in sommige gevallen een (plastic) onderlaag. Een goede drainage is essentieel om te voorkomen dat er water op de ondergrond blijft staan. Er dienen schuilmogelijkheden voor kuikens aanwezig te zijn (bijvoorbeeld stukken pijp of dakpannen (meer details in §3.1.2). Op voorhand moet een plan zijn uitgewerkt wat ingaat op beheer en onderhoud van de constructie(s). Om te voorkomen dat kuikens van het ponton vallen, dienen opstaande randen aanwezig te zijn. De randen moeten zodanig zijn afgewerkt dat kuikens geen beschadigingen oplopen (bijvoorbeeld aan gaas).

Initiële vestiging van kustbroedvogels op kunstmatige constructies kan versneld worden door inzet van lokvogels. In Nederland is dit toegepast op het visdiefvlot bij de Scheelhoekeilanden en in het Markermeer. In het Markermeer was de indruk dat in latere jaren vogels ook zonder lokvogels tot broeden kwamen.

### **4.3 Broedsucces**

Broedsucces van kustbroedvogels is onlosmakelijk verbonden met de inrichting en beheer van broedgebieden. Factoren die van invloed zijn op het broedsucces en overleving zijn: voedselbeschikbaarheid, predatie, vegetatie, rust/verstoring, waterstand, weer, milieuvreemde stoffen en dodelijke ziektes. Deze factoren zijn uitgebreid besproken in dit rapport.

Naast het aantal broedparen bepalen het broedsucces, overleving en dispersie de populatiegrootte (demografie). Demografische monitoring biedt de mogelijkheid om zogenaamde *source*- en *sink*-situaties te herkennen: broedgebieden waar structureel méér jongen worden geproduceerd dan nodig is om de lokale populatie op peil te houden, of juist structureel te weinig. Gebieden met een surplus aan jongen vormen een belangrijke 'bron' die elders ontstane tekorten kunnen aanvullen, of nieuwe locaties koloniseren. Gebieden met een tekort aan jongen herbergen wel broedvogels maar ze leveren geen bijdrage aan de populatie als geheel. Ze vormen zelfs een negatieve bijdrage,

doordat broedvogels worden onttrokken aan andere gebieden waar ze wel voldoende jongen zouden kunnen produceren ('putten' of sinks). Zoiets kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer een aantrekkelijk broedeiland wordt aangelegd op een locatie met weinig voedsel in de omgeving of die kwetsbaar is voor predatie. Kennis van bron- en sinkgebieden biedt aanknopingspunten voor ruimtelijke keuzen in beleid en beheer die gunstig zijn voor de populatieontwikkeling op een groter, regionaal schaalniveau (Arts & Schekkerman 2021).

Een van de voorwaarden voor stabiele populaties van kluten, plevieren en sterns zijn voldoende broedlocaties waar ze zich succesvol kunnen voortplanten. Populaties waarvan het broedsucces jarenlang gemiddeld te laag is zullen afnemen. Bij langlevende soorten zal dat effect pas na jaren doorwerken in de broedaantallen, zoals bijvoorbeeld het geval is bij sterns. Door immigratie kunnen de aantallen broedparen jarenlang stabiel blijven, ook als het broedsucces te laag is voor een stabiele populatie zoals bij de Kluut in het Deltagebied is aangetoond (Schekkerman *et al.* 2021).

Een demografische analyse van beide soorten plevieren toonde aan welke omgevingsfactoren een effect hebben op het nestsucces (met een beperkt beschikbare dataset van omgevingsvariabelen). Voor de Bontbekplevier is zowel op eilanden als ook aan de vaste wal een duidelijk negatief effect van begrazing door vee in de broedtijd aangetoond: nestsucces daalt aan de vaste wal van 24% naar 15% en op eilanden nog duidelijker van 51% naar 40%. Eilandligging van nestlocaties in combinatie met de afwezigheid van begrazing lijkt het meest succesvol voor de Bontbekplevier. Voor de Strandplevier zorgde het afzetten van nestlocaties (linten/exclosures) voor een stijging van het nestsucces van 7% (in publiek toegankelijke gebieden) tot 18% (in publiek ontoegankelijke gebieden). Deze uitkomsten bieden concrete aanknopingspunten voor inrichtings- en beheermaatregelen in gebieden met broedvoorkomen van beide soorten (Roodbergen *et al.* 2019).

#### Broedsucces metingen voor inrichting en beheer

Grootschalig onderzoek naar broedsucces in het Deltagebied (2018-heden) is een belangrijk handvat geworden voor inrichting en beheer van broedgebieden van de kustbroedvogels. In de jaarlijks door Deltamilieu Projecten geproduceerde rapporten worden per gebied knelpunten gesignaleerd en kansen beschreven. In het kader van bescherming van de strandplevier en bontbekplevier in de Voordelta, Oosterschelde en Westerschelde worden vanaf 2019 broedsucces en overleving/dispersie gemeten. Deze monitoring en onderzoeken leveren belangrijke informatie op: voor terreinbeheerders in de vorm van inrichtingsadviezen en beheer en voor beleidsmakers in de vorm van gebiedsinrichting. Recent is in Nederland gestart met grootschalige broedsucces metingen en worden zowel volwassen broedvogels als pullen gekleurd van kluut, strandplevier, bontbekplevier, dwergstern, visdief en grote stern. Gekleurde vogels zijn individueel herkenbaar en op afstand te herkennen door met een telescoop de code af te lezen. Deze methode maakt het tegenwoordig mogelijk om op grote schaal terugmeldingen te genereren wat belangrijke informatie oplevert voor de overleving en dispersie, voorheen was het beperkt aantal terugmeldingen een knelpunt voor demografische analyses van veel soorten. Deze gegevens maken het mogelijk om, in combinatie met de broedsucces metingen, demografische analyses uit te voeren en de factoren achter de populatieontwikkeling te achterhalen.



## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

In deze paragraaf benoemen we hoofdzakelijk conclusies die ingaan op mogelijke *maatregelen* voor het optimaliseren van kustbroedvogelgebieden. Het accent van de conclusies is dus gericht op een praktisch handelingsperspectief voor terreinbeheerders, onderzoekers en beleidmakers. De conclusies zijn gebaseerd op de inzichten uit de literatuurstudie, de mondeling verstrekte informatie van terreinbeheerders en onderzoekers en de statistische analyse, zoals beschreven in hoofdstuk 3 en 4.

#### *Algemeen*

Betrokken terreinbeheerders en onderzoekers zijn van mening dat er een hiërarchie bestaat in hoe we praktisch moeten omgaan met maatregelen voor kustbroedvogels. Deze hiërarchie is als volgt:

- Buitendijks:
  - Terugbrengen dynamiek in intergetijdengebieden (onder andere via de Programmatische Aanpak Grote Wateren), waar als gevolg van erosie, en sedimentatie de vegetatiesuccessie voortdurend wordt teruggezet. Hierdoor worden broedmogelijkheden en het broedsucces op natuurlijke wijze positief beïnvloed.
  - Waar mogelijk kustbroedvogels helpen door het toelaten en faciliteren van natuurlijke processen in broedgebieden (principe: ‘ecosysteem sturend’ (water, bodem, natuur) en ‘building with nature’.
  - Mocht dat niet voldoende zijn dan aanvullend maatregelen nemen (veelal kunstmatig en soort specifiek);
- Binnendijks: Treffen van specifieke en (veelal) kunstmatige maatregelen, maar met prioriteit op introductie of herstel van dynamiek.

#### *Locatie, type en omvang*

- In bestaande gebieden die grotendeels natuurlijk functioneren door aanwezigheid van veel dynamiek, is aanvullend beheer en inrichting meestal niet nodig. Het behouden van bestaande dynamiek is dan uiteraard wel van belang.
- In gebieden waar de natuurlijke dynamiek is verdwenen of sterk gereduceerd, en herstel daarvan niet mogelijk, is aanleg van nieuwe kustbroedvogelhabitats een goed alternatief. Zonder aanvullend beheer kunnen deze nieuwe gebieden meestal niet duurzaam worden behouden; dat blijkt ook uit onze statistische analyse. Om beheer inspanningen te beperken, heeft het bij aanleg van nieuwe broedlocaties de voorkeur dit in zoute getijdenwateren te doen (met de meeste dynamiek), of als alternatief eilanden in binnendijkse natuurgebieden met de mogelijkheid tot een flexibel peilbeheer met brak of zout water en andere vormen van beheer.
- Door hun isolatie zijn eilanden zeer geschikte locaties voor kustbroedvogels. Doorgaans is de druk van grondpredatoren er lager dan in gebieden op het vasteland. Afstand tot het vasteland bepaalt hoe snel grondpredatoren het gebied alsnog weten te bereiken. Een paar honderd meter is veelal niet genoeg om b.v. vossen permanent te weren.



- Eilanden in binnendijs gelegen (natuur)gebieden blijken voor meerdere soorten eveneens aantrekkelijk te zijn om zich er te vestigen.
- Het effect van de omvang van broedhabitat op aantallen broedvogels of broedsucces is heel moeilijk aantoonbaar. Andere factoren van een broedgebied (substraat, vegetatie, predatiedruk etc.) zijn daarin bepalender.

#### *Bodemsoort en substraat van de toplaag*

- Het substraat van de toplaag van de bodem in een gebied is een belangrijk aspect waarop selectie van de broedhabitat plaatsvindt. Het substraat is bepalend voor de snelheid waarmee de vegetatie gedurende het broedseizoen groeit én de snelheid daarvan over de jaren heen (successie), de mate van camouflage voor de eieren en het microklimaat voor de eieren. De snelheid waarmee de vegetatie groeit neemt af met een toenemende mate aan grofheid van het substraat, en is het hoogst op klei, gevolgd door zand en vervolgens schelpen en grind. Daarnaast geldt: hoe armer, droger en zouter het substraat des te trager de vegetatiesuccessie verloopt.
- Voor nestlocaties kunnen schelpen aantrekkelijk zijn voor noordse stern en dwergstern. Voor de andere soorten is dit iets minder van belang, en zijn ook grof en fijn zand geschikt. Schelpenlagen hebben als voordeel dat in droge periode, er minder risico is op overstuiven van nesten.
- Door vegetatiesuccessie wordt het substraat gaandeweg steeds minder geschikt. Het verwijderen en/of het aanbrengen van een nieuwe toplaag (zand en schelpenlagen) is een succesvolle beheermaatregel.
- Op kunstmatige broedlocaties zoals pontons of stelconplaten kan eenvoudig naar keuze substraat worden aangebracht. Geschikt substraat betreft veelal grind met schelpen of zand, met in sommige gevallen een (plastic) wortelgroei remmende en waterdoorlatende onderlaag. Overigens zal door cumulatie van organisch materiaal, en daarmee groei van vegetatie, periodiek beheer van de substraat laag nodig blijven.
- Een andere vorm van een kunstmatig habitat waarin kustbroedvogels broeden zijn dijktaaluds. Met name in de Delta broeden geregeld plevieren op dijktaaluds. Optimalisaties bij dijktaaluds zijn mogelijk door op regelmatige afstand overgangen te maken met fijner steenmateriaal zijn, zodat de jongen bij het verplaatsen naar foerageergebieden niet in de gaten tussen de stenen vallen maar veilig kunnen passeren.

#### *Dynamiek van het waterpeil*

- Kustbroedvogels broeden van nature in pionier stadia in kustzones; dynamische milieus onder invloed van getijden en brak tot zout water. Door het overstromen van (een deel van) de broedhabitat ontstaat nieuw habitat, verdwijnen bestaande broedplaatsen, maar vooral blijft broedhabitat intact door bijvoorbeeld het remmen van de vegetatiesuccessie. In dergelijke habitats bestaat wel een risico op overstroming. Overstroming is naast predatie een hoofdoorzaak van verminderd broedsucces van kustbroedvogels. Door het deels verloren gaan

van de dynamiek in het kustgebied, vormt het gebrek aan geschikt broedhabitat een belangrijk knelpunt voor kustbroedvogels in Nederland.

- Herstel van natuurlijke dynamiek, die zorgt voor variatie in waterstanden en terugkeer van zoutinvloed, zijn lokaal goed mogelijk (succesvol toegepast in bijvoorbeeld Waterdune in de provincie Zeeland en de Kroonspolders op Vlieland).
- Bij aanleg van nieuwe broedgebieden is van belang na te denken over gebiedshoogte en daarmee de mogelijke invloed van het waterpeil. Sturen met het waterpeil geeft mogelijkheden om actief te beheren: resetten van de vegetatie, het (tijdelijk) terugdringen van grondpredatoren en voorkomen van verdroging.
- Het kunnen sturen van het waterpeil door terreinbeheerders is van groot belang voor het succesvol kunnen beheren van gebieden voor kustbroedvogels. Dit geldt zowel voor de inlaat als afvoer van water. Er is een delicate balans tussen opzetten van waterpeilen om vegetatiesuccessie te remmen, en het tijdig laten uitzakken ervan in de loop van het vroege voorjaar zodat nestlocaties beschikbaar komen.
- Met name voor kluut is het van belang dat gedurende het hele broedseizoen er voldoende oppervlakte nat tot vochtig slib aanwezig is rondom de nestlocaties om te foerageren (zowel adulten als kuikens). Verdroging van deze oeverzones moet worden voorkomen, door inzet van peilregulatie.

#### *Watertype*

- Het watertype is van grote invloed op de vegetatiesuccessie in broedgebieden. Zout in de bodem werkt namelijk vertragend op de vegetatieontwikkeling. Gebieden die onder invloed staan van zoet water worden daardoor sneller ongeschikt als broedhabitat voor kustbroedvogels door vegetatiesuccessie dan brakke of zoute gebieden. Dit verband blijkt ook duidelijk uit onze statistische analyse. Daarnaast is het zoutgehalte positief van invloed op het water- en bodemleven en daarmee op potentiële voedselbronnen voor kustbroedvogels.
- Langs de Nederlandse kust zijn door kustverdedigingswerken de gradiënten tussen zout en zoet verdwenen. Herstel van deze gradiënten met natuurlijke dynamiek is gewenst, die zorgt voor variatie in waterstanden en terugkeer van zoutinvloed. Lokaal zijn er met inrichtingsmaatregelen vaak goede resultaten te behalen.

#### *Vegetatie en -successie*

- Kustbroedvogels prefereren een open, weinig begroeide tot kale bodem als habitat. Elke soort heeft daarbinnen zijn eigen voorkeuren (zie bijlage III). Naarmate de vegetatie zich verder ontwikkelt wordt het gebied op den duur minder geschikt voor kustbroedvogels en zullen zij het gebied gaan verlaten. De snelheid waarmee een gebied ongeschikt raakt is afhankelijk van de abiotische karakteristieken van het gebied en eventueel gevoerd beheer.
- In de Delta is onderzocht dat na ongeveer 10 jaar er (zonder beheer) in een zoet milieu bijna geen kaal substraat meer over. In een zout milieu is na 10 jaar nog ca. 50% kaal substraat over. Het aantal broedparen in zoete milieus piekte vrijwel direct na aanleg om na drie jaar al sterk te zijn teruggelopen. In zoute milieus bleven broedgebieden veel langer geschikt.

