



Geïntegreerde populatie- analyse van vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied

Hans Schekkerman
Floor Arts
Roland-Jan Buijs
Wouter Courtens
Toon van Daele
Ruben Fijn
André van Kleunen
Henk van der Jeugd
Maja Roodbergen
Eric Stienen
Lisenka de Vries
Bruno Ens

Sovon-rapport 2021/03
CAPS-rapport 2021/01



Geïntegreerde populatie-analyse van vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied

Hans Schekkerman¹, Floor Arts², Roland-Jan Buijs³,
Wouter Courtens⁴, Toon van Daele⁴, Ruben Fijn⁶,
André van Kleunen¹, Henk van der Jeugd⁵, Maja Roodbergen¹,
Eric Stienen⁴, Lisenka de Vries⁵ & Bruno Ens¹

¹ Sovon Vogelonderzoek Nederland

² Deltamilieu Projecten

³ Buijs Eco Consult

⁴ Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

⁵ Vogeltrekstation, Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW)

⁶ Bureau Waardenburg bv



LIFE IP
} Deltanatuur

Provincie
Zeeland



Dit rapport is samengesteld in opdracht van Vogelbescherming Nederland



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2021

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Vogelbescherming Nederland. De studie is onderdeel van het EU LIFE-IP Deltanatuur project “Rust voor ‘Vogels Ruimte voor Mensen in de Zuidwestelijke Delta”. In dit onderdeel werken Provincie Zeeland (tevens medefinancier), Provincie Zuid-Holland, Provincie Noord-Brabant, Het Zeeuws Landschap, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Rijkswaterstaat en Vogelbescherming samen aan introductie van het concept Rust voor Vogels, Ruimte voor Mensen in de Zuidwestelijke Delta.

Wijze van citeren: Schekkerman H., Arts F., Buijs R.-J., Courtens W., van Daele T., Fijn R., van Kleunen A., van der Jeugd H., Roodbergen M., Stienen E., de Vries L. & Ens B.J. 2021. Geïntegreerde populatie-analyse van vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied. Sovon-rapport 2021/03, CAPS-rapport 2021/01. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Foto's omslag: Hans Schekkerman

Opmaak: John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

ISSN-nummer: 2212 5027

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

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

Inhoud

Samenvatting	3
1. Inleiding	7
1.1. Aanleiding voor deze studie	7
1.2. Vraagstelling	8
1.3. Keuze van te onderzoeken soorten	8
1.4. Opbouw van dit rapport	8
2. Methodes	11
2.1. Aantalsontwikkeling	11
2.2. Reproductie	11
2.3. Overleving	12
2.4. Dispersie	14
2.5. Integratie: populatiemodellen	15
3. Kluut	17
3.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied	17
3.2. Reproductie	17
3.3. Overleving	18
3.4. Populatiemodellering	19
3.5. Conclusie	21
4. Visdief	23
4.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied	23
4.2. Reproductie	23
4.3. Overleving en dispersie	24
4.4. Populatiemodellering	26
4.5. Conclusie	28
5. Grote Stern	29
5.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied	29
5.2. Reproductie	30
5.3. Overleving	30
5.4. Populatiemodellering	32
5.5. Conclusie	34
6. Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw	35
6.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied	35
6.2. Reproductie	36
6.3. Overleving	37
6.4. Dispersie	41
6.5. Populatiemodellering	44
6.6. Conclusies	47
7. Drukfactoren voor kustbroedvogels in de Zuid-westelijke Delta	49
7.1. DPSIR systematiek	49
7.2. Bespreking DPSIR tabellen	49
7.2.1. Kluut	50
7.2.2. Visdief	50
7.2.3. Grote Stern	52
7.2.4. Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw	53

8. Conclusies en aanbevelingen	57
8.1. Inleiding	57
8.2. Belangrijkste resultaten van de analyse	57
8.2.1. Resultaten per soort	57
8.2.2. Soortoverschrijdende patronen	59
8.3. Aanbevelingen voor beleid, beheer en onderzoek	61
Literatuur	65
Bijlagen	69
Bijlage 1. Overlevingsanalyse Kluut	69
A1.1. Details overlevingsanalyse	69
A1.2. Resultaten	70
Bijlage 2. Overlevingsanalyse Visdief	72
A2.1. Details overlevingsanalyse	72
A2.2. Overlevingsschattingen	74
A2.3. Dispersie: multi-state	75
Bijlage 3. Overlevingsanalyse Grote Stern	78
A3.1. Details overlevingsanalyse	78
A3.2. Overlevingsschattingen	81
A3.3. Dispersie	83
Bijlage 4. Overlevingsanalyse Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw	84
A4.1. Details overlevingsanalyse	84
A4.2. Overleving algemeen	87
A4.3. Overleving in relatie tot foerageerhabitat	90
A4.4. Plaatstrouw in relatie tot broeden in haventerreinen	93
Bijlagen 5-9. Digitale DPSIR-tabellen	94