- Vooral in zoute en brakke gebieden met natuurlijk fluctuerende waterpeilen ontstaan en verdwijnen vanzelf geschikte broedplaatsen, vegetatie wordt dan teruggezet door overstroming. Indien deze natuurlijke dynamiek afwezig is, kan met de volgende inrichtingsmaatregelen de vegetatiesuccessie geremd worden: toepassen van civieltechnische constructies voor het sturen van het waterpeilbeheer, zoals stuwen; hoogteligging van het gebied aanpassen op het waterpeil en tot slot aanbrengen van worteldoek of andere wortelgroei remmende lagen zoals schelpen.
- Uit de statistische analyse blijkt een duidelijk positief effect van vegetatiebeheer op aantallen broedparen kustbroedvogels.
- Begrazing is een veel toegepaste beheermaatregel om vegetatiesuccessie te remmen. Van belang daarbij is dat begrazing idealiter buiten het broedseizoen of in ruimte gescheiden van de broedlocaties van kustbroedvogels wordt toegepast.
- Ook maaien en afvoeren is een goede maatregel (althans, voor de koloniebroeders visdief, grote stern, noordse stern en ook kluut). Bij de aanleg van nieuwe kustbroedvogelgebieden is het dan van cruciaal belang om goed na te denken over de bereikbaarheid van het gebied voor zwaar materieel om te maaien. Maaien dient altijd gecombineerd te worden met het afvoeren van maaisel om verrijking van de bodem te voorkomen en geen schuilmogelijkheden te creëren voor grondpredatoren zoals ratten. Voorts van belang tijdig te starten met een maai regime, dus vóórdat vegetatiesuccessie een probleem wordt voor kustbroedvogels. Bij voorkeur maaien en afvoeren na het broedseizoen, dan worden meer nutriënten afgevoerd dan wanneer in het voorjaar voor start broedseizoen wordt gemaaid.
- Andere (succesvol) toegepaste maatregelen zijn: verwijderen topklaag, handmatig verwijderen van vegetatie, wegbranden, klepelen (echter kans op mineralisatie, niet doen in geval maaien en afvoeren mogelijk is) en ploegen en tot slot het strooien van zout.
- In veel gebieden in Nederland is jaarlijks beheer nodig en is een enkele maatregel om de vegetatie terug te dringen vaak niet afdoende. Hier moet een pakket aan maatregelen worden ingezet om het gebied open te houden. Soms kan het nodig zijn om grotere ingrepen toe te passen, bijvoorbeeld het aanleggen van nieuwe gebieden of het (deels) opnieuw inrichten van een gebied in combinatie met het aanbrengen van een schelpenlaag.

#### *Voedselbeschikbaarheid en voedselbereikbaarheid*

- Het voedselaanbod is een belangrijke sturende factor in de populatieontwikkeling van vogels; het heeft direct invloed op het gewicht van de jongen, de groei en overleving, en dus op het broedsucces. Voedselbeschikbaarheid varieert over de seizoenen en tussen jaren, onder andere onder invloed van weer, doorzicht en getij. Soorten hebben hun eigen prooikeuze en daaraan gerelateerd voorkeur voor een foerageergebied. Afhankelijk van de locatie en de strategie kan een bepaalde vissoort meer of minder belangrijk zijn in het dieet van sterns. Dit varieert ook over tijd, doordat soorten zich aanpassen aan de beschikbaarheid van prooien. Voedselbronnen bestaan voor sterns hoofdzakelijk uit kleine visjes, waaronder spiering, zandspiering, smelt, sprout en jonge haring. Plevieren foerageren op ongewervelden zoals kreeftjes, wormen, spinnen en insecten en doen dat in de nabijheid van de broedlocaties. Kluten zoeken dierlijk voedsel

(bijvoorbeeld zeeduizendpoten) in zeer ondiep water en slik. Voor de jongen van de kluut zijn insecten een belangrijke prooi-soort, met name vliegen en muggen.

- Voor kluten moeten maatregelen zich richten op voldoende zeer ondiep water en slik in de (binnendijkse) gebieden gedurende het broedseizoen. Verdroging gedurende het broedseizoen moet voorkomen worden. Maatregelen nemen op gebiedsniveau in het kader van de voedselbeschikbaarheid voor sterns is lastiger, omdat hiervoor meestal gebiedsoverstijgende maatregelen nodig zijn, zoals verbetering van de visbeschikbaarheid in de Noordzee, Waddenzee en overige grote wateren en factoren die daarop van invloed zijn, zoals visserij. Meerdere studies geven overduidelijk het belang aan van voedselbeschikbaarheid en het broedsucces van sterns (o.a. visdief en spiering in het IJsselmeer, noordse sterns en haring op de Noordzee), dus bijvoorbeeld het reduceren van de impact van visserij via beleid beïnvloeding is potentieel een krachtig middel om het voorkomen en succesvol broeden van kustbroedvogels te bevorderen.

#### *Predatie en verstoring door predatoren*

- Door onderzoekers en terreinbeheerders wordt predatie vaak genoemd als belangrijke, zo niet de belangrijkste, drukfactor voor het broedsucces van kustbroedvogels. Welke soorten predatoren verantwoordelijk zijn voor de predatie in een gebied is locatieafhankelijk. Langs de vastelandskust van het Waddengebied vormt predatie door vossen een belangrijk probleem. In het Deltagebied is bruine rat en vos de laatste jaren toegenomen en ook grote meeuwen spelen daar een prominente rol als predator. Marterachtigen nemen toe, maar over de impact hiervan is nog veel onduidelijk.
- Naast verlies van legsels, jongen en adulte vogels veroorzaken predatoren ook verstoring. Verstoring kan ervoor zorgen dat kustbroedvogels tijdelijk hun nest verlaten (waardoor andere predatoren juist weer extra mogelijkheden krijgen), maar het kan ook betekenen dat kustbroedvogels zich in een gegeven broedseizoen niet vestigen.
- In lijn met veel praktijkervaringen blijkt ook uit onze statistische analyse een positief effect van het beheren van (grond)predatoren op de aantallen broedparen kustbroedvogels.
- Ecosysteem gerichte inrichting van het gebied en het beheren van de vegetatie is de eerste stap om de impact van predatoren te verminderen. Het openhouden van gebieden verkleint namelijk de kans op vestiging van grondpredatoren (geen schuilgelegenheden voor nesten/burchten) en predatoren worden eerder gesignaleerd. Door het openhouden van gebieden zijn er minder uitkijkposten voor roofvogels.
- Voorts zijn er veel andere type maatregelen mogelijk om de invloed van predatoren te beperken. Bij aanleg van nieuwe gebieden bij voorkeur kiezen voor eilanden op grote afstand van het vaste land (minstens 500 m). Tegenwoordig wordt op veel plekken succesvol elektrische rasters toegepast. Voor sterns is het voldoende om de directe omgeving van een kolonie af te zetten. Voor plevieren en kluten dient een groter deel van het gebied te worden afgezet, omdat zij zich met hun jongen verplaatsen om te foerageren. Een onderlijn die strak aansluit op de bodem is cruciaal, een verstevigde ondergrond kan daarbij helpen. Ook de bovenlijn moet goed strak staan, en gedurende het seizoen gecontroleerd worden. Zonder afdoende spanning gaat

de bovenlijn uitzakken, en kunnen vossen en marters er overheen springen. Stabiele stroomvoorziening is een aandachtspunt. Van vossen is verder bekend dat ze gedurende het broedseizoen (en/of over de jaren heen) manieren weten te vinden om rasters alsnog te omzeilen. Variaties in opstellingen van draden etc. is dan de oplossing.

- Het toepassen van schuilplaatsen en nestboxen kunnen een toegevoegde waarde zijn in open gebieden met een hoge predatiedruk maar zonder natuurlijke schuilplaatsen.
- Exclosures (om predatoren, vee en mensen weg te houden van nesten) kennen een wisselende effectiviteit (afhankelijk van de situatie ter plekke). Enclosures (om kuikens binnen een bepaald gebied te houden) zijn doorgaans effectief. Voor plevieren en kluut moet een ruim gebied worden afgezet, omdat ze zich verplaatsen om te foerageren. Overigens geldt voor zowel ex- als enclosures dat ze door hun afwijkende structuur juist ook opportunistische predatoren kunnen aantrekken. Dus per gebied steeds een weloverwogen analyse maken alvorens deze maatregel toe te passen.
- Het bestrijden van predatoren is een laatste redmiddel. Afschot, vangen, verwijderen van eieren en nesten van grote meeuwen wordt soms toegepast (overigens met wisselend succes). Ten aanzien van rattenbestrijding wordt geadviseerd om de maatregel toe te passen aan het einde van de winter wanneer de populatiedichtheid laag is en voedselbeschikbaarheid voor de ratten beperkt. Dit verhoogt de effectiviteit van de maatregel. Voorkomen dat ratten zich vestigen kan door ervoor te zorgen dat er geen schuilmogelijkheden zijn, bijvoorbeeld door in de winter te maaien of te inunderen.

#### *Menselijke verstoring:*

- De intensieve recreatie in de kustgebieden, met name op de stranden, heeft een grote invloed op de soorten die van de stranden gebruik maken om te broeden. Deze activiteiten kunnen tot verstoring van broedende vogels leiden. In een omgeving waarin veel mensen aanwezig zijn neemt de tijd die besteed wordt aan het wegrennen en drukken toe, en de tijd die besteed wordt aan foerageren of op het nest zitten af. De mate waarin een activiteit verstoring oplevert of een risico vormt varieert. Zo leveren wandelaars meer verstoring op dan andere vormen van recreatie. Wandelaars met loslopende honden zorgen voor nog meer verstoring. De periode waarin de verstoring plaatsvindt is bepalend voor het effect. Als de verstoring plaatsvindt in de fase van nestplaatsselectie, dan kan het leiden tot een andere nestplaatskeuze. Verstoring midden in het broedseizoen kan leiden tot een verminderd broedsucces, bijvoorbeeld doordat de oudervogel het nest verlaat en er een verhoogd risico is op predatie. Naast verstoring kunnen menselijke activiteiten ook andere negatieve effecten hebben, zoals het vernietigen van broedhabitat doordat mensen wandelen of met voertuigen op het strand, de duinen of de kwelder/schor rijden. Ook kan er vertrapping van eieren of jongen plaatsvinden. Verder is het mogelijk dat recreatie potentiële predatoren (zoals kraaien en meeuwen) aantrekt, wanneer mensen afval achterlaten, of predatoren faciliteert, wanneer een broedvogel opvliegt door de verstoring.
- De negatieve impact van menselijke activiteiten in broedgebieden kan succesvol worden verminderd door het afsluiten van gebieden (hekken, linten, bebordingen en bovenal toezicht in combinatie met voorlichting). Inzet van vrijwilligersgroepen blijkt een succesvol middel om

toezicht te houden én om draagvlak te krijgen van de lokale gemeenschap (bijvoorbeeld het project Groene Strand in de Delta). Bij het afzetten van een gebied is het van belang dat de doelsoorten in acht worden genomen. Omdat sterns hun voedsel van elders aangevoerd krijgen, volstaat meestal een relatief beperkte gebiedsafsluiting. Voor kuikens van nestvlieders (plevieren en kluut) daarentegen is een ruimere afsluiting nodig omdat ze voor hun voedsel afhankelijk zijn van de omliggende (terrestrische) gebiedsdelen.

#### *Weersomstandigheden:*

- Met name de overleving van pasgeboren kuikens kan sterk beïnvloed worden door slechte weercondities (lage temperaturen en regen, via thermoregulatie).
- Maatregelen ter bescherming van kuikens tegen ongunstige weersomstandigheden zijn het plaatsen van nestboxen, schuildakjes en andere structuren waaronder kuikens kunnen schuilen.
- Weerscondities hebben ook indirect invloed op de overleving van kuikens, omdat het weer in sterke mate van invloed is op de foerageermogelijkheden van oudervogels. Zo bleek uit onderzoek dat sterke wind van grote invloed was op de voedselvoorziening voor de jongen van grote sterns; bij harde wind nam het aantal aangevoerde prooien af, doordat de foerageeromstandigheden niet optimaal zijn (zoals verminderd doorzicht en een grotere energie investering). Ook bleek dit een effect te hebben op de samenstelling en de grootte van de prooien die mee terug werden gebracht en bleek de mate van kleptoparasitisme toe te nemen.

#### *Kleptoparasitisme en competitie:*

- In een natuurlijk systeem leven dieren in samenhang met allerlei biotische interacties. Naast predatie zijn dat bijvoorbeeld kleptoparasitisme en competitie. Bij kleptoparasitisme verliest een broedvogel zijn prooi aan een voedselconcurrent. Een bekende interactie van kleptoparasitisme is die van kokmeeuwen en grote sterns, waarbij grote sterns noodgedwongen hun gevangen vis afstaan aan kokmeeuwen.
- In sommige broedkolonies kan competitie om geschikte broedplekken ontstaan, bijvoorbeeld tussen sterns en grotere meeuwen. Enerzijds kan het oppervlak geschikt broedareaal afnemen door bijvoorbeeld vegetatiesuccessie. Dan kan door inrichtingsmaatregelen het oorspronkelijke oppervlak aan geschikt nestareaal worden hersteld, of kunnen in de nabijheid nieuwe gebieden worden aangelegd. Anderzijds kan door een toename van het aantal broedparen competitie ontstaan. In dat geval helpt alleen de aanleg van nieuwe gebieden om competitie te verminderen.
- Indien herinrichten of aanleg van nieuwe gebieden niet mogelijk is, dan kan overwogen worden om grote meeuwen te weren uit kolonies. De maatregelen daarvoor komen overeen met die voor predatie, namelijk het voorkomen dat (grote) meeuwen gaan nestelen door het verwijderen van nesten, afschrikken en afschieten van (grote) meeuwen (voor referenties en resultaten zie §3.3).

### *Vervuilende stoffen*

- Vervuilende stoffen kunnen aanwezig zijn in de bodem, het water en de lucht. Vroeger werden onder andere PCB's (Polychloorbifenylen) en DDE veel gebruikt, tegenwoordig is dat niet meer het geval. Echter door de slechte afbreekbaarheid van de stoffen, zijn ze nog steeds in het milieu aanwezig. Andere in het milieu aanwezige vervuilende stoffen zijn zware metalen, zoals cadmium, chroom, lood, kwik, zink en arseen, en perfluoralkylstoffen (PFAS's). Verhoogde concentraties gifstoffen in vogels kunnen leiden tot een laag broedsucces door problemen bij de embryo-vorming, het niet uitkomen van eieren en een verhoogde sterfte van de kuikens door afwijkingen.
- Naast het terugdringen van het gebruik en het vrij komen van vervuilende stoffen in het milieu, is het van belang om geen (nieuwe) broedlocaties aan te bieden nabij sterk vervuilde locaties.

## **5.2 Aanbevelingen**

Naast de mogelijke maatregelen die worden beschreven in §5.1 om broedgebieden succesvol in te richten en te beheren, komen uit het onderzoek ook de volgende aanbevelingen aan het licht:

- Het verdient aanbeveling de hiërarchie in hoofdstuk 4 te volgen bij toekomstige aanleg, (her)inrichting of beheer van gebieden.
- Er is behoefte aan specifieke financiering van het beheren van kustbroedvogelgebieden. Dit kan via het vastleggen van beheergelden in N2000 beheerplannen, of wellicht (ook) via het subsidiestelsel SNL. Het is aan te bevelen dit met experts verder uit te werken. Te denken valt aan kosten die vegetatiebeheer beter dekken, gerichte maatregelen tegen predatoren, (incidenteel) aanbrengen van nieuw substraat etc.
- Om in de toekomst het effect van genomen beheer- en inrichtingsmaatregelen beter te kunnen analyseren en evalueren is aan te bevelen om uitgevoerde maatregelen op gestandaardiseerde wijze vast te leggen door terreinbeheerders.
- Pilot Groene Strand (gestart in de Delta en momenteel verder uitgerold langs de Noordzeekust en Waddeneilanden) en bebording en voorlichting in het Waddengebied wijst uit dat er goede mogelijkheden zijn om met inzet van vrijwilligers kwetsbare broedplekken op stranden te beschermen. Voor gebieden waar kustbroedvogels kwetsbaar zijn voor menselijke verstoring, zou dit spoor zo veel als mogelijk moeten worden toegepast.
- Soms kunnen maatregelen ten behoeve van kustbroedvogels (deels) strijdig zijn met andere natuurwaarden in een gegeven gebied. Uit de workshops en aanvullende gesprekken met terreinbeheerders blijkt dat er makkelijk discussie kan ontstaan over verschillende natuurdoelen in een gebied. Het verdient aanbeveling om bij aanleg of bij een nieuwe beheerplanperiode explicieter vast te leggen welke natuurwaarden prioritair zijn. Dit helpt terreinbeheerders in het maken van keuzes.
- Broedsucces monitoring in combinatie met het jaarlijks kleurringen van voldoende aantal adulten en pullen moet structureel worden opgenomen in het NEM (Arts & Schekkerman 2021). Aanvullende informatie over (in potentie) belangrijke omgevingsvariabelen, zoals

predatorendichtheid, type en structuur van de vegetatie, mate en type van begrazing, verstoring/toegankelijkheid zijn belangrijke aspecten daarin. Het is aan te bevelen te investeren in een database of overzicht van parameters met daarin maatregelen voor beheer of bescherming. Het kan tevens een goede basis leggen onder toekomstig onderzoek naar de effecten van omgevingsvariabelen, zodat deze kwantitatief kunnen worden ingebracht bij populatieanalyses (Roodbergen et al. 2019).



## 6 Literatuur

- Acampora, H., P. White, O. Lyashevskaya & I. O'Connor, 2017. Presence of persistent organic pollutants in a breeding common tern (*Sterna hirundo*) population in Ireland. *Environmental Science and Pollution Research* 24(14): 13025-13035.
- Akers, P. & R. Allcorn, 2006. Re-profiling of islands in a gravel pit to improve nesting conditions for terns *Sterna* and small gulls *Larus* at Dungeness RSPB reserve, Kent, England. *Conservation Evidence* 3: 96-98.
- AlRashidi, M., A. Kosztolanyi, M. Shobrak & T. Szekely, 2011. Breeding ecology of the Kentish Plover, *Charadrius alexandrinus*, in the Farasan Islands, Saudi Arabia (Aves: Charadriiformes). *Zoology in the Middle East* 53: 15-24.
- Amaral, J.J., S. Almeida, M. Sequeira & V.C. Neves, 2010. Black rat *Rattus rattus* eradication by trapping allows recovery of breeding roseate tern *Sterna dougallii* and common tern *S. hirundo* populations on Feno Islet, the Azores, Portugal. *Conservation Evidence* 7: 16-20.
- Amat, J.A. & J.A. Masero, 2004. Predation risk on incubating adults constrains the choice of thermally favourable nest sites in a plover. *Animal Behaviour* 67: 293-300.
- Amat, J.A., R.M. Fraga & G.M. Arroyo, 1999. Brood desertion and polygamous breeding in the Kentish Plover *Charadrius alexandrinus*. *Ibis* 141(4): 596-607.
- Anderson, J.G.T. & C.M. Devlin, 1999. Restoration of a multi-species seabird colony. *Biological Conservation* 90(3): 175-181.
- Arts, F.A., 1996. Het functioneren van (kunstmatige) broedgebieden van kustbroedvogels in het Deltagebied. 1. Veldonderzoek broedseizoen 1996., Rapport 96.71. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Arts, F.A., 2000. Literatuuronderzoek naar effecten van recreatie en vegetatiesuccessie op kustbroedvogels. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Bureau Waardenburg, Middelburg.
- Arts, F.a. & H. Schekkerman, 2021. Blauwdruk voor demografische monitoring van kustbroedvogels in het zuidwestelijk Deltagebied. Deltamilieu Projecten en Sovon Vogelonderzoek Nederland, Vlissen en Nijmegen.
- Arts, F.A., J. Graveland & P.L. Meininger, 2000. Kustbroedvogels, vegetatiesuccessie en natuurontwikkeling: implicaties voor toekomstig beheer van kustgebieden. *Limosa* 73(1): 17-28.
- Avery, M.L., M.A. Pavelka, D.L. Bergman, D.G. Decker, C.E. Knittle & G.M. Linz, 1995. Aversive conditioning to reduce raven predation on California least tern eggs. *Colonial Waterbirds* 18(2): 131-138.
- Battisti, C., M. Perchinelli, L. Luiselli, D. Dendi & S. Vanadia, 2022. Cages Mitigate Predation on Eggs of Threatened Shorebirds: A Manipulative-Control Study. *Conservation* 2(3): 450-456.
- Becker, P.H. & R. Specht, 1991. Body-Mass Fluctuations and Mortality in Common Tern *Sterna-Hirundo* Chicks Dependent on Weather and Tide in the Wadden Sea. *Ardea* 79(1): 45-55.
- Becker, P.H., S. Schuhmann & C. Koepff, 1993. Hatching Failure in Common Terns (*Sterna-Hirundo*) in Relation to Environmental Chemicals. *Environmental Pollution* 79(3): 207-213.
- Becker, P.H., S. Thyen, S. Mickstein, U. Sommer & K.R. Schmieder, 1998. Monitoring Pollutants in Coastal Bird Eggs in the Wadden Sea Wadden Sea Ecosystem (8): 59-101.
- Bell, M., 2017. Population size, breeding success and predators of black-fronted tern (*Chlidonias albostratus*) in the Upper Clarence River catchment, New Zealand. *Notornis* 64(3): 154-161.
- Blokpoel, H., G.D. Tessier & R.A. Andress, 1997. Successful restoration of the Ice Island Common Tern colony requires on-going control of Ring-billed Gulls. *Colonial Waterbirds* 20(1): 98-101.
- Boer, P.d., 2019. Broedvogels van de Klutenplas in 2019. Aantallen en broedsucces. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Booth, V. & P. Morrison, 2010. Effectiveness of disturbance methods and egg removal to deter large gulls *Larus* spp. from competing with nesting terns *Sterna* spp. on Coquet Island RSPB reserve, Northumberland, England. *Conservation Evidence* 7: 39-43.

- Boothby, C., C. Redfern & J. Schroeder, 2019. An evaluation of canes as a management technique to reduce predation by gulls of ground-nesting seabirds. *Ibis* 161(2): 453-458.
- Bosveld, A.T.C., G.M. Dorrestein & P.L. Meininger, 1998. *Visdieven in gevaar; Een pilot-studie naar oorzaken van verminderd broedsucces van Visdieven (Sterna hirundo) broedend op het sluiscomplex bij Terneuzen.* Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
- Bosveld, A.T.C., J. Gradener, A.J. Murk, A. Brouwer, M. Vankampen, E.H.G. Evers & M. Vandenberg, 1995. Effects of Pcds, Pcdfs and Pcb's in Common Tern (*Sterna-Hirundo*) Breeding in Estuarine and Coastal Colonies in the Netherlands and Belgium. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14(1): 99-115.
- Bouakkaz, A., K. Belhassini, T. Bensouilah, M.A. Bensouila & M. Houhamdi, 2017. Breeding behaviour of the Kentish plover (*Charadrius alexandrinus*) in a salt marsh from the Eastern High Plateaux, northeast Algeria. *Journal of King Saud University Science* 29(3): 291-301.
- Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen, 1994. Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. IBN-DLO
- Brenninkmeijer, A., D. G. & J.d. Fouw, 2002. Foeragegedrag van sterns in de westelijke Westerschelde in 2002. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Brenninkmeijer, A., L. Govers & N. Hijner, 2022. Effect van herstelmaatregelen van Griend op broedvogels en overrijende vogels in 1964-2021. .
- van den Brink, N.W. & A.B.T.C. Bosveld, 2001. PCB concentrations and metabolism patterns in common terns (*Sterna hirundo*) from different breeding colonies in The Netherlands. *Marine Pollution Bulletin* 42(4): 280-285.
- Brown, C.R. & M.B. Brown, 2001. Avian coloniality: progress and problems. *Current ornithology*. 1-82.
- Brown, C.R., B.J. Stutchbury & P.D. Walsh, 1990. Choice of colony size in birds. *Trends in Ecology & Evolution* 5(12): 398-403.
- Bunin, J.S. & J.S. Boates, 1994. Effects of Nesting Location on Breeding Success of Arctic Terns on Machias-Seal-Island. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 72(10): 1841-1847.
- Burger, J., 1987. Physical and social determinants of nest-site selection in Piping Plover in New Jersey. *The Condor* 89(4): 811-818.
- Burger, J., 1991. Foraging behavior and the effect of human disturbance on the piping plover (*Charadrius melodus*). *Journal of Coastal research*. 39-52.
- Burger, J., 1994. The effect of human disturbance on foraging behavior and habitat use in piping plover (*Charadrius melodus*). *Estuaries* 17(3): 695-701.
- Burger, J., 2003. Personal watercraft and boats: Coastal conflicts with common terns. *Lake and Reservoir Management* 19(1): 26-34.
- Burger, J. & J. Leonard, 2000. Conflict resolution in coastal waters: the case of personal watercraft. *Marine Policy* 24(1): 61-67.
- Burger, J. & M. Gochfeld, 2003. Spatial and temporal patterns in metal levels in eggs of common terns (*Sterna hirundo*) in New Jersey. *Science of the Total Environment* 311(1-3): 91-100.
- Burger, J. & M. Gochfeld, 2016. Nest and colony site selection in Common Terns (*Sterna hirundo*) in Mongolia. *Waterbirds* 39(4): 402-407.
- Burgess, N.D. & G.J.M. Hirons, 1992. CREATION AND MANAGEMENT OF ARTIFICIAL NESTING SITES FOR WETLAND BIRDS. *Journal of Environmental Management* 34(4): 285-295.
- Burness, G.P. & R.D. Morris, 1992. Shelters Decrease Gull Predation on Chicks at a Common Tern Colony (Refugios Reducen la Depredación de Polluelos de *Sterna hirundo* Por Parte de Gaviotas (*Larus spp.*)). *Journal of Field Ornithology*. 186-189.
- Byers, B.A., 2003. Education, communication and outreach (ECO) success stories: solving conservation problems by changing behavior.

- Calladine, J., E.M. Humphreys, L. Gilbert, R.W. Furness, R.A. Robinson, R.J. Fuller, N.A. Littlewood, R.J. Pakeman, J. Ferguson & C. Thompson, 2017. Continuing influences of introduced hedgehogs *Erinaceus europaeus* as a predator of wader (Charadrii) eggs four decades after their release on the Outer Hebrides, Scotland. *Biological Invasions* 19(7): 1981-1987.
- Castellanos, A., F. Salinas & A. Ortega-Rubio, 2001. Inventory and conservation of breeding waterbirds at Ojo de Liebre and Guerrero Negro Lagoons, Baja California Sur, Mexico. *Ciencias Marinas* 27(3): 351-373.
- Castillo, L., E. Thybaud, T. Caquet & F. Ramade, 1994. Organochlorine Contaminants in Common Tern (*Sterna Hirundo*) Eggs and Young from the River Rhine Area (France). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 53(5): 759-764.
- Catry, T. & J.P. Granadeiro, 2006. Failure of methiocarb to produce conditioned taste aversion in carrion crows consuming little tern eggs. *Waterbirds* 29(2): 211-214.
- Catry, T., J.A. Ramos, I. Catry, M. Allen-Revez & N. Grade, 2004. Are salinas a suitable alternative breeding habitat for Little Terns *Sterna albifrons*? *Ibis* 146(2): 247-257.
- Chokri, M.A., N. Sadoul, S. Selmi & A. Bechet, 2011. Relative importance of island availability and terrestrial predation risk for nesting habitat selection of colonial charadriiformes in Sfax Salina (Tunisia). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie* 66(4): 367-382.
- Cimiotti, D.V., M. Altemüller & B. Klinner-Hötter, 2019. Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein. *Untersuchungen 2019*. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Colwell, M.A., J.J. Meyer, M.A. Hardy, S.E. McAllister, A.N. Transou, R.R. Levalley & S.J. Dinsmore, 2011. Western Snowy Plovers *Charadrius alexandrinus nivosus* select nesting substrates that enhance egg crypsis and improve nest survival. *Ibis* 153(2): 303-311.
- Cotin, J., M. Garcia-Tarrason, C. Sanpera, L. Jover & X. Ruiz, 2011. Sea, freshwater or salt pans? Foraging ecology of terns to assess mercury inputs in a wetland landscape: The Ebro Delta. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 92(1): 188-194.
- Cribbin, A.C.M., 2012. An assessment of the efficacy of using conditioned aversion of foxes to the eggs of beach-nesting birds; a broad scale test. Honours Dissertation, Deakin University.
- Cruz-Lopez, M., L.J. Eberhart-Phillips, G. Fernandez, R. Beamonte-Barrientos, T. Szekeley, M.A. Serrano-Meneses & C. Kupper, 2017. The plight of a plover: Viability of an important snowy plover population with flexible brood care in Mexico. *Biological Conservation* 209: 440-448.
- Cuervo, J.J., 2004. Nest-site selection and characteristics in a mixed-species colony of Avocets *Recurvirostra avosetta* and black-winged stilts *Himantopus himantopus*. *Bird Study* 51: 20-24.
- Danhardt, A. & P.H. Becker, 2011. Herring and Sprat Abundance Indices Predict Chick Growth and Reproductive Performance of Common Terns Breeding in the Wadden Sea. *Ecosystems* 14(5): 791-803.
- Deblinger, R.D., J.J. Vaske & D.W. Rimmer, 1992. An Evaluation of Different Predator Exlosures Used to Protect Atlantic Coast Piping Plover Nests. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)* 20(3): 274-279.
- Dinsmore, S.J., D.J. Lauten, K.A. Castelein, E.P. Gaines & M.A. Stern, 2014. Predator exclosures, predator removal, and habitat improvement increase nest success of Snowy Plovers in Oregon, USA. *Condor* 116(4): 619-628.
- Donehower, C.E., D.M. Bird, C.S. Hall & S.W. Kress, 2007. Effects of gull predation and predator control on tern nesting success at Eastern Egg Rock, Maine. *Waterbirds* 30(1): 29-39.
- Dowling, B. & M.A. Weston, 1999. Managing a breeding population of the Hooded Plover *Thinornis rubricollis* in a high-use recreational environment. *Bird Conservation International* 9(3): 255-270.
- Eberhart-Phillips, L.J. & M.A. Colwell, 2014. Conservation challenges of a sink: the viability of an isolated population of the Snowy Plover. *Bird Conservation International* 24(3): 327-341.
- Eberhart-Phillips, L.J., B.R. Hudgens & M.A. Colwell, 2016. Spatial synchrony of a threatened shorebird: Regional roles of climate, dispersal and management. *Bird Conservation International* 26(1): 119-135.
- Erwin, R.M., J. Miller & J.G. Reese, 2007. Poplar Island environmental restoration project: challenges in waterbird restoration on an island in Chesapeake Bay. *Ecological Restoration* 25(4): 256-262.