Samenvatting

Inleiding en opzet

Het Deltagebied in ZW-Nederland, in aansluiting met gebieden in aangrenzend België, is van groot nationaal en internationaal belang voor vogels. Samen met de Waddenzee is de Zuidwestelijke Delta verreweg de belangrijkste regio in Nederland voor 'kustbroedvogels' (Strand- en Bontbekplevier, Kluut en diverse soorten sterns en meeuwen), waaronder veel soorten van de Rode Lijst. Economische activiteit, kustverdediging en intensief recreatief gebruik veroorzaken veel druk op de natuurwaarden in de regio, maar er vinden ook allerlei voor de natuur positieve ontwikkelingen plaats. Dit alles vraagt om goede monitoring van de ontwikkeling van vogelpopulaties. Door zo'n 'vinger aan de pols' niet te beperken tot de aantallen vogels maar daarbij ook informatie te betrekken over de demografie (broedsucces en sterfte/overleving) wordt een eerste stap gezet naar het achterhalen van oorzaken van waargenomen aantalsveranderingen, wordt een vroegtijdiger signalering mogelijk van demografische veranderingen die pas met enige vertraging tot uiting komen in de aantallen, en kunnen *source*- en *sink*-situaties worden herkend.

Op initiatief van Vogelbescherming Nederland en de Provincie Zeeland is in de afgelopen jaren gewerkt aan meer inzicht in de gezondheidstoestand van populaties van kustbroedvogels in de Zuid-westelijke Delta. Dit heeft geresulteerd in een beschrijving van de vogelwaarden en belangrijkste drukfactoren (van der Winden *et al.* 2017), een overzicht van de beschikbaarheid van demografische vogelgegevens en een eerste analyse van reproductiesucces en dispersie van kustbroedvogels in de regio (Schekkerman *et al.* 2017), en een 'blauwdruk' voor demografische monitoring van kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied (Arts & Schekkerman 2019).

De hier gerapporteerde studie bouwt voort op deze ontwikkelingen, en omvat voor vijf voor de Zuidwestelijke Delta karakteristieke soorten kustbroedvogels een geïntegreerde (demografische) analyse van nu beschikbare informatie over zowel broedsucces als overleving en de aantalsontwikkeling. De onderzochte soorten zijn Kluut, Visdief, Grote Stern, Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw. De studie geeft een beeld van de huidige demografische gezondheid van hun populaties, en is ook te zien als een vingeroefening voor de periodieke analyse van de gegevens die een meer systematische demografische monitoring in de komende jaren zal gaan opleveren, ook voor de overige soorten die

daarin worden gevolgd maar niet in dit rapport besproken. De hoofd-onderdelen van deze studie zijn:

- analyses (kleur)ringgegevens uit het Zuidwestelijk Deltagebied tot schattingen van jaarlijkse overlevingskansen van jonge en volwassen vogels,
- een update van de berekeningen over reproductiesucces in de Zuidwestelijke Delta (aantal vliegvlugge jongen per broedpaar per jaar)
- integratie van deze informatie in populatiemodellen, waaruit de te verwachten populatie-ontwikkeling, de gevoeligheid hiervan voor de verschillende demografische parameters, en het bij de huidige overlevingscijfers benodigde reproductiesucces voor een stabiele populatie zijn berekend.
- voor enkele soorten een meer kwantitatieve verkenning van de mate van uitwisseling tussen deelgebieden of -populaties.

De studie is uitgevoerd door een samenwerkingsverband tussen Sovon Vogelonderzoek Nederland (Sovon), Deltamilieu Projecten, het Vogeltrekstation van het Nederlands Instituut voor Oecologie (NIOO-KNAW), het Vlaamse Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek (INBO), Buijs EcoConsult en Bureau Waardenburg. De opdracht is verleend door Vogelbescherming Nederland in het kader van het project LIFE-IP Deltanatuur, gefinancierd door de Europese Unie en met cofinanciering door de provincie Zeeland.

In hoofdstuk 2 van dit rapport worden de herkomst van de gebruikte gegevens en de analysemethoden beschreven. In hoofdstukken 3-6 worden aantalsontwikkeling, reproductie, overleving en de populatiemodellen besproken per soort (voor Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw gezamenlijk). Hoofdstuk 7 omvat een inventarisatie van druk- en stressfactoren die in het Zuidwestelijk Deltagebied inwerken op deze soorten en in hoeverre deze zijn te herkennen in de demografische gegevens, uitgevoerd volgens de systematiek van *Drivers-Pressures-Stresses-Impact-Response* (DPSIR) als hulpmiddel om systematisch(er) de drukfactoren die van invloed zijn op vogelpopulaties te kunnen beoordelen en vergelijken. In hoofdstuk 8 worden de belangrijkste bevindingen samengevat en bediscussieerd in het licht van richtingen voor beleid en beheer.

Details van de overlevingsanalyses voor de vijf soorten zijn opgenomen in Bijlagen 1-4, tabellen met een overzicht van DPSIR evaluaties per soort in de digitale Bijlagen 5-9.