- Erwin, R.M., J.D. Nichols, T.B. Eyler, D.B. Stotts & B.R. Truitt, 1998. Modeling colony-site dynamics: A case study of gull-billed terns (*Sterna nilotica*) in coastal Virginia. *Auk* 115(4): 970-978.
- Fasola, M. & G. Bogliani, 1984. Habitat selection and distribution of nesting Common and Little Terns on the Po River (Italy). *Colonial Waterbirds*. 127-133.
- Fasola, M. & L. Canova, 1992. Nest Habitat Selection by 8 Syntopic Species of Mediterranean Gulls and Terns. *Colonial Waterbirds* 15(2): 169-178.
- Fasola, M. & L. Canova, 1996. Conservation of gull and tern colony sites in northeastern Italy, an internationally important bird area. *Colonial Waterbirds* 19: 59-67.
- Feare, C.J., G.C. French, J.E. Nevill, V.S. Pattison-Willits, V. Wheeler, T.L. Yates, C. Hoareau & C. Prescott, 2015. Attempted re-establishment of a sooty tern *Onychoprion fuscatus* breeding colony on Denis Island, Seychelles. *Conservation Evidence* 12: 19-24.
- Ferreira-Rodriguez, N. & M.A. Pombal, 2018. Predation pressure on the hatching of the Kentish plover (*Charadrius alexandrinus*) in clutch protection projects: a case study in north Portugal. *Wildlife Research* 45(1): 55-63.
- Fieten, N. & D. Bos, 2021. Voedselbeschikbaarheid en dieet Kluten vastelandskust Wadden - onderzoeksjaar 2020. Deelrapport 1a Wij & Wadvogelsproject 'Pilot handelingsperspectief broedsucces vastelandskust'. . Ecosensys, Altenburg & Wymenga, Sovon Vogelonderzoek, Zuurdijk, Veenwouden, Nijmegen.
- Flemming, S.P., R.D. Chiasson, P.C. Smith, P.J. Austin-Smith & R.P. Bancroft, 1988. Piping Plover Status in Nova Scotia Related to Its Reproductive and Behavioral Responses to Human Disturbance (Estatus de *Charadrius melodus* en Nueva Escocia, Relacionado a su reproducción y respuestas de conducta a la perturbación humana). *Journal of Field Ornithology*. 321-330.
- Flore, B.-O., 1997. Brutbestand, bruterfolg und gefährdungen von seeregenpfeifern (*Charadrius alexandrinus*) und zwergseeschwalben (*Sterna ablifrons*) im Wattenmeer von Niedersachsen. . *Vogelkdl. Ber. Nierdersachs.* 29: 85-102.
- Fojt, E., P. Triplet, J.C. Robert & R.A. Stillman, 2000. Comparison of the breeding habitats of Little Ringed Plover *Charadrius dubius* and Kentish Plover *Charadrius alexandrinus* on a shingle bed. *Bird Study* 47: 8-12.
- Forster, J., 1975. Electric fencing to protect sandwich terns against foxes. *Biological Conservation* 7.
- Frank, D., 1992. The influence of feeding conditions on food provisioning of chicks in Common Terns *Sterna hirundo* nesting in the German Wadden Sea. *Ardea* 80: 45-55.
- Fuchs, E., 1977. Kleptoparasitism of sandwich terns *Sterna sandvicensis* by black-headed gulls *Larus ridibundus*. *Ibis* 119(2): 183-190.
- Gomez, J., C. Ramo, J. Troscianko, M. Stevens, M. Castro, A. Perez-Hurtado, G. Linan-Cembrano & J. Amat, 2018. Individual egg camouflage is influenced by microhabitat selection and use of nest materials in ground-nesting birds. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 72(9).
- Gomez-Serrano, M.A., 2021. Four-legged foes: dogs disturb nesting plovers more than people do on tourist beaches. *Ibis* 163(2): 338-352.
- Gomez-Serrano, M.A. & P. Lopez-Lopez, 2014. Nest Site Selection by Kentish Plover Suggests a Trade-Off between Nest-Crypsis and Predator Detection Strategies. *Plos One* 9(9).
- Gomez-Serrano, M.A. & P. Lopez-Lopez, 2017. Deceiving predators: linking distraction behavior with nest survival in a ground-nesting bird. *Behavioral Ecology* 28(1): 260-269.
- Goutner, V., 1990. Habitat selection of little terns in the Evros Delta, Greece. *Colonial Waterbirds*. 108-114.
- Goutner, V., 1997. Use of the Drana lagoon (Evros delta, Greece) by threatened colonially nesting waterbirds and its possible restoration. *Biological Conservation* 81(1-2): 113-120.
- Guillemette, M. & P. Brousseau, 2001. Does culling predatory gulls enhance the productivity of breeding common terns? *Journal of applied Ecology* 38(1): 1-8.
- Hall, C.S. & S.W. Kress, 2004. Comparison of common tern reproductive performance at four restored colonies along the Maine coast, 1991-2002. *Waterbirds* 27(4): 424-433.

- Hall, C.S. & S.W. Kress, 2008. Diet of nestling Black-crowned night-herons in a mixed species colony: Implications for tern conservation. *Wilson Journal of Ornithology* 120(3): 637-640.
- Hays, H. & R.W. Risebrough, 1972. Pollutant concentrations in abnormal young terns from Long Island Sound. *The Auk* 89(1): 19-35.
- Heinänen, S., M. Ronka & M. von Numers, 2008. Modelling the occurrence and abundance of a colonial species, the arctic tern *Sterna paradisaea* in the archipelago of SW Finland. *Ecography* 31(5): 601-611.
- Herman, D.M. & M.A. Colwell, 2015. Lifetime reproductive success of Snowy Plovers in coastal northern California. *Condor* 117(3): 473-481.
- Hoek, S., 2021. The effects of recreation on the breeding behavior of Plovers nesting on Dutch sea dikes. Msc Internship WEC chairgroup, Wageningen University.
- Hoffman, D.J., G.J. Smith & B.A. Rattner, 1993. Biomarkers of contaminant exposure in common terns and black-crowned night herons in the Great Lakes. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal* 12(6): 1095-1103.
- Hoffman, D.J., M.J. Melancon, P.N. Klein, J.D. Eisemann & J.W. Spann, 1998. Comparative developmental toxicity of planar polychlorinated biphenyl congeners in chickens, American kestrels, and common terns. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal* 17(4): 747-757.
- Hotker, H. & A. Sebeade, 2000. Effects of predation and weather on the breeding success of Avocets *Recurvirostra avosetta*. *Bird Study* 47: 91-101.
- Hötker, H., 2000. Intraspecific variation in size and density of Avocet colonies: effects of nest-distances on hatching and breeding success. *Journal of Avian Biology* 31(3): 387-398.
- Huang, G.W., 2015. Multi-angle views on effect of river regulation on breeding habitat of Little Tern. *International Journal of Environment and Pollution* 58(3): 172-186.
- Hughes, B.J., G.R. Martin & S.J. Reynolds, 2008. Cats and seabirds: effects of feral Domestic Cat *Felis silvestris catus* eradication on the population of Sooty Terns *Onychoprion fuscata* on Ascension Island, South Atlantic. *Ibis* 150: 122-131.
- Indykiewicz, P. & P. Minias, 2019. A non-invasive method to reduce the negative impact of Black-headed Gulls *Chroicocephalus ridibundus* on the breeding success of Common Terns *Sterna hirundo*. *Ardea* 107(2): 159-171.
- Janse, W., M. Sluijter & A. F.A., 2021a. Project strandbroeders Deltagebied. Broedseizoen 2021. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.
- Janse, W., M. Sluijter & S. Hoek, 2022. Strandbroeders op dijken en stranden in het Deltagebied. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.
- Janse, W., M. Sluijter, F.A. Arts & M. Kuiper, 2020. Project strandbroeders Deltagebied. Broedseizoen 2020. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.
- Janse, W., M. Sluijter, M. Hoekstein & C. Jacobusse, 2021b. Plevieren aan de Oosterschelde. Broedseizoen 2021. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.
- Jenks-jay, N., 1982. CHICK SHELTERS DECREASE AVIAN PREDATION IN LEAST TERN COLONIES ON NANTUCKET ISLAND, MASSACHUSETTS. *Journal of Field Ornithology* 53(1): 58-60.
- Jennings, G., D.J. McGlashan & R.W. Furness, 2012. Responses to changes in sprat abundance of common tern breeding numbers at 12 colonies in the Firth of Forth, east Scotland. *Ices Journal of Marine Science* 69(4): 572-577.
- Jong, L.d., 2020. USE OF FORAGING HABITATS AND DISTURBANCE OF RINGED PLOVER (*CHARADRIUS HIATICULA*). Comparing use of- and disturbance on three key foraging habitats of Ringed Plover on Dutch sandy beaches during early breeding season. Deltamilieu Projecten, HZ University of Applied Sciences.
- Katayama, N., T. Amano & S. Ohori, 2010. The Effects of Gravel Bar Construction on Breeding Long-billed Plovers. *Waterbirds* 33(2): 162-168.

- Keller, V., 1995. Auswirkungen menschlicher Störungen auf Vögel—eine Literaturübersicht. *Der Ornithologische Beobachter* 92(1): 3-38.
- Koenen, M.T., R.B. Utych & D.M. Leslie, 1996a. Methods used to improve least tern and snowy plover nesting success on alkaline flats. *Journal of Field Ornithology* 67(2): 281-291.
- Koenen, M.T., D.M. Leslie & M. Gregory, 1996b. Habitat changes and success of artificial nests on an alkaline flat. *Wilson Bulletin* 108(2): 292-301.
- Koffijberg, K., C. Kampichler & B.J. Ens, 2013. Overstromingsrisico's van kwelderbroedvogels in de Nederlandse Waddenzee in relatie tot de nieuwe gaswinningen. *Sovon-rapport 26*: 1-40.
- Kress, S.W., 1983. The use of decoys, sound recordings, and gull control for re-establishing a tern colony in Maine. *Colonial Waterbirds*. 185-196.
- Kress, S.W., 1997. Using Animal Behavior for Conservation Case Studies in Seabird Restoration from The Maine Coast, USA. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology* 29(1): 1-26\_1.
- Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden, 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie, Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Krijgsveld, K.L., B. Klaassen & J.v.d. Winden, 2022. Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen; Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Lafferty, K.D., D. Goodman & C.P. Sandoval, 2006. Restoration of breeding by snowy plovers following protection from disturbance. *Biodiversity and Conservation* 15(7): 2217-2230.
- Lamb, J.S., 2015. Review of vegetation management in breeding colonies of North Atlantic terns. *Conservation Evidence* 12: 53-59.
- Lamb, J.S., C.S. Hall, S.W. Kress & C.R. Griffin, 2014. Comparison of Burning and Weed Barriers for Restoring Common Tern (*Sterna hirundo*) Nesting Habitat in the Gulf of Maine. *Waterbirds* 37(3): 286-297.
- Lauro, B. & J. Tanacredi, 2002. An examination of predatory pressures on Piping Plovers nesting at Breezy Point, New York. *Waterbirds* 25(4): 401-409.
- Lei, W.P., Y. Wu, F.X. Wu, T. Piersma, Z.W. Zhang & J.A. Masero, 2021. Artificial Wetlands as Breeding Habitats for Shorebirds: A Case Study on Pied Avocets in China's Largest Saltpan Complex. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9.
- Leyrer, J., J. Frikke, B. Hälterlein, K. Koffijberg, P. Körber & G. Reichert, 2019. Managing Predation Risk for Breeding Birds in the Wadden Sea. Results from a Workshop in Tönning, Schleswig-Holstein, 7-8 March 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Lopes, C.S., J.A. Ramos & V.H. Paiva, 2015. Changes in Vegetation Cover Explain Shifts of Colony Sites by Little Terns (*Stemula albigrons*) in Coastal Portugal. *Waterbirds* 38(3): 260-268.
- Mabee, T.J. & V.B. Estelle, 2000. Assessing the effectiveness of predator exclosures for Plovers. *Wilson Bulletin* 112(1): 14-20.
- MacDonald, M.A. & M. Bolton, 2008. Predation on wader nests in Europe. *Ibis* 150: 54-73.
- Maguire, G., 2018. A Review of Dog Impacts to Beach-nesting Birds and Management Solutions. Birdlife Australia
- Maguire, G.S., D. Stojanovic & M.A. Weston, 2009. Conditioned taste aversion reduces fox depredation on model eggs on beaches. *Wildlife Research* 36(8): 702-708.
- Maguire, G.S., A.K. Duivenvoorden, M.A. Weston & R. Adams, 2011. Provision of artificial shelter on beaches is associated with improved shorebird fledging success. *Bird Conservation International* 21(2): 172-185.
- Majoer, F.A., G.C. van Houwelingen, F.J. Willems & R.P.B. Foppen, 2002. Analyse van overlevings- en broedbiologische gegevens van bontbek-en strandplevier in de Delta. *Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen*.
- Manche, P., H. Schekkerman & M. van Roomen, 2021. Zenderonderzoek aan Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland Stern in 2021. *Sovon Vogelonderzoek Nederland Nijmegen*.