Demografische analyses per soort

De integratie van demografische gegevens wijst erop dat het reproductiesucces van **Kluten** in het Zuidwestelijk Deltagebied niet in balans is met de sterfte, en dat de populatie wordt aangevuld door immigranten van elders. De overlevingsschatting voor volwassen Kluten is iets lager dan verwacht, maar het reproductiesucces is geringer dan in sommige buitenlandse studies, en zou bijna vier maal zo hoog moeten liggen om een stabiele populatie te verkrijgen. Een te laag reproductiesucces is dus het belangrijkste demografische ‘probleem’ van Kluten in het Deltagebied. Waar de vermoede immigranten vandaan komen is op basis van de beschikbare gegevens niet duidelijk, maar er zijn verschillende waarnemingen van in Frankrijk geringde Kluten die in het Deltagebied tot broeden kwamen. Een kanttekening bij deze soort is dat de overlevingsschatting onnauwkeurig is doordat met name sinds de eeuwwisseling in het Deltagebied nauwelijks meer Kluten zijn geringd. Hernieuwen van de ringinspanning is nodig om ook in de toekomst de demografische gezondheid van de populatie te kunnen evalueren.

De beschikbare informatie geeft aan dat de populatie van **Visdief** in het Zuidwestelijk Deltagebied in de afgelopen 10 jaar demografisch gezien vrijwel in balans was. De op basis van de demografie voorspelde populatieontwikkeling komt ook goed overeen met de waargenomen trend, zodat er geen aanleiding is te veronderstellen dat er substantiële netto immigratie of emigratie optrad in deze periode. Dit is in belangrijke mate te danken aan de schatting van de overleving van adulte Visdieven, die iets hoger uitvalt dan in studies elders. Dit kleine verschil heeft echter een relatief groot effect op de verwachte populatieontwikkeling. Het gemiddelde broedsucces in de Delta is daardoor weliswaar voldoende om de sterfte te compenseren, maar is in vergelijking met andere studies laag. Dit voorkomt dat de populatie een verdere groei doormaakt of een netto exporteur kan zijn van jonge vogels, die zich elders in Nederland of in het buitenland kunnen vestigen.

De populatie van **Grote Stern** in het Zuidwestelijk Deltagebied was in het afgelopen decennium demografisch gezien vrijwel in balans, maar ook bij deze soort is er momenteel geen marge voor eigen groei of netto export van jonge vogels naar andere populaties. De in vergelijking met (schaarse) schattingen in de literatuur tamelijk hoge adulte overleving is hieronder een belangrijke pijler, aangezien het gemiddelde broedsucces in vergelijking met andere studies laag is. De op basis van de demografie voorspelde (stabiele) populatietrend was iets gunstiger dan de recente ontwikkeling in de broedaantallen.

Deze vertoonden grote schommelingen met gemiddeld een daling van 3% per jaar. De fluctuaties zijn deels te verklaren door uitwisseling van broedvogels met kolonies in België en Noord-Nederland, maar daarnaast is onduidelijk welk aandeel van de volwassen Grote Sterns jaarlijks tot broeden komt. De huidige demografische toestand van de populatie Grote Sterns in het Deltagebied is ongunstiger dan in de jaren 1990, toen een hoger broedsucces een gestage populatiegroei mogelijk maakte.

De modellering voor **Zilvermeeuw** en **Kleine Mantelmeeuw** had een wat andere focus dan die bij de andere soorten in dit rapport, omdat er op dit moment nog onvoldoende kennis is over de reproductie voor een goed inzicht in de demografische balans. De wel beschikbare gegevens zijn vermoedelijk niet representatief voor de populaties in het Zuidwestelijk Deltagebied, doordat de grote kolonies in industrie- en haventerreinen hierin zijn ondervertegenwoordigd. Inmiddels is een begin gemaakt met het meten van broedsucces in de grote kolonies, en vooruitlopend op de resultaten daarvan is met het populatiemodel berekend welke reproductiewaarde nodig is voor een stabiele populatie, gegeven in dit project gemaakte schattingen van de overleving. Dit is gemiddeld ca. 1.1 vliegvlugge jongen per broedpaar voor de Zilvermeeuw en ca. 0.75 vvj/bp voor de Kleine Mantelmeeuw. De gemiddelde overlevingscijfers voor adulte grote meeuwen van beide soorten komen goed overeen met schattingen uit buitenlandse studies. Dat lijkt voor de Zilvermeeuw ook te gelden voor eerstejaars en subadulte vogels, voor Kleine Mantelmeeuw is daarvoor geen vergelijkingsmateriaal voorhanden. De ringanalyse indiceert echter wel dat de overleving bij beide soorten in de afgelopen 10 jaar is gedaald. Deze afname was bij juveniele en adulte Kleine Mantelmeeuwen sterker en bij subadulte juist minder sterk dan bij even oude Zilvermeeuwen.

Conclusies demografie

Voor drie (Kluut, Visdief, Grote Stern) tot vier (Zilvermeeuw) van de vijf onderzochte soorten is een laag broedsucces het belangrijkste demografische knelpunt voor de populatieontwikkeling in de Delta. Bij Kluut en de sterns zien we geen concrete aanwijzingen voor problemen met de overleving, maar het broedsucces is laag in vergelijking met andere (veelal buitenlandse) studies, en bij de Kluut gemiddeld ruim onvoldoende en bij Visdief en Grote Stern maar net voldoende om de eigen sterfte te compenseren. Het lage broedsucces bij Kluut en Visdief wordt vooral geweten aan een hoge predatiedruk, die interacteert met andere drukfactoren zoals lage na-

tuurlijke dynamiek (die leidt tot vegetatiesuccessie) en droogteperiodes. Aan de andere kant spelen in de noordelijke deltawateren soms ook problemen met overspoeling van legfels door peilverhoging bij hoge waterafvoer door de grote rivieren.

Voor de twee grote meeuwensoorten is over primaire knelpunten in de populatieontwikkeling nog geen duidelijke uitspraak mogelijk totdat meer reproductiegegevens voorhanden zijn, maar we hebben nu wel overlevingsschattingen waarmee die dan ook zijn te duiden. Hoewel de huidige overlevingscijfers nog niet ongunstig afsteken bij gegevens uit studies elders vormen de door de ringanalyse geïndiceerde afnames wel een duidelijk aandachtspunt. De oorzaken ervan zijn nog ongewis, maar mogelijk spelen beperkingen in het voedselaanbod een rol: afname van discards in de visserij, verminderde beschikbaarheid van bodemfauna in graslandgebieden door droogte, en afsluiting van vuilnisbelten. In de grote haven- en industriegebieden staan meeuwenkolonies onder grote druk door ontwikkeling van terreinen en actieve bestrijding. Deze leiden tot gedwongen verhuizingen (dispersie) die de druk vergroten op de alternatieve broedplaatsen in stedelijk gebied, met overlast voor menselijke bewoners als gevolg, en op broedlocaties van andere soorten kustbroedvogels in de hele Delta, waar predatie en verdringing optreden. Adequaate beheer van de grote meeuwenkolonies is dus van belang voor alle soorten kustbroedvogels in het Deltagebied.

Drukfactoren en beheer

Het Zuidwestelijk Deltagebied wordt gekenmerkt door een grote en veel omvattende druk op de ruimte, voor wonen, industrie, havens en transport, energiewinning, intensieve landbouw, visserij en schepdierkweek, recreatie op land en water, kustveiligheid en natuur(ontwikkeling). Door deze druk wordt het voor kustbroedvogels in de Zuidwestelijke Delta steeds moeilijker om geschikte (nieuwe of vervangende) vestigingsplaatsen te vinden om zich voort te planten, behalve waar die bewust worden ontwikkeld of aangelegd.

In de DIPSR-analyse in hst 7 is een grote diversiteit aan drukfactoren geïdentificeerd die invloed uitoefenen op de onderzochte vogelsoorten. Drie (hoofdgroepen van) drukfactoren spelen bij alle vijf soorten

een rol, zij het met deels verschillende werkingsmechanismen:

- Vegetatiesuccessie op broedplaatsen, met name in gebieden met weinig natuurlijke dynamiek (binnendijks en afgesloten zeearmen) en zoet water, leidt tot afnemend broedsucces en uiteindelijk verlating van broedplaatsen (door grote meeuwen in een later stadium dan door Kluut en sterns).
- Toenemende predatiedruk door toename van grondpredatoren (w.o. Vos), maar ook van grote meeuwen verdreven uit broedgebieden elders.
- Aspecten van klimaatverandering, waaronder uitdrogen van broedplaatsen en foerageergebieden, maar ook peilfluctuaties door pieken in rivierafvoer na extreme neerslag, en frequentere zomerstormen.

Bij de uitwerking van deze en andere drukfactoren spelen ook veel onderlinge interacties.

Beleid en beheer gericht op kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied zal zich met prioriteit moeten richten (en doet dat veelal ook al) op het verhogen van het reproductiesucces, door het verminderen van (de impact van) deze drukfactoren. De opgave is het beschikbaar houden van voldoende oppervlak aan geschikt broedgebied in een vroeg stadium van de successie (door actief vegetatiebeheer, periodieke *resets* of ontwikkeling van nieuwe locaties), met beperkte toegang voor predatoren (eilanden, ringsloten, afrasteringen, actief predatorenbeheer), en veilig voor overspoeling. De mogelijkheid tot, en aandacht voor, een adequaat beheer van waterpeilen is van belang voor het omgaan met alle drie aspecten, zowel lokaal (voorkomen van uitdrogen van inlagen) als op grote schaal (inspelen op rivierafvoer in de noordelijke deltawateren).

Twee andere ontwikkelingen die nu of in de toekomst op meerdere soorten impact hebben of zullen krijgen zijn de groei in recreatiedruk en windenergie winning, vooral op zee. Bij recreatie ligt de sleutel in het rustig houden van broed- en foerageerterrein door het instellen en handhaven van zoning. De effecten van windenergie winning op kustbroedvogelpopulaties lijken nu nog tamelijk beperkt, maar betreffen in potentie de sterfte/overleving van vol-groeide van kustbroedvogels, een demografische variabele die hun populatie-ontwikkeling sterk kan beïnvloeden.