- Maxson, S.J., S.A. Mortensen, D.L. Goodermote & C.S. Lapp, 1996. Success and failure of Ring-billed Gull deterrents at Common Tern and Piping Plover colonies in Minnesota. *Colonial Waterbirds* 19(2): 242-247.
- Mayer, P.M. & M.R. Ryan, 1991. ELECTRIC FENCES REDUCE MAMMALIAN PREDATION ON PIPING PLOVER NESTS AND CHICKS. *Wildlife Society Bulletin* 19(1): 59-63.
- Mayer, P.M., L.M. Smith, R.G. Ford, D.C. Watterson, M.D. McCutchen & M.R. Ryan, 2009. Nest construction by a ground-nesting bird represents a potential trade-off between egg crypticity and thermoregulation. *Oecologia* 159(4): 893-901.
- McGowan, P.C., K.M. Reintsma, J.D. Sullivan, K.P. DeVoss, J.L. Wall, M.D. Zimnik, C.R. Callahan, B. Schultz & D.J. Prosser, 2018. Use of Bank Swallow (*Riparia riparia*) Burrows as Shelter by Common Tern (*Sterna hirundo*) Chicks *Waterbirds* 41(2): 179-182.
- Medeiros, R., J.A. Ramos, P. Pedro & R.J. Thomas, 2012. Reproductive Consequences of Nest Site Selection by Little Terns Breeding on Sandy Beaches. *Waterbirds* 35(4): 512-524.
- Medeiros, R., J.A. Ramos, V.H. Paiva, A. Almeida, P. Pedro & S. Antunes, 2007. Signage reduces the impact of human disturbance on little tern nesting success in Portugal. *Biological Conservation* 135(1): 99-106.
- Meininger, P.L. & J. Graveland, 2002. Leidraad ecologische herstelmaatregelen voor kustbroedvogels. Balanceren tussen natuurlijke processen en ingrijpen. . Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Melvin, S.M., L.H. MacIvor & C.R. Griffin, 1992. Predator Exclosures: A Technique to Reduce Predation at Piping Plover Nests. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)* 20(2): 143-148.
- Minsky, D., 1980. PREVENTING FOX PREDATION AT A LEAST TERN COLONY WITH AN ELECTRIC FENCE. *Journal of Field Ornithology* 51(2): 180-181.
- Møller, A.P., 1983. Damage by rats *Rattus norvegicus* to breeding birds on Danish Islands. *Biological Conservation* 25(1): 5-18.
- Monaghan, P., J.D. Uttley & M.D. Burns, 1992. Effect of Changes in Food Availability on Reproductive Effort in Arctic Terns *Sterna-Paradisaea*. *Ardea* 80(1): 70-81.
- Monaghan, P., J.D. Uttley, M.D. Burns, C. Thaine & J. Blackwood, 1989. The relationship between food supply, reproductive effort and breeding success in Arctic Terns *Sterna paradisaea*. *The Journal of Animal Ecology*. 261-274.
- Morris, R.D., I.R. Kirkham & J.W. Chardine, 1980. Management of a declining Common Tern colony. *The Journal of Wildlife Management* 44(1): 241-245.
- Morris, R.D., H. Blokpoel & G.D. Tessier, 1992. MANAGEMENT EFFORTS FOR THE CONSERVATION OF COMMON TERN *STERNA-HIRUNDO* COLONIES IN THE GREAT-LAKES - 2 CASE-HISTORIES. *Biological Conservation* 60(1): 7-14.
- Morris, R.D., D.V. Weseloh, F.J. Cuthbert, C. Pekarik, L.R. Wires & L. Harper, 2010. Distribution and abundance of nesting common and Caspian terns on the North American Great Lakes, 1976 to 1999. *Journal of Great Lakes Research* 36(1): 44-56.
- Morrison, P. & R.I. Allcorn, 2006. The effectiveness of different methods to deter large gulls *Larus* spp from competing with nesting terns *Sterna* spp on Coquet Island RSPB reserve, Northumberland, England. *Conserv Evidence* 3: 84-87.
- Morrison, P. & M. Gurney, 2007. Nest boxes for roseate terns *Sterna dougallii* on Coquet Island RSPB reserve, Northumberland, England. *Conservation evidence* 4: 1-3.
- Murphy, R.K., R.J. Greenwood, J.S. Ivan & K.A. Smith, 2003a. Predator Exclusion Methods for Managing Endangered Shorebirds: Are Two Barriers Better than One? *Waterbirds* 26(2): 156-159, 4.
- Murphy, R.K., I.M.G. Michaud, D.R.C. Prescott, J.S. Ivan, B.J. Anderson & M.L. French-Pombier, 2003b. Predation on adult piping plovers at predator exclosure cages. *Waterbirds* 26(2): 150-155.
- Neuman, K.K., G.W. Page, L.E. Stenzel, J.C. Warriner & J.S. Warriner, 2004. Effect of mammalian predator management on Snowy Plover breeding success. *Waterbirds* 27(3): 257-263.

- Neves, V., S. Panagiotakopoulos & R. Furness, 2006. A control taste aversion experiment on predators of roseate tern (*Sterna dougallii*) eggs. *European Journal of Wildlife Research* 52(4): 259-264.
- Nguyen, L.P., E. Nol & K.F. Abraham, 2003. Nest success and habitat selection of the semipalmated plover on Akimiski Island, Nunavut. *Wilson Bulletin* 115(3): 285-291.
- Nisbet, I.C.T. & G.A. Fox, 2009. DDE-induced Hatching Failure in Common Terns was Not Mediated Through Changes in Eggshell Porosity. *Waterbirds* 32(4): 585-589.
- Norbury, G.L., C.J. Price, M.C. Latham, S.J. Brown, A.D.M. Latham, G.E. Brownstein, H.C. Ricardo, N.J. McArthur & P.B. Banks, 2021. Misinformation tactics protect rare birds from problem predators. *Science Advances* 7(11): eabe4164.
- Nordstrom, M., J. Laine, M. Ahola & E. Korpimaki, 2004. Reduced nest defence intensity and improved breeding success in terns as responses to removal of non-native American mink. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 55(5): 454-460.
- Nordstrom, M., J. Hogmander, J. Laine, J. Nummelin, N. Laanetu & E. Korpimaki, 2003. Effects of feral mink removal on seabirds, waders and passerines on small islands in the Baltic Sea. *Biological Conservation* 109(3): 359-368.
- O'Connell, T.J. & R.A. Beck, 2003. Gull predation limits nesting success of terns and skimmers on the Virginia barrier islands. *Journal of Field Ornithology* 74(1): 66-73.
- Ormsby, A.A. & E.A. Forys, 2010. The effects of an education campaign on beach user perceptions of beach-nesting birds in Pinellas County, Florida. *Human Dimensions of Wildlife* 15(2): 119-128.
- Ottvall, R. & H.G. Smith, 2006. Effects of an agri-environment scheme on wader populations of coastal meadows of southern Sweden. *Agriculture Ecosystems & Environment* 113(1-4): 264-271.
- Paiva, V.H., J.A. Ramos, T. Catry, P. Pedro, R. Medeiros & J. Palma, 2006. Influence of environmental factors and energetic value of food on Little Tern *Sterna albifrons* chick growth and food delivery. *Bird Study* 53: 1-11.
- Palestis, B.G. & J.E. Hines, 2015. Adult Survival and Breeding Dispersal of Common Terns (*Sterna hirundo*) in a Declining Population. *Waterbirds* 38(3): 221-228.
- Patterson, I., 1977. The control of fox movement by electric fencing. *Biological Conservation* 11(4): 267-278.
- Peck, D.R., L. Faulquier, P. Pinet, S. Jaquemet & M. Le Corre, 2008. Feral cat diet and impact on sooty terns at Juan de Nova Island, Mozambique Channel. *Animal Conservation* 11(1): 65-74.
- Pienkowski, M.W., 1984. Breeding Biology and Population-Dynamics of Ringed Plovers *Charadrius-Hiaticula* in Britain and Greenland - Nest-Predation as a Possible Factor Limiting Distribution and Timing of Breeding. *Journal of Zoology* 202(JAN): 83-114.
- van de Pol, M., B.J. Ens, D. Heg, L. Brouwer, J. Krol, M. Maier, K.M. Exo, K. Oosterbeek, T. Lok & C.M. Eising, 2010. Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology* 47(4): 720-730.
- Powell, A.N., 2001. Habitat characteristics and nest success of Snowy Plovers associated with California Least Tern colonies. *Condor* 103(4): 785-792.
- Powell, A.N. & C.L. Collier, 2000. Habitat use and reproductive success of western snowy plovers at new nesting areas created for California least terns. *Journal of Wildlife Management* 64(1): 24-33.
- Power, A., P. White, B. McHugh, S. Berrow, M. Schlingermann, A. McKeown, D. Cabot, M. Tannian, S. Newton, E. McGovern, S. Murphy, D. Crowley, L. O'Hea, B. Boyle & I. O'Connor, 2021. Persistent pollutants in fresh and abandoned eggs of Common Tern (*Sterna hirundo*) and Arctic Tern (*Sterna paradisaea*) in Ireland. *Marine Pollution Bulletin* 168.
- Ramos, J.A., P. Pedro, A. Matos & V.H. Paiva, 2013. Relation between climatic factors, diet and reproductive parameters of Little Terns over a decade. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* 53: 56-62.
- Ratcliffe, N., C. Craik, A. Helyar, S. Roy & M. Scott, 2008. Modelling the benefits of American Mink *Mustela vison* management options for terns in west Scotland. *Ibis* 150: 114-121.



- RCoreTeam, 2022. R: A language and environment for statistical computing.
- Richards, M.H. & R.D. Morris, 1984. AN EXPERIMENTAL-STUDY OF NEST SITE SELECTION IN COMMON TERNS. *Journal of Field Ornithology* 55(4): 457-466.
- Rimmer, D.W. & R.D. Deblinger, 1990. Use of Predator Exclosures to Protect Piping Plover Nests (Utilización de cercados para proteger nidos de *Charadrius melodus*). *Journal of Field Ornithology* 61(2): 217-223.
- Rimmer, D.W. & R.D. Deblinger, 1992. USE OF FENCING TO LIMIT TERRESTRIAL PREDATOR MOVEMENTS INTO LEAST TERN COLONIES. *Colonial Waterbirds* 15(2): 226-229.
- Robertson, G.S., M. Bolton & P. Monaghan, 2016. Influence of diet and foraging strategy on reproductive success in two morphologically similar sympatric seabirds. *Bird Study* 63(3): 319-329.
- Rocha, A.D., D. Fonseca, J.A. Masero & J.A. Ramos, 2016. Coastal salt pans are a good alternative breeding habitat for Kentish plover *Charadrius alexandrinus* when umbrella species are present. *Journal of Avian Biology* 47(6): 824-833.
- Rodriguez, C., R. Torres & H. Drummond, 2006. Eradicating introduced mammals from a forested tropical island. *Biological Conservation* 130(1): 98-105.
- Rönkä, M., H. Tolvanen, E. Lehtikoinen, M. von Numers & M. Rautkari, 2008. Breeding habitat preferences of 15 bird species on south-western Finnish archipelago coast: applicability of digital spatial data archives to habitat assessment. *Biological Conservation* 141(2): 402-416.
- Roodbergen, M. & S. Duijns, 2022. Kennisoverzicht Noordse Stern. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Roodbergen, M., C. van Irsel, E. Jongejans, R.P.B. Foppen, J. Nienhuis, H. Jeugd, L.d. Vries & J. Stahl, 2019. Demografische analyses van Strandplevier en Bontbekplevier.
- Rounds, R., R.M. Erwin & J.H. Porter, 2004. Nest-Site Selection and Hatching Success of Waterbirds in Coastal Virginia: Some Result of Habitat Manipulation/(Selección del lugar de anidamiento y éxito de eclosionamiento de aves acuáticas en costa de virginia: algunos resultados de la manipulación del habitat). *Journal of Field Ornithology* 75(4): 317-329.
- Saalfeld, S.T., W.C. Conway, D.A. Haukos & W.P. Johnson, 2011. Nest success of Snowy Plovers (*Charadrius nivosus*) in the southern high plains of Texas. *Waterbirds* 34(4): 389-399.
- Saalfeld, S.T., W.C. Conway, D.A. Haukos & W.P. Johnson, 2012. Snowy plover nest site selection, spatial patterning, and temperatures in the Southern High Plains of Texas. *Journal of Wildlife Management* 76(8): 1703-1711.
- Saliva, J.E. & J. Burger, 1989. EFFECT OF EXPERIMENTAL MANIPULATION OF VEGETATION DENSITY ON NEST-SITE SELECTION IN SOOTY TERNS. *Condor* 91(3): 689-698.
- Salmerón, R., C.B. García & J. García, 2018. Variance inflation factor and condition number in multiple linear regression. *Journal of statistical computation and simulation* 88(12): 2365-2384.
- Scarton, F., 2010. Long Term Decline of a Common Tern (*Sterna hirundo*) Population Nesting in Salt Marshes in Venice Lagoon, Italy. *Wetlands* 30(6): 1153-1159.
- Scarton, F., G. Cecconi & R. Valle, 2013. Use of dredge islands by a declining European shorebird, the Kentish Plover *Charadrius alexandrinus*. *Wetlands Ecology and Management* 21(1): 15-27.
- Schekkerman, H., F. Arts, R.-J. Buijs, W. Courtens, T. Van Daele, R. Fijn, A. van Kleunen, H. van der Jeugd, M. Roodbergen & E. Stienen, 2021. Geïntegreerde populatie-analyse van vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied.
- Schlesselmann, A.K.V., C.F.J. O'Donnell, J.M. Monks & B.C. Robertson, 2018. Clearing islands as refugia for black-fronted tern (*Chlidonias albobristatus*) breeding colonies in braided rivers. *New Zealand Journal of Ecology* 42(2): 137-148.
- Schulz, R. & M. Stock, 1993. Kentish Plovers and tourists: competitors on sandy coasts. *Wader Study Group Bulletin* 68: 83-91.
- Scopel, L.C. & A.W. Diamond, 2017. The case for lethal control of gulls on seabird colonies. *Journal of Wildlife Management* 81(4): 572-580.

- Scopel, L.C. & A.W. Diamond, 2018. Predation and food-weather interactions drive colony collapse in a managed metapopulation of Arctic Terns (*Sterna paradisaea*). *Canadian Journal of Zoology* 96(1): 13-22.
- Searle, J.B., J.B. Prince, D. Stewart & P. Lloyd, 2016. Breeding success of a subtropical Little Tern, *Sternula albifrons sinensis*, colony. *Emu-Austral Ornithology* 116(1): 81-85.
- Shealer, D.A., 1998. Differences in diet and chick provisioning between adult roseate and sandwich terns in Puerto Rico. *Condor* 100(1): 131-140.
- Shealer, D.A. & S.W. Kress, 1991. Nocturnal Abandonment Response to Black-Crowned Night-Heron Disturbance in a Common Tern Colony. *Colonial Waterbirds* 14(1): 51-56.
- Siegel-Causey, D. & S.P. Kharitonov, 1990. The evolution of coloniality. *Current ornithology* 7: 285-330.
- Smart, J. & A. Amar, 2018. Diversionary feeding as a means of reducing raptor predation at seabird breeding colonies. *Journal for Nature Conservation* 46: 48-55.
- van Steenis, W. & M. van Zuijlen, 2012. Een beheerexperiment met zout in een duinvallei. *De Levende Natuur* 113(6): 296-298.
- van Steenis, W. & M.J.M. Poot, 2013. Zout maakt Scheelhoekeilanden weer geschikt voor grote stern. *Vogelnieuws* 26: 17.
- Stevens, M., J. Troscianko, J.K. Wilson-Aggarwal & C.N. Spottiswoode, 2017. Improvement of individual camouflage through background choice in ground-nesting birds. *Nature ecology & evolution* 1(9): 1325-1333.
- Stienen, E.W. & H. Schekkerman, 2000. Statistische analyse van de verspreiding en de broedresultaten van kustbroedvogels in het Deltagebied: relaties met habitatkenmerken, predatiedruk en toerisme. Alterra, Wageningen.
- Stienen, E.W.M., 2006. Living with gulls; Trading off food and predation in the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. Proefschrift
- Stienen, E.W.M. & P.G.M.v. Tienen, 1991. Prooi-en energieconsumptie door kuikens van noordse stern *Sterna paradisaea* en visdief *S. hirundo* in relatie tot enkele abiotische factoren. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer, 2002. Foraging decisions of Sandwich Terns in the presence of kleptoparasitising gulls. *The Auk* 119(2): 473-486.
- Stienen, E.W.M., A. Brenninkmeijer & C.E. Geschiere, 2001. Living with gulls: The consequences for Sandwich Terns of breeding in association with Black-headed Gulls. *Waterbirds* 24(1): 68-82.
- Suddaby, D. & N. Ratcliffe, 1997. The effects of fluctuating food availability on breeding Arctic Terns (*Sterna paradisaea*). *Auk* 114(3): 524-530.
- Switzer, B., V. Lewin & F.H. Wolfe, 1971. Shell Thickness, Dde Levels in Eggs, and Reproductive Success in Common Terns (*Sterna-Hirundo*), in Alberta. *Canadian Journal of Zoology* 49(1): 69-&.
- Syrova, M., T. Hromadkova, V. Pavel & P. Vesely, 2020. Responses of nesting Arctic terns (*Sterna paradisaea*) to disturbance by humans. *Polar Biology* 43(5): 399-407.
- Tulp, I., 1998. Reproductie van Strandplevieren *Charadrius alexandrinus* en Bontbekplevieren *Charadrius hiaticula* op Terschelling, Griend en Vlieland in 1997. *Limosa* 1998(71): 109-120.
- V.R.O.M., M.v., 1986. PCB's in het Nederlandse milieu, 's-Gravenhage.
- Valle, R. & F. Scarton, 1999. Habitat selection and nesting association in four species of Charadriiformes in the Po delta (Italy). *Ardeola* 46(1): 1-12.
- Vaske, J.J., D.W. Rimmer & R.D. Deblinger, 1994. THE IMPACT OF DIFFERENT PREDATOR EXCLOSURES ON PIPING PLOVER NEST ABANDONMENT. *Journal of Field Ornithology* 65(2): 201-209.
- Wallander, J. & M. Andersson, 2003. Reproductive tactics of the ringed plover *Charadrius hiaticula*. *Journal of Avian Biology* 34(3): 259-266.
- Wang, P.L., F.D. Jackson & D.J. Varricchio, 2014. Nest taphonomy of common terns (*Sterna hirundo*) on Poplar Island, Chesapeake Bay, Maryland. *Historical Biology* 26(2): 155-164.