1. Inleiding

1.1. Aanleiding voor deze studie

Het Deltagebied in ZW-Nederland, in aansluiting met gebieden in aangrenzend België, is van groot nationaal en internationaal belang voor vogels, zowel doortrekkers en overwinteraars als broedvogels. Samen met de Waddenzee is de Zuidwestelijke Delta verreweg de belangrijkste regio in Nederland voor 'kustbroedvogels': Strand- en Bontbekplevier, Kluut en diverse soorten sterns en meeuwen. Onder deze groep zijn veel Rode Lijst-soorten. Het Deltagebied kent veel beschermde natuurgebieden; een groot deel hiervan is Natura 2000 gebied. Als grote rivierdelta vormt de regio echter ook een belangrijke economische ader en dit veroorzaakt druk op de natuurwaarden. Ook de nasleep van de afsluiting van voormalige zeearmen en nieuwe maatregelen tegen overstroming spelen de natuur in de Delta parten, en intensief recreatief gebruik levert verstoringdruk op. Er vinden echter ook voor de natuur positieve ontwikkelingen plaats, onder meer in de vorm van natuurontwikkelingsprojecten, waaronder groot-schalige zoals op Schouwen, langs de Westerschelde en in het Haringvliet-Hollands Diep.

Dit alles vraagt om een min of meer continue monitoring van de ontwikkeling van vogelpopulaties. Er zijn goede redenen om zo'n 'vinger aan de pols' niet te beperken tot de aantallen vogels of broedparen maar daarbij ook informatie te betrekken over broedsucces en sterfte/overleving. Een dergelijke 'demografische' of 'geïntegreerde' analyse (afkorting IPM / IPA, van *Integrated Population Monitoring of - Analysis*) is een eerste stap naar het achterhalen van oorzaken van waargenomen aantalsveranderingen. De *demografische* oorzaak 'bakent het zoekgebied af' voor het identificeren van de onderliggende *ecologische* oorzaak. Als bijvoorbeeld een achterblijvend broedsucces de belangrijkste sturende factor is achter een afname, moeten de onderliggende drukfactoren waarschijnlijk eerder worden gezocht in de broedtijd (en in de broedgebieden) dan als de afname vooral wordt gestuurd door een lage overleving. Daarnaast maakt demografische monitoring een vroegtijdiger signalering mogelijk van veranderingen die pas met enige vertraging tot uiting komen in de aantallen, zoals bij lang levende vogelsoorten het geval is met een dalend broedsucces. Een derde reden is dat demografische monitoring de mogelijkheid biedt om *source*- en *sink*-situaties te herkennen. In 'bronpopulaties' worden structureel meer jongen geproduceerd dan nodig is om de sterfte te compenseren, en deze bronnen kunnen daardoor via dispersie andere deelpopulaties versterken. 'Putten'

produceren juist structureel minder jongen dan nodig en leveren dus geen, of zelfs een negatieve bijdrage aan de populatiegroei, ook al herbergen ze soms significante aantallen broedparen.

Op initiatief van Vogelbescherming Nederland (VBN) en de Provincie Zeeland is in de afgelopen jaren gewerkt aan meer inzicht in de 'gezondheidstoestand' van populaties van kustbroedvogels in de Zuidwestelijke Delta. Van der Winden *et al.* (2017) beschreven aantallen en populatietrends van karakteristieke vogelsoorten in het Deltagebied en de drukfactoren en bedreigingen die hier spelen. Schekkerman *et al.* (2017) gaven een overzicht van de beschikbaarheid van demografische vogelgegevens uit het Deltagebied, alsmede een analyse van de gegevens over reproductiesucces van 13 soorten kustbroedvogels en van uitwisseling (dispersie) tussen (deel)populaties in de Delta. Verder is door Arts & Schekkerman (2019) een 'Blauwdruk' ontwikkeld voor demografische monitoring van kustbroedvogels in het Deltagebied. Deze monitoring krijgt nu praktische vorm met voor een deel van de betrokken soorten ondersteuning vanuit de Kaderrichtlijn Water.

De hier gerapporteerde studie bouwt voort op deze ontwikkelingen, en omvat voor vijf voor de Zuidwestelijke Delta karakteristieke kustbroedvogels een geïntegreerde analyse van nu beschikbare data over zowel broedsucces als overleving als de aantalsontwikkeling. Het geeft daarmee een beeld van de 'gezondheid' van deze populaties aan het begin van de beoogde demografische monitoringreeks, en is ook te zien als een vingeroefening voor de periodieke analyse van de gegevens die deze monitoring in de komende jaren gaat opleveren. In de Blauwdruk is voorgesteld zo'n volledige geïntegreerde analyse eens per zes jaar uit te voeren.

De hoofdbestanddelen van deze studie zijn (a) het completeren van de in Schekkerman *et al.* (2017) gemaakte analyse van broedsucces met een analyse van jaarlijkse overlevingskansen op basis van (kleur)ringgegevens, en (b) integratie van deze twee stukken demografische informatie in populatiemodellen. Daarnaast wordt getracht (c) voor enkele soorten ook de mate van uitwisseling tussen deelpopulaties nader te kwantificeren. De studie is uitgevoerd door een samenwerkingsverband tussen Sovon Vogelonderzoek Nederland (Sovon), Deltamilieu Projecten, het Vogeltrekstation van het Nederlands Instituut voor Oecologie (NIOO-KNAW), het Vlaamse Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek

(INBO), Buijs EcoConsult en Bureau Waardenburg. De opdracht is verleend door Vogelbescherming Nederland in het kader van het project LIFE-IP Deltanatuur, gefinancierd door de Europese Unie.

1.2. Vraagstelling

Het onderzoek heeft tot doel om meer inzicht te krijgen in de demografische gezondheid van populaties van enkele soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied. Eigenschappen van een ‘demografisch gezonde’ populatie zijn:

1. Reproductie en sterfte zijn in balans of er is een netto reproductie-overschot, zodat de populatie op eigen kracht (d.w.z. zonder netto immigratie van individuen uit andere populaties) in grootte stabiel kan zijn of toenemen. Meestal betekent dit dat reproductie en overleving niet op een lager niveau liggen dan in (stabiele) populaties van dezelfde soort elders.
2. De populatie maakt deel uit van een netwerk van populaties via uitwisseling (dispersie) van individuen. Zo’n netwerk kan een ‘buffer’ vormen bij lokale catastrofes zoals tijdelijke pieken in sterfte of perioden met geringe reproductie.

Hoofddoelen van het onderzoek zijn:

- a. Verifiëren of voor kustbroedvogelpopulaties in het Zuidwestelijk Deltagebied wordt voldaan aan criterium 1 hierboven;
- b. Indien dit niet het geval is, identificeren of het demografische probleem zit in de reproductie of de overleving;

Nevendoel is:

- c. Kwantificeren van de mate van uitwisseling tussen deelpopulaties binnen het Zuidwestelijk Deltagebied en met populaties elders in Nederland of Europa (criterium 2 hierboven)

En voor Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw, waarvoor op dit moment nog onvoldoende gegevens over reproductie voorhanden zijn om doel 1 te kunnen evalueren:

- d. Kwantificeren welk niveau (aantal vliegvlugge jongen per broedpaar) de reproductie moet hebben om de sterfte van volgroeide vogels te compenseren en de populatie stabiel te doen zijn, om aan de hand hiervan toekomstige metingen aan het reproductiesucces te kunnen duiden.

1.3. Keuze van te onderzoeken soorten

In een studie die is te beschouwen als een voorstudie voor de huidige concludeerden Schekkerman *et al.* (2017) dat er uit het Zuidwestelijk Deltagebied voor 9-12 vogelsoorten waarschijnlijk voldoende demografische gegevens voorhanden zijn om een

geïntegreerde demografische analyse mogelijk te maken. De huidige studie is echter beperkt tot enkele soorten karakteristieke kustbroedvogels waarvoor het Deltagebied van groot belang is voor de nationale (en vaak ook internationale) populaties. Mede om die reden zijn het soorten die bijzondere aandacht krijgen in beleid en beheer in deze regio. Dit geldt in het bijzonder voor Kluut, Visdief en Grote Stern. Deze soorten representeren wat betreft hun foerageergebied ook verschillende karakteristieke kusthabitats: respectievelijk ondiep binnendijks water en buitendijks intergetijdengebied, zoute en zoete (voormalige) zeearmen en de Voordelta, en de Voordelta en kustzone tot verder op de Noordzee.

Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw werden door Schekkerman *et al.* (2017) niet als ‘kansrijke’ soorten voor een geïntegreerde analyse aangemerkt vanwege het ontbreken van goede gegevens over reproductie in het Zuidwestelijk Deltagebied, maar er is wel een grote hoeveelheid data voorhanden over hun overleving en dispersie. Rondom deze twee soorten spelen in de regio belangrijke beheerissues: rond grote broedkolonies op industrieterreinen, en kleinere maar groeiende vestigingen in natuurgebieden, met risico’s van predatie op andere broedvogelsoorten aldaar. Vooruitlopend op het opstarten van reproductie monitoring aan deze twee grote meeuwen (in het kader van de ‘Blauwdruk’ en de EU-Kaderrichtlijn Marien) is het zinvol om de bestaande overlevings en dispersiegegevens alvast te analyseren. Dit legt een basis voor de beoordeling van toekomstige gegevens over broedsucces, en kwantitatieve gegevens over dispersie zullen bruikbaar zijn bij afwegingen over effecten van verstoring/verplaatsing van bestaande kolonies.

1.4. Opbouw van dit rapport

Na deze inleiding worden in hoofdstuk 2 van dit rapport de herkomst van de gebruikte gegevens en de gebruikte analysemethoden globaal beschreven, voor zover het gaat om aspecten die bij alle vijf de onderzoeksoorten aan bod komen. In hoofdstukken 3-6 komen de afzonderlijke soorten aan bod, waarbij Zilvermeeuw en Grote Mantelmeeuw samen worden geanalyseerd en besproken vanwege de grote overeenkomsten in de dataverzameling en hun *life history*.