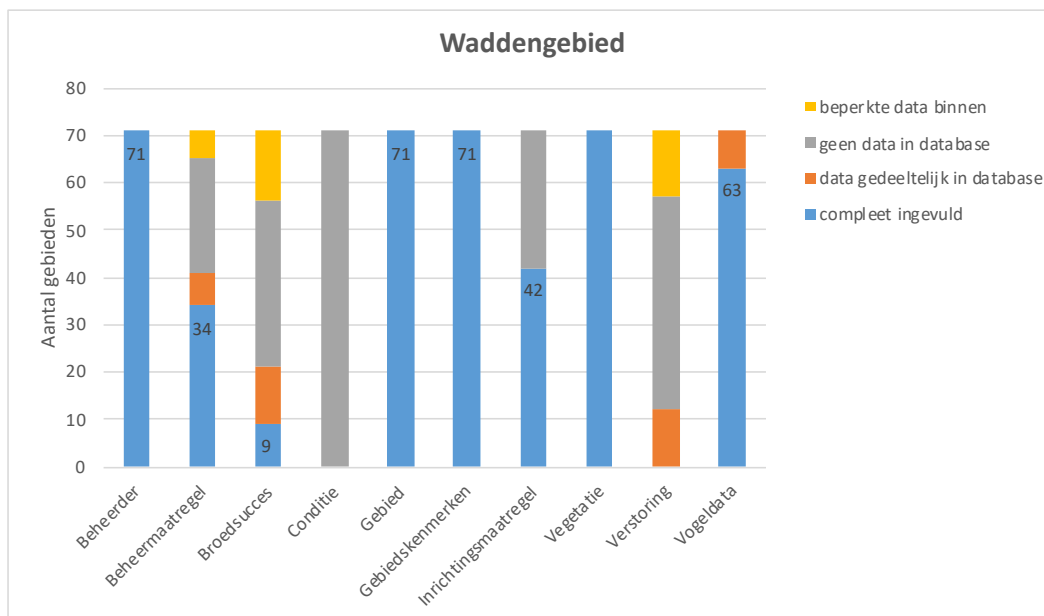
- Weston, M.A., F. Dodge, A. Bunce, D.G. Nimmo & K.K. Miller, 2012. Do temporary beach closures assist in the conservation of breeding shorebirds on recreational beaches? *Pacific Conservation Biology* 18(1): 47-55.
- White, G. & G.J.M. Hirons, 2019. The predator exclusion fence manual; Guidance on the use of predator exclusion fences to reduce mammalian predation on ground-nestling birds on RSPB reserves.
- Willems, F.J., R. Oosterhuis, L.J. Dijkse, R.K.H. Kats & B.J. Ens, 2005. Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee 2005. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Wilson, C.A. & M.A. Colwell, 2010. Movements and Fledging Success of Snowy Plover (*Charadrius alexandrinus*) Chicks. *Waterbirds* 33(3): 331-340.
- Wilson, L.J., S. Rendell-Read, L. Lock, A.L. Drewitt & M. Bolton, 2020. Effectiveness of a five-year project of intensive, regional-scale, coordinated management for little terns *Sternula albifrons* across the major UK colonies. *Journal for Nature Conservation* 53.
- Wilson, T. & K. Hansen, 2005. Predator control to enhance breeding success of the New Zealand fairy tern *Sterna nereis davisae*, North Island, New Zealand. *Conservation Evidence* 2: 89.
- Wiltermuth, M.T., M.J. Anteau, M.H. Sherfy & A.T. Pearse, 2015. Habitat selection and movements of Piping Plover broods suggest a tradeoff between breeding stages. *Journal of Ornithology* 156(4): 999-1013.
- van der Winden, J. & I. Niemeijer, 2018. Bescherming van de visdiefkolonie nabij de Houtribsluis, Lelystad in 2018. . Helpt het aanbrengen van een zoutlaag op een voormalig broedeiland? Jan van der Winden Ecology,, Utrecht.
- van der Winden, J., S. Dirksen & M. Poot, 2018. Visdieven in het IJsselmeergebied. Aantalsontwikkeling, kolonisatie eilanden en broedsucces. Rapport 2018-02. Jan van der Winden Ecology, Utrecht.
- van der Winden, J., K.L. Krijgsveld, H. Inberg & R.C. Fijn, 2008a. Beschermingsplan duin- en kustvogels. Basisrapport deel B, Rapport. Vogelbescherming Nederland Bureau Waardenburg, Culemborg.
- van der Winden, J., K.L. Krijgsveld, H. Inberg & R.C. Fijn, 2008b. Beschermingsplan duin- en kustvogels. Basisrapport deel A. Vogelbescherming Nederland, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- van der Winden, J., S. Dirksen, D. Doodeman, N. Hogeweg, P.v. Horsen, L. Kelder, I.Y.M. Tulp & M. Poot, 2019. Visdieven in het IJsselmeergebied: broedplaatskeuze en broedsucces in een wetland met weinig dynamiek. *Limosa* 92(2): 49-64.
- Winton, B.R., D.M. Leslie & J.R. Rupert, 2000. Breeding ecology and management of snowy plovers in north-central Oklahoma. *Journal of Field Ornithology* 71(4): 573-584.
- Wittenberger, J.F. & G.L.J. Hunt, 1985. The adaptive significance of coloniality in birds. *Avian biology*. 1-78.
- Zanchetta, C.V., D.J. Moore, D.V.C. Weseloh & J.S. Quinn, 2016. Population trends of colonial waterbirds nesting in Hamilton Harbour in relation to changes in habitat and management. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 19(2): 192-205.
- Zarnetske, P.L., E.W. Seabloom & S.D. Hacker, 2010. Non-target effects of invasive species management: beachgrass, birds, and bulldozers in coastal dunes. *Ecosphere* 1(5).
- Zefania, S., R. Ffrench-Constant, P.R. Long & T. Szekely, 2008. Breeding distribution and ecology of the threatened Madagascar Plover *Charadrius thoracicus*. *Ostrich* 79(1): 43-51.

## Bijlage I Deelnemerslijst workshops

Naam	Organisatie	Workshop
S. Postumus	Natuurmonumenten	IJsselmeer/Wadden
J. Esselaar	Natuurmonumenten	IJsselmeer/Wadden
J. Kloosterhuis	Staatsbosbeheer	IJsselmeer/Wadden
A. Hendriks	Groninger Landschap	IJsselmeer/Wadden
R. Hovinga	Landschap Noord-Holland	IJsselmeer/Wadden
D. Roffel	Rijkswaterstaat	IJsselmeer/Wadden
B.J. Poerink	Ecosensys	IJsselmeer/Wadden
A. Brenninkmeijer	Provincie Groningen	IJsselmeer/Wadden
M. Broere	Natuurmonumenten	Delta
J. de Roon	Natuurmonumenten	Delta
A. Hannewijk	Staatsbosbeheer	Delta
F. Schenk	Zeeuwse Landschap	Delta
J. Walhout	Zeeuwse Landschap	Delta
P. Verhoef	Zeeuwse Landschap	Delta
W. Jacobusse	NP Oosterschelde / IVN	Delta
S. Hartlief	Vogelbescherming	Delta
E. de Jonge	Brabants Landschap	Delta
B. Bouwman	Stichting Kustbroedvogels	Delta
K. de Kraker	Adviesbureau Sandvicensis	Delta
F. Arts	Delta Milieu Projecten	beide
S. Lilipaly	Delta Milieu Projecten	Delta
W. Janse	Delta Milieu Projecten	Delta
L. Tack	Begeleidingscommissie	beide
G. Dommerholt	Begeleidingscommissie	IJsselmeer/Wadden
P. Esselink	Begeleidingscommissie	IJsselmeer/Wadden
C. Bakker	Begeleidingscommissie	IJsselmeer/Wadden
B. van den Boogaard	Waardenburg Ecology	beide
L. Jeninga	Waardenburg Ecology	beide
T. Boudewijn	Waardenburg Ecology	beide
R. Fijn	Waardenburg Ecology	IJsselmeer/Wadden

## Bijlage II Samenvatting verzamelde gegevens

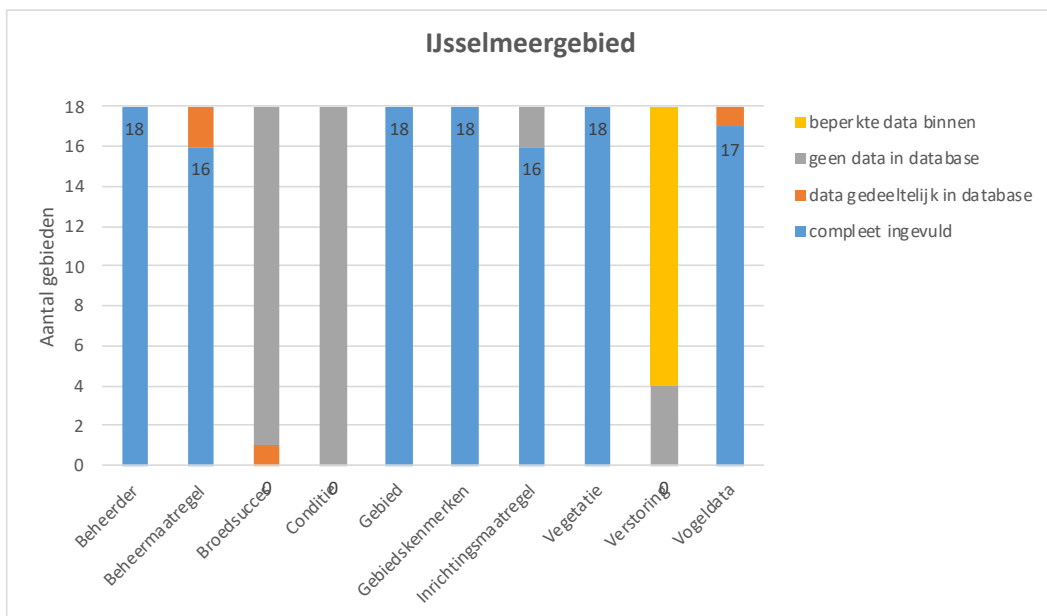
De vele contacten met terreinbeheerders en onderzoekers hebben geresulteerd in een omvangrijke en diverse dataset. In het Waddengebied zijn van in totaal 71 gebieden in meer of mindere mate gegevens verzameld (Figuur B.1). De vogeldata in de figuren betreffen gegevens over het aantal broedparen. Met name gegevens over uitgevoerd beheer en het onderdeel verstoring (door grondpredatoren, meeuwen of menselijke aanwezigheid) zijn beperkt beschikbaar. Over condities van jonge vogels zijn geen gegevens beschikbaar.



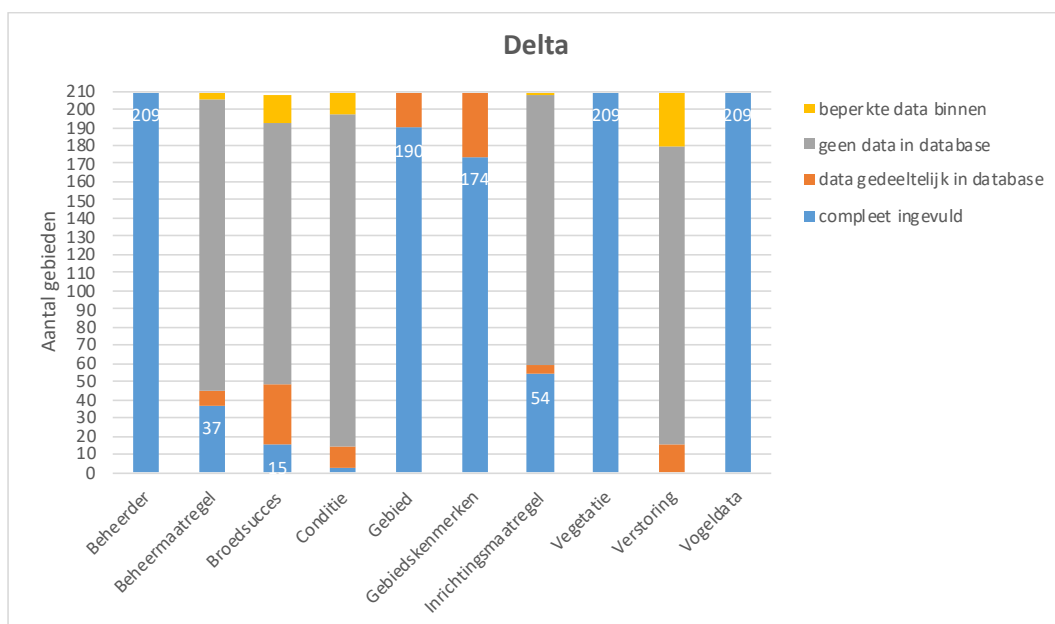
Figuur B.1 Compleetheit van de database, verdeeld over de verschillende type gegevens voor de regio Waddengebied.

In het IJsselmeergebied zijn van in totaal 18 gebieden gegevens verzameld (Figuur B.6), Proportioneel is er in vergelijking met het Waddengebied meer beschikbaar over de uitgevoerde beheermaatregelen. Ook in het IJsselmeergebied blijken er weinig concrete gegevens beschikbaar te zijn over het onderdeel verstoring (door grondpredatoren, meeuwen of menselijke aanwezigheid).

Tot slot zijn in de Delta van 209 gebieden gegevens opgenomen in de database (Figuur B.3). Ook voor deze gebieden geldt een beperkte beschikbaarheid van gegevens over beheer- en inrichtingsmaatregelen en over het onderdeel verstoring.



Figuur B.6 Compleetheid van de database, verdeeld over de verschillende type gegevens voor de regio IJsselmeergebied.



Figuur B.3 Compleetheid van de database, verdeeld over de verschillende type gegevens voor de regio Delta.