De soorthoofdstukken starten met een korte beschrijving van de aantalsontwikkeling en verspreiding in het Zuidwestelijk Deltagebied, gevolgd door een paragraaf over broedsucces waarin de beschikbare gegevens sinds eind jaren ’90 van de vorige eeuw worden samengevat. Het onderdeel

van deze studie waarin de meeste tijd is gaan zitten is de uitwerking van ringgegevens tot schattingen van jaarlijkse overlevingskansen, en waar mogelijk, inzichten over dispersie. Dit is ook het meest 'technische' onderdeel, met voor de gemiddelde lezer niet zo gemakkelijk te begrijpen statistische aspecten. Om die reden zijn de gedetailleerde beschrijvingen van deze analyses uit de hoofdtekst gelaten maar opgenomen in Bijlagen (1-4), en bevatten de paragrafen 'overleving' in de soorthoofdstukken een meer beknopte beschrijving van de aanpak en de belangrijkste resultaten. In deze paragrafen vindt wel de duiding van de resultaten plaats en een vergelijking met resultaten uit andere overlevingsstudies aan de betreffende soort. In de daarop volgende paragraaf vindt de integratie van de demografische gegevens met een populatiemodel plaats. Aan bod komen de modelparametrisatie, voorspelde populatiegroeisnelheid en de gevoeligheid daarvan voor de verschillende demografische parameters. De soorthoofdstukken

besluiten met conclusies over de demografische gezondheid van de populatie in het Deltagebied. (Bij de twee grote meeuwen ligt het accent meer op het voor een stabiele populatie benodigde broedsucces dan op de demografische gezondheid.)

Hoofdstuk 7 gaat in op drukfactoren voor kustbroedvogels in de Zuidwestelijke Delta. Dit gebeurt aan de hand van de zgn. DPSIR-systematiek. Het hoofdresultaat van deze exercitie is een set tabellen waarin wordt aangegeven welke drukfactoren van belang zijn voor de betreffende soort in de Zuidwestelijke Delta. De tekst van het hoofdstuk is een beknopte samenvatting/opsomming van deze drukfactoren en hun impact op de populaties.

Na de literatuurlijst volgen als Bijlagen de detailbeschrijvingen van de overlevingsanalyses (Bijlagen 1-4). De DPSIR-tabellen zijn te raadplegen als digitale Bijlagen 5-9 (zie pagina 94).

2. Methodes

2.1. Aantalsontwikkeling

De aantalsontwikkeling van de onderzochte soorten in de Zuidwestelijke Delta is geschetst aan de hand van gegevens uit het deelprogramma 'kustbroedvogels Delta' uit het biologisch monitoringprogramma van de Rijkswateren, uitgevoerd in het kader van MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands). Deze nagenoeg regio dekkende tellingen zijn gestart in 1979. De tellingen worden hoofdzakelijk uitgevoerd door medewerkers van Deltamilieu Projecten (DMP), in samenwerking met terreinbeherende organisaties, ambtelijke diensten en vrijwilligers.

Voor een gedetailleerde bespreking van de gebruikte inventarisatie-methoden zie Meininger *et al.* (1999) en Lilipaly *et al.* (2020). Er wordt gestreefd naar het jaarlijks vaststellen van de omvang van de gehele broedpopulaties van kustbroedvogels, waar mogelijk rekening houdend met opeenvolgende broedpogingen in verschillende gebieden (bijvoorbeeld bij Dwergstern en Kluut). Dit gebeurt door bij de uitwerking vooral tellingen uit een soortspecifieke voorkeursperiode mee te wegen. Tabellen met voorlopige aantallen worden in de nazomer naar de vrijwilligers en terreinbeherende organisaties verstuurd met de vraag om deze aan te vullen.

Na definitieve vaststelling worden de resultaten opgenomen in een database, en jaarlijks naar Sovon verzonden voor verwerking in de landelijke database en het Netwerk Ecologische Monitoring. Berekening van trends en jaarindexen in het NEM gebeurt met het programma TRIM (Pannekoek & van Strien 2005).

2.2. Reproductie

De gebruikte gegevens over reproductie zijn grotendeels dezelfde als in Schekkerman *et al.* (2017), maar aangevuld met cijfers over de meest recente jaren (2017-2019). Hier volgt een samenvatting van de methoden van gegevensverzameling en van de analyse. Deze laatste verschilt in details van de analyse in Schekkerman *et al.* (2017).

Gegevensverzameling

Het overgrote deel van de over de jaren samengebrachte gegevens over broedsucces is verzameld door achtereenvolgens de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat (later RIKZ) en DMP. Hierbij is een semi-kwantitatieve methode (aangeduid als de 'ex-

Tabel 2.1. Gehanteerde klasse-indeling bij het omschrijven van het broedsucces per kolonie van kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied met de 'extensieve methode'.

klasse	aantal vliegvlugge jongen per paar	waarde gebruikt in analyse
?	Onbekend	-
0	0	0.00
A	<0.1	0.05
B	0.1-0.5	0.30
C	0.5-1.0	0.75
D	>1.0	1.25

tensieve methode') gehanteerd die zonder veel extra inspanning is uit te voeren in combinatie met de monitoring van aantallen broedvogels. Daarnaast zijn in sommige locaties en jaren gegevens verzameld met intensievere meetmethoden in het kader van specifieke studies, o.a. aan Visdieven en Grote Sterns.