Uit de verzamelde gegevens (Tabel B.1) blijkt dat in het Waddengebied de meeste kustbroedvogelgebieden zijn gelegen in kwelders, op eilanden in binnendijkse natuurgebieden en op 'echte' eilanden. Er zijn maar weinig gebieden gelegen op stranden. In het IJsselmeergebied bestaat vrijwel alles uit (aangelegde) eilanden. Het ene gebied wat als slik/kwelder is aangemerkt, betreft de buitendijks gelegen zone langs de Friese IJsselmeerkust (strikt genomen geen kwelder, maar wel buitendijkse slikoevers die soms overstromen). In de Delta is het beeld gevarieerder, hoewel ook daar kwelders (schorren), eilanden in binnendijkse natuurgebieden en 'echte' eilanden domineren qua aantal. Een belangrijk verschil tussen de Delta en het Waddengebied is dat er in de Delta meer gebieden zijn gecategoriseerd behorend bij binnendijkse waterrijke gebieden (hoofdzakelijk inlagen).

Tabel B.1 Het aantal gebieden verdeelt naar het type gebied, opgedeeld naar regio.

	Waddengebied	IJsselmeergebied	Delta
<b>Type gebied</b>			
<b>slik/kwelder</b>	28	1	44
<b>binnendijks eiland</b>	15		39
<b>eiland</b>	14	17	45
<b>strand</b>	9		7
<b>schiereiland</b>			2
<b>dijktalud</b>	1		5
<b>binnendijks waterrijk gebied</b>			47
<b>polder</b>	4		3
<b>anders</b>			17
<b>Totaal</b>	<b>71</b>	<b>18</b>	<b>209</b>

Een belangrijk aspect van kustbroedvogelgebieden is in hoeverre ze zijn gelegen in of nabij zoute, brakke of zoete wateren. We hebben de verdeling van de gebieden in de database over deze drie watertypen uitgezet in Tabel B.2. In het Waddengebied staat het merendeel van de gebieden onder invloed van zout water en een veel kleiner deel van de gebieden onder invloed van brak water (veelal binnendijks gelegen). De gebieden in het IJsselmeer zijn logischerwijs uitsluitend in zoet water gelegen. In de Delta domineren zoute en zoet gebieden.

Tabel B.2 Het aantal gebieden verdeelt naar het type water, opgedeeld naar regio.

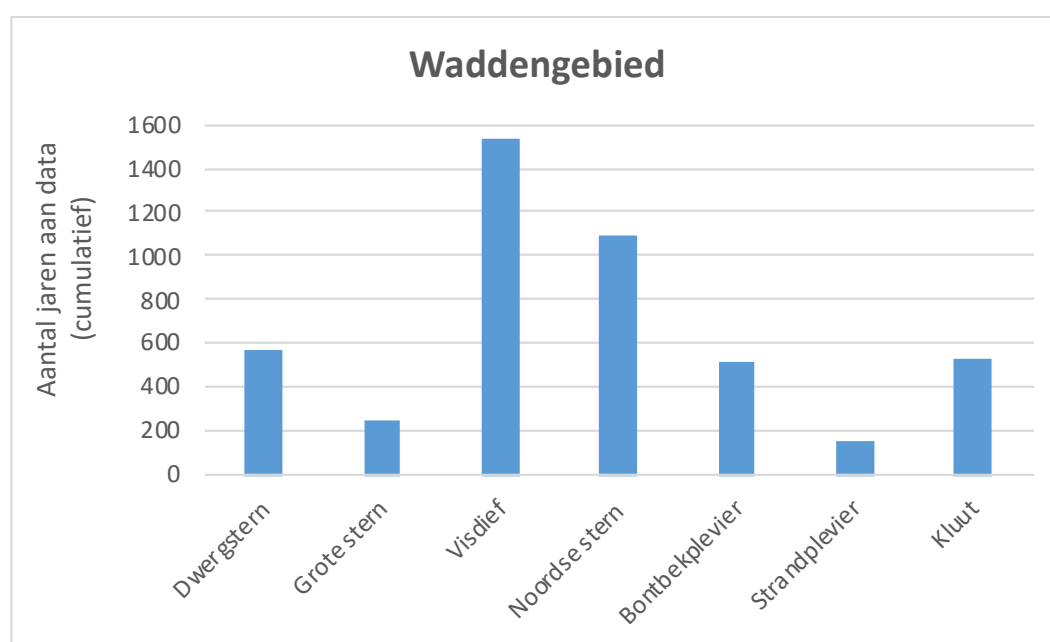
	Waddengebied	IJsselmeergebied	Delta
<b>Watertype</b>			
<b>zout</b>	51		94
<b>brak</b>	18		36
<b>zoet</b>	2	18	79

Van veel gebieden (zeker in retrospectief) is niet bekend of er in een gegeven jaar beheer is uitgevoerd. Indien wél bekend is dat er geen beheer is uitgevoerd, dan is dat in de database opgenomen als een zogenaamde harde nul (categorie 'geen' in Tabel B.3). Uit de gegevens (Tabel B.3) blijkt dat in de gebieden waarvan het gevoerde beheer bekend is, zich dat hoofdzakelijk toespitst op het beheer van vegetatie, bestrijden/verjagen van predatoren (meeuwen en/of grondpredatoren) en beperkingen in de openstelling van gebieden voor publiek. Opmerkelijk is dat in maar weinig gebieden actief gestuurd wordt met bijvoorbeeld peilverhogingen of peilverlagingen (= waterbeheer) of het manipuleren van het substraat.

Tabel B.3 Het aantal gebieden verdeelt naar de verschillende beheersvormen die er zijn toegepast, opgedeeld naar regio.

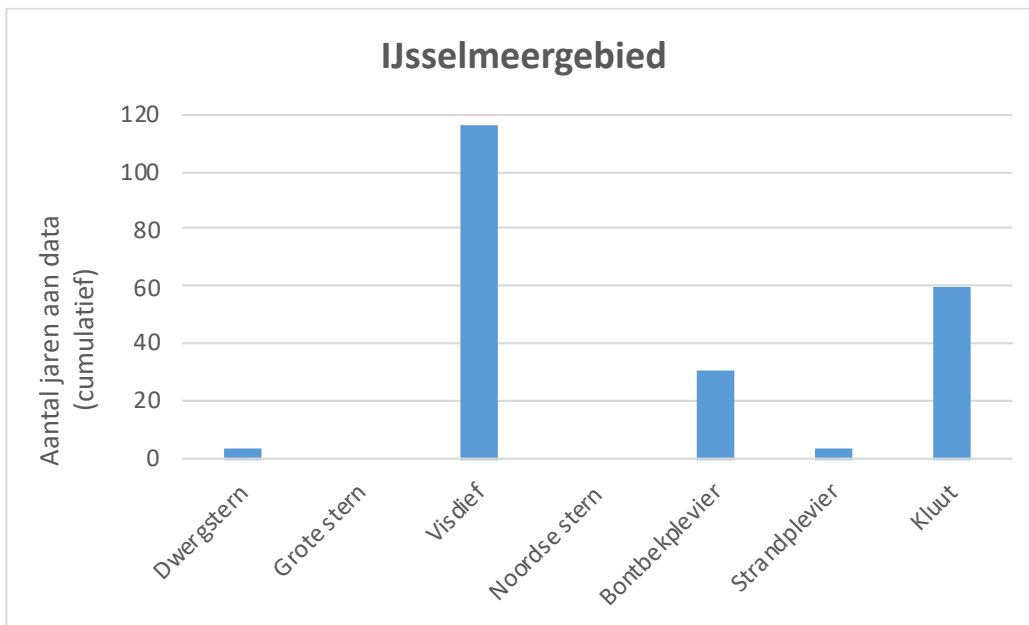
	Waddengebied	IJsselmeergebied	Delta
<b>Beheertype</b>			
<b>vegetatie</b>	26	13	36
<b>predator</b>	10		14
<b>waterbeheer</b>	5		7
<b>openstelling</b>	21		5
<b>substraat</b>	1		8
<b>overig</b>	4		3
<b>geen</b>	4	5	18

Tot slot zijn de beschikbare vogeldata samengevat in Figuur B.4, B.5 en B.6, waarbij het cumulatieve aantal jaren met vogeldata per regio is weergegeven per soort. In alle drie de regio's zijn van visdief veruit de meeste gegevens in het bestand aanwezig. Voor het Waddengebied zijn daarnaast veel gegevens beschikbaar van noordse stern (Figuur B.4). Ook van dwergstern, bontbekplevier en kluut is vrij veel gegevens opgenomen. In het IJsselmeergebied (Figuur B.5) worden de vogeldata sterk gedomineerd door visdief en kluut en is het cumulatieve aantal jaren met vogeldata logischerwijs lager dan in het Waddengebied of de Delta (Figuur B.6) omdat er veel minder kustbroedvogelgebieden aanwezig zijn. Het cumulatieve aantal jaren met vogeldata is in de Delta het grootst, met nadruk op gegevens van visdief, bontbekplevier en kluut.

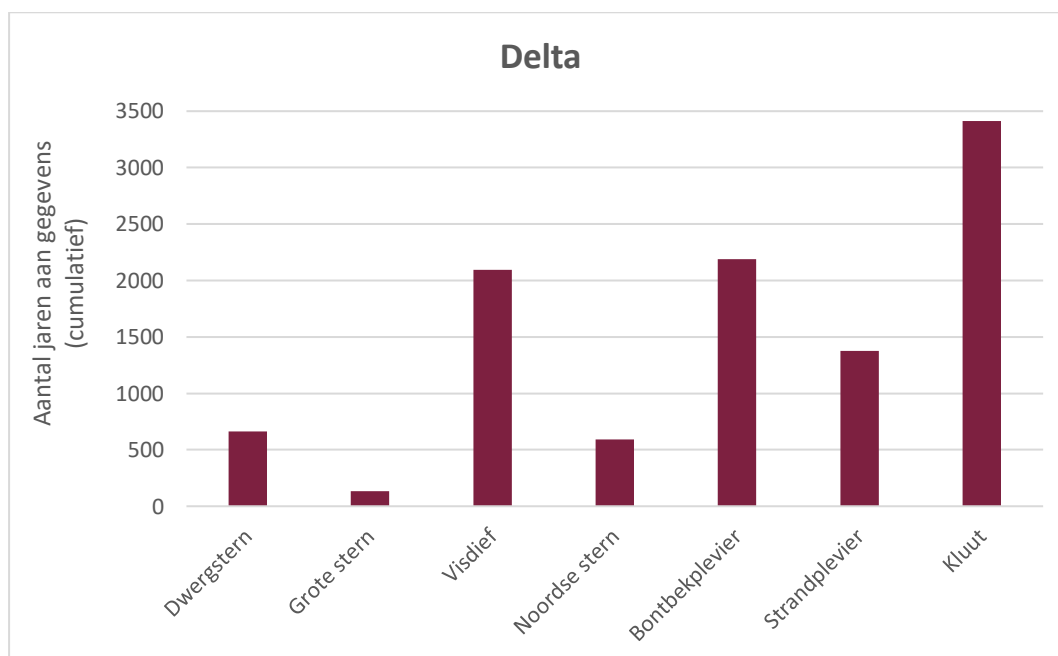


Figuur B.4 Cumulatief aantal jaren met vogeldata voor het Waddengebied, verdeeld over de vogelsoorten. Het cumulatief aantal jaren is het aantal jaren x het aantal gebieden met gegevens per soort.





Figuur B.5 Cumulatief aantal jaren met vogeldata voor het IJsselmeergebied, verdeeld over de vogelsoorten. Het cumulatief aantal jaren is het aantal jaren x het aantal gebieden met gegevens per soort.



Figuur B.6 Cumulatief aantal jaren met vogeldata voor de Delta, verdeeld over de vogelsoorten. Het cumulatief aantal jaren is het aantal jaren x het aantal gebieden met gegevens per soort.

## Bijlage III Factsheets kustbroedvogels

In deze bijlage is per kustbroedvogelsoort de broedbiologie kort samengevat. Voor zover er duidelijke verschillen zijn tussen de kustbroedvogelsoorten, zijn per soort tevens specifieke aandachtspunten benoemd over drukfactoren en/of de effectiviteit van maatregelen.

Eerder in hoofdstuk 3 & 4 zijn allerlei drukfactoren benoemd die (in min of meerdere mate en locatie afhankelijk), gelden voor alle in dit rapport besproken kustbroedvogelsoorten. Dat geldt ook voor de beschreven inrichtings- en beheermaatregelen. Al deze overeenkomstige aspecten worden in deze bijlage dus niet opnieuw benoemd.

### Visdief

#### Broedbiologie

Broedperiode	half april – begin augustus
Aantal legsels	1 indien succesvol, bij mislukking evt. vervollegsels
Broedduur	3-4 week (beide partners)
Jongenperiode	3-4 week
Broedzorg	beide partners
Broeddichtheid	In centrum van de kolonie 0,5-2 m uit elkaar en in kleine kolonies 2-3 m uit elkaar.
Broedtrouwheid	Kunnen zeer broedtrouw aan locatie zijn (bij positief broedsucces)
Habitatvoorkeur	Broedt op zandbodem of op schelpenbanken tussen gras en lage kruiden. Komt ook voor in weidevogelgebieden en langs de grote rivieren. In verleden ook broedend op veekpakketten in Saeftinghe. Tevens op platte daken met grind nabij grote wateren. Broeden graag op kunstmatige drijvende eilanden. Minst kritisch van de kustbroedvogelsoorten.
Foerageergebied broedparen	Tot ettelijke 10-tallen km's van de broedgebieden.
Foerageergebied jongen:	Worden door ouders gevoerd, tot enkele weken na het uitvliegen.

#### Specifieke aandachtspunten

Voedseltekort in IJsselmeergebied bekend knelpunt voor broedsucces: o.a. door afname spiering populaties. Ook de timing van de aankomst van jonge haring aan de Nederlandse kusten is van belang voor opgroeien van de jongen. HP Avian Influenza (in 2022 regelmatig oversterfte geconstateerd in kolonies). Visdieven broeden bij voorkeur op zandige, predatorvrije eilanden. Visdieven profiteren vaak van de aanwezigheid van broedende kokmeeuwen. Aanleg van broedeiland dient minstens 0,5 ha groot te zijn. Ook drijvende (kunstmatige) broedeilanden zoals pontons worden gebruikt met een kleiner formaat. Nesten worden bij voorkeur geplaatst in delen met een vegetatiehoogte van 0-5 cm. In de nabijheid echter ook wat hogere planten, waaronder

kuikens zich kunnen verbergen. Visdief kuikens maken gebruik van nestboxen of andere schuil-mogelijkheden ter bescherming tegen predatie, maar ook om slechte weersomstandigheden door te komen.

## **Noordse stern**

### Broedbiologie

Broedperiode	mei – aug
Aantal legsels	1 indien succesvol, bij mislukking evt. vervolglegels
Broedduur	3-4 weken (beide partners)
Jongenperiode	5-6 weken (incl.voerperiode door ouders na vliegvlug worden)
Broedzorg	beide ouders
Broeddichtheid	In centrum van de kolonie 0,5-2 m uit elkaar en in kleine kolonies 2-3 m uit elkaar.
Broedtrouwheid	Plaatstrouw aan broedlocatie, zeker bij positief broedsucces. Onder invloed van predatiedruk worden broedkolonies echter na paar jaar verlaten.
Habitatvoorkeur	Pionierlandschap in kustgebied: zandige eilanden en droge schelpenbanken die hooguit incidenteel kunnen overstromen in het broedseizoen. In Nederland vrijwel uitsluitend broedend in buitendijks gelegen zoute gebieden. In vestigingsperiode schaars begroeide locaties (kaal zand met schelpen en/of stenen). Later tijdens jongenfase mag er wat vegetatie aanwezig zijn. Heeft in vergelijking met visdief voorkeur voor schaarser begroeide stukken. In Deltagebied veel binnendijks direct grenzend aan zoute wateren, zoals in inlagen en karrevelden .
Foerageergebied broedparen:	Veelal binnen een straal van 10-15 km rond de kolonie
Foerageergebied jongen:	Worden door beide ouders gevoerd, tot enkele weken na het uitvliegen.

### Specifieke aandachtspunten

Overspoeling nesten en jongen (tevens in interactie met predatoren: aanwezigheid grondpredatoren kan leiden tot verschuiving nesten naar lager gelegen, onbegroeide delen, maar met een hoger overstromingsrisico). Frequenties van overstromingen nemen door klimaatverandering mogelijk toe. Predatie door grondpredatoren is op de Waddeneilanden minder een issue dan in broedgebieden aan de vaste wal. Predatie door meeuwen lijkt minder een issue dan bij andere (stern)soorten. HP Avian Influenza (bij grote stern en visdief overduidelijk belangrijke recente drukfactor, bij noordse stern in 2022 nog niet aangetoond). Er zijn voorbeelden van andere gemengd broedende soorten (zilver- en kleine mantelmeeuw), waarbij de ene soort wel gevoelig is voor AI, en de andere soort blijkbaar niet of veel minder. Nieuw aangelegde eilanden in zoute, buitendijkse gebieden, worden

snel gekoloniseerd. Let op snelle vestiging van grotere meeuwen: noordse sterns zijn dan geneigd gebied vrij snel te verlaten.

Noordse sterns prefereren grof tot fijn zand, schelpenresten zeer gunstig. Dit voorkomt vegetatiesuccessie én overstuiving van legsels door fijn lokaal zand. Kuikens maken gebruik van nestboxen of andere schuilmogelijkheden ter bescherming tegen predatie, maar ook om slechte weersomstandigheden door te komen. Specifiek voor kolonies in buitendijkse kweldergebieden geldt dat begrazing in het broedseizoen en betreding door recreanten voorkomen moet worden.

## **Grote stern**

### Broedbiologie

Broedperiode	eind april – begin augustus
Aantal legsels	1 indien succesvol, bij vroege mislukking evt. vervollegsels
Broedduur	3-4 weken (beide ouders)
Jongenperiode	3,5-4,5 weken
Broedzorg	beide ouders, jongen worden lange tijd na het uitvliegen gevoerd
Broeddichtheid	Broeden in zeer compacte kolonies (pikafstand). Gemiddeld 5-7 nesten/m <sup>2</sup> , in centrum van kolonie tot 10 nesten/m <sup>2</sup> , aan de rand van kolonie 2 nesten/m <sup>2</sup> .
Broedtrouwheid	Tussen broedseizoenen wordt met regelmaat een andere broedplaats gekozen.
Habitatvoorkeur	Broedbiotoop is kaal of weinig begroeid (bedekkingsgraad vegetatie 10-30%, hoogte 10-25 cm), vrijwel uitsluitend op eiland of eilanden in binnendijs gelegen natuurgebieden. Kuikens schuilen vaak in nabije vegetatierand. Vestigen zich meestal in combinatie met kokmeeuwen en/of zwartkopmeeuwen.
Foerageergebied broedparen	10-60 km afstand (meestal op zee).
Foerageergebied jongen:	Worden gevoerd door ouders

### Specifieke aandachtspunten

Verstoring van groepen juveniele vogels in de nazomer (buiten de kolonies, maar jongen worden nog wel gevoerd). HP Avian Influenza (in 2022 een 2023 forse sterfte in veel kolonies). Meest effectief is de aanleg van grotere eilanden (vanaf 0,5ha). Te groot kan echter ook snelle vestiging van meeuwen in de hand werken, en beheer wordt lastiger. Afstand broedlocatie tot foerageergebied bij voorkeur beperkt (dicht bij de kustlijn, nabij de zee). Broeden op fijn zand, schelpen voor grote stern minder relevant. Van alle sternsoorten is grote stern meest gevoelig voor predatie door bruine rat omdat ze in zeer compacte kolonies in hoge dichtheden broeden. Vanwege het beperkte aantal kolonies in Nederland, is de grote stern kwetsbaar voor verstoring; meeste kolonies zijn goed beschermd maar handhaving en controle van afgelegen eilanden van belang in relatie tot vaarrecreatie en mensen deze eilanden vervolgens betreden.

## Dwergstern

### Broedbiologie

Broedperiode	Begin mei – augustus
Aantal legsels	1 legsel (indien niet succesvol, dan eventueel vervolglegsel, soms in ander gebied)
Broedduur	3 weken
Jongenperiode	3 weken
Broedzorg	Vooraf vrouw broedt, beide ouders voeren jongen, ook na uitvliegen nog wekenlang gevoerd
Broeddichtheid	Tot enkele meters uit elkaar, dichtheid lager dan bij visdief en grote stern, koloniegrootte enkele tientallen nesten (soms tot meer dan 100 paren).
Broedtrouwheid	Weinig plaatstrouw, indien succesvol wordt er over de jaren wel op dezelfde plekken gebroed. Kan echter makkelijk schakelen, ook binnen één broedseizoen.
Habitatvoorkeur	Kale tot zeer schaars begroeide zandplaten of schelpenstrandjes of gebieden met primaire duinvorming, die vrij zijn van frequente aanwezigheid van mensen en landpredatoren. Ook binnendijks (in zoute inlagen) of grootschalige nieuwe gebieden in zoete systemen zoals Marker Wadden en Trintelzand. Kan zowel in zoute als zoete gebieden broeden met ook uitwisseling binnen jaar tussen deze twee typen gebieden.
Foerageergebied broedparen	In ondiep, visrijk water binnen 5 km van de kolonie (meestal binnen 1,5 km van kolonie)
Foerageergebied jongen:	Worden gevoerd door beide ouders, aanvoer van energierijke prooisorten (kleine vis, soms ook garnalen en insecten) in de juiste lengteklasse belangrijk.

### Specifieke aandachtspunten

Verstoring door recreanten (verblijfsrecreatie die langere tijd nabij nesten plaatsvindt is heel nadelig; tevens honden op stranden). HP Avian Influenza (in 2022 forse sterfte in kolonie op onder meer Trintelzand). Inrichten van verschillende kleine locaties voor enkele tientallen paren per locatie (per locatie minstens 500-600 m<sup>2</sup>). Zandig substraat of schelpenranden en schelpenvlaktes. Schelpenlaag (of zand met veel schelpen erin) heel succesvol. Dwergstern broedt van alle kustbroedvogelsoorten op de meest open en kale delen. Indien er vegetatie begint op te komen, dan is zout opbrengen effectief. Is de vegetatie al te veel opgekomen, dan lijkt alleen een “reset” effectief (dus alles grootschalig verwijderen, incl. toplaag met wortels, en nieuw toplaag aanbrengen; feitelijk herinrichting). Maaien en afvoeren van vegetatie is voor dwergstern feitelijk niet aan de orde: zodra dat gaat opspelen is broedhabitat sowieso al niet meer geschikt. Dat geldt ook voor inzet van vee.

Voorlichting en inzet van vrijwilligers op stranden is een goed middel i.c.m. restrictieve maatregelen. Op stranden nestlocaties afzetten met linten.

## **Kluut**

### Broedbiologie

Broedperiode	begin april – eind augustus
Aantal legsels	na 1 succesvol legsel wordt gestopt, anders vervolglegels (tot 3x)
Broedduur	23-25 dagen (extremen 20-28 dagen)
Jongenperiode	35-42 dagen (beide ouders houden kleine jongen warm)
Broedzorg	Beide ouders
Broeddichtheid	semi-koloniaal tot koloniaal
Broedtrouwheid	Keren na succesvol broeden vaak terug naar locatie maar wisselen makkelijk van broedlocatie als omstandigheden om te broeden bij aankomst in broedgebied ongunstig zijn. Dit geldt ook voor vervolglegels.
Habitatvoorkeur	Kwelders en schorren, afgedamde zoute zeearmen en inlagen/kreken (vooral in Deltagebied). Ontziltende gebieden (Lauwersmeer, Volkerak), opspuitterreinen en werkeilanden. Nestplaatsen kaal of schaars begroeid tot volledig bedekt met vegetatie maar dan slechts zeer kort qua plantlengte, vaak op schelpenranden. Nabijheid van slikken (dan wel slootjes met dikke sliblaag en ondiep) is essentieel.
Foerageergebied broedparen	Meestal buiten nestterritorium maar wel in directe omgeving. Vooral gebieden met een zachte en slibrijke bodem en een waterdiepte van 1 – 15 cm.
Foerageergebied jongen:	Slikken en ondiep water met slikrijke bodem: in de eerste 3 weken tot enkele cm's diep. Jongen foerageren zelf, ouders leiden jongen naar geschikt foerageergebied, waar een voedselterritorium wordt gevestigd. Eerste 2 weken insecten van oppervlak daarna prooien in slikrijk water. In zoute gebieden in Delta broedsucces laag door ontbreken geschikte prooien (zoals vliegen en muggen) voor jongen van 0-2 weken. Dit lijkt overigens ook in Noord-Nederland zo te zijn. In zoete gebieden broedsucces wel goed, voedselaanbod lijkt beter (wordt ook in de Delta geconstateerd).

### Specifieke aandachtspunten

Voedselbeschikbaarheid voor jonge kluten is een belangrijk aandachtspunt. Droogval van het broedgebied in het broedseizoen is groot risico, meer dan voor de andere kustbroedvogelsoorten. Ook meer gevoelig voor predatie dan plevieren(jongen). Bij aanleg of inrichting van gebieden letten op voldoende oppervlakte slikrijke oeverzones om te foerageren. Waterpeil sturen met behulp van drempels dan wel stuwen, eventueel in combinatie met pomp of hevel. Nog meer dan bij de andere

kustbroedvogelsoorten is het voor kluut van belang dat beheerders in het voorjaar en begin zomer visuele inspecties doen van het waterpeil (binnendijkse gebieden). Behoud van zachte slikrijke bodems gedurende de jongenfase is cruciaal voor goed broedsucces. Let op met inzet van vee: kluten zijn gevoelig voor verstoring door vee (en vertrapping).

## **Strandplevier**

### Broedbiologie

Broedperiode	begin april – half augustus
Aantal legsels	1-2 legsels. Soort heeft complexe broedstrategieën (polyandrie en polygynie)
Broedduur	3-4 weken
Jongenperiode	4-5 weken
Broedzorg	man en vrouw, als de jongen groter zijn regelmatig man alleen
Broeddichtheid	Bij voorkeur in los kolonieverband, ook solitair
Broedtrouwheid	Broedparen weinig trouw aan gekozen locatie, vrouw kan binnen seizoen volgende broedpoging met andere man ondernemen (polyandrie). Kiezen jaarlijks meest geschikte broedplek vaak wel in omgeving (<50km).
Habitatvoorkeur	Kale tot schaars begroeide zandplaten, schelpenbanken en schelprijke hoge delen van schorren en kwelders. Nestplaats ligt boven gemiddeld hoogwater. In Deltagebied ook op dijktaaluds. Bij verdwijnen pioniervegetatie door ontwikkeling andere vegetatie verdwijnt strandplevier. Enige dekking voor jongen is gewenst.
Foerageergebied broedparen	Heeft groter oppervlak nodig dan bontbekplevier
Foerageergebied jongen:	Jongen leggen samen met adulten grote afstanden af (6 km in eerste 3 dagen na uitkomen jongen is vastgesteld).

### Specifieke aandachtspunten

Voor nestlocatie op dijken (m.n. in de Delta) geldt dat verstoring door recreanten nadelig is (een enkele fietser over de dijk wordt getolereerd maar langer durende verblijfsrecreatie nabij nesten is heel nadelig). Gemiddelde strandplevier is schuwer dan bontbekplevier. Schoonmaken van stranden ongunstig: dit haalt getijdeafzetting zoals zeewier weg, de insecten die daarin leven vormen voedselbron voor de jongen. Bij aanleg nieuwe gebieden: kale grond, al dan niet met schelpen en/of grind. Opgespoten eilanden verdient de voorkeur, afgedekt met zeer voedselarm zand (liefst ook met veel ingesloten zouten). Schelpen niet essentieel; kan wel gebruikt worden om broedvogels te sturen. In de Delta wordt ook gebroed op dijken met basaltstenen, nesten worden in de voegen gemaakt. Op regelmatige afstand moeten er hier overgangen met fijner steenmateriaal worden gemaakt om te voorkomen dat de jongen, bij het verplaatsen van broed- naar foerageergebied, in de gaten tussen de stenen vallen. Op dijktrajecten broedplaatsen afzetten (10 bij 20 m), plaatsen

borden met toelichting en recreatie aldaar beperken (liefst afsluiten). Plaatsen van nestkooien (tegen honden, vossen, meeuwen) succesvol voor strandplevier.

## **Bontbekplevier**

### Broedbiologie

Broedperiode	eind maart – eind augustus
Aantal legsels	tot 3 (max 4) legsels per jaar
Broedduur	3-4 weken
Jongenperiode	4 weken
Broedzorg	beide ouders
Broeddichtheid	solitair, soms semi koloniaal
Broedtrouwheid	Broedparen zeer trouw aan gekozen locatie
Habitatvoorkeur	Nestelt bij voorkeur in dynamische, zoute en kale of schaars begroeide kustmilieus met de nodige rust (is minder verstoringgevoelig dan strandplevier die nest al op veel grotere afstand van verstoringbron verlaat). Kan zich ook na verdwijnen pioniervegetaties nog enige tijd handhaven (door extreme plaatstrouw; zeker i.c.m. geschikt nabijgelegen foerageergebied). Broedt in de Delta veelvuldig op kale tot schaars begroeide dijktafsluitingen en stranden waar ze dankzij bescherming succesvol broeden.
Foerageergebied broedparen	Vaak verschil tussen broedlocaties en foerageergebied (tot max. 500m). Foerageren in broedterritorium, maar verdedigd ook foerageerterritorium. Vogels blijven ook na broedtijd in het gebied.
Foerageergebied jongen:	Buitendijks: insecten in vloedmerk van rottend en deels ondergestoven plantenmateriaal (wieren), ook in de schrale (zeer open) pionierzone. Binnendijks: insecten in de schrale (zeer open) pionierzone. In intergetijdengebied samen met adult(en) op slik. Jongen kunnen zich samen met adulten verplaatsen van nestlocatie naar verderop gelegen opgroeilocaties (= foerageergebied); b.v. van <i>binnendijks naar buitendijks</i> .

### Specifieke aandachtspunten

Plaatsen van nestkooien (tegen honden, vossen, meeuwen) succesvol voor bontbekplevier.

Schoonmaken van stranden ongunstig: dit haalt getijdeafzetting zoals zeewier weg, de insecten die daarin leven vormen voedselbron voor de jongen.





Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit



OBN Natuurkennis wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12.



Alle publicaties en producten van OBN Natuurkennis zijn te vinden op  
**[www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl)**