Bij de 'extensieve methode' wordt door middel van globale waarnemingen (bezette vs. verlaten nesten, aanwezigheid van levende of dode kuikens, en vooral aantallen bijna vliegvlugge jongen) per kolonie en per soort een inschatting gemaakt van aantal vliegvlugge jongen per broedpaar (vvj/bp), uitgedrukt in vier klassen A-D (tabel 2.1). Bij kolonievogels wordt tijdens de telling van het aantal broedparen geschat wanneer de eerste grotere jongen verwacht kunnen worden. Dan vindt een uitgebreid bezoek aan de kolonie plaats. In meeuwenkolonies worden de jongen bij het doorlopen langzaam naar de randen gedreven. Vaak verzamelen ze zich dan in één of meer groepen, die dan relatief eenvoudig kunnen worden geteld. Vaak verstopt ook een deel van de jongen zich in de vegetatie en is het nodig om deze te doorzoeken. Bij Grote Sterns is het vaak mogelijk om het aantal grote jongen in een 'crèche' te tellen. Bij Visdief en Kluut wordt het aantal jongen vanaf enige afstand geschat met behulp van een verrekijker of telescoop, veelal onafhankelijk door meerdere waarnemers (Lilipaly *et al.* 2019). De op deze wijze verkregen schattingen zijn verre van exact maar hebben als voordeel dat ze in een groot aantal gebieden worden verzameld, doorgaans in alle belangrijkere broedlocaties in de Delta. Soms is op basis van de waarnemingen een nauwkeuriger inschatting van het broedsucces gemaakt dan in een van de vier klassen A-D. Dit kwam vooral voor wanneer duidelijk was dat broedsucces compleet afwezig was (opgave: 0 vvj/bp), maar ook wel in andere gevallen (bv. '0.8' in plaats van 'C 0,5-1').

In intensievere studies aan Grote Stern en Visdief (bv. Fijn *et al.* 2018 voor het meest recente overzicht met resultaten) zijn in een aantal locaties en jaren legselgrootte, uitkomstsucces en/of uitvlieg succes gemeten in een of meer zogenaamde *enclosures*: met gaas omgeven delen van de kolonie waarin enkele tientallen nesten liggen, en waaruit de jonge vogels niet kunnen weglopen. Tijdens op zijn minst wekelijkse controles is de inhoud van de genummerde nesten genoteerd, zijn uitgekomen jongen geringd en bij elk vervolfbezoek gemeten en gewogen, en zijn dode jongen genoteerd en verwijderd. In vergelijking met de extensieve methode geven deze metingen nauwkeuriger schattingen van het broedsucces en meer informatie over wanneer in het broedproces verliezen optreden. Een bron van onzekerheid is soms de representativiteit van het broedsucces in de steekproef voor dat in de kolonie als geheel. Uit sommige kolonies en jaren was er zowel een -schatting met de extensieve methode voorhanden als een meting in een enclosure. Beide zijn dan als afzonderlijke gegevens opgenomen in de geanalyseerde dataset.

Analyse

Als maat voor reproductiesucces is steeds het aantal vliegvlugge jongen per broedpaar gebruikt. In de analyse is gekeken naar de volgende aspecten:

- gemiddelde berekend over alle locaties, over de gehele meetperiode en in de meest recente 10 jaar,
- ontwikkeling (trend) in de tijd, berekend over alle beschikbare meetjaren in het gehele Zuidwestelijk Deltagebied,
- verschillen tussen deelregio's, op basis van gemiddelden over de meest recente 10 jaren.

Omdat bij de berekening van gemiddelden en trends niet rechtstreeks kon worden gewerkt met de klasse-aanduidingen uit de 'extensieve methode' is voor elke klasse een vaste (gemiddelde) waarde gehanteerd (tabel 2.1). Om uit de wat betreft aantallen broedparen per locatie en meetmethode gemiddelde gegevens representatieve gemiddelden en trends te berekenen zijn de gegevens per locatie en jaar gewogen naar 'kwaliteit' en steekproefgrootte:

weegfactor = kwaliteitsscore × aantal broedparen in kolonie/gebied.

De kwaliteitsscore (0,5, 1, of 2) reflecteert daarbij de met de meetmethode samenhangende nauwkeurigheid van de schatting, terwijl de koloniegrootte weerspiegelt welk aandeel van de Delta-populatie de

schatting representeert. Door dit laatste benadert het berekende gemiddelde het gemiddelde broedsucces zoals dat zou worden berekend bij meting aan alle individuen in de populatie. Klasse-indicaties van het broedsucces met de 'extensieve methode' zijn beschouwd als het minst nauwkeurig en kregen een kwaliteitsscore 0,5. Waar op basis van de extensieve methode toch een nauwkeuriger schatting werd opgegeven (bv. '0,8' in plaats van 'klasse 0,5-1') is deze gebruikt in de analyses, met een kwaliteitsscore van 1. Alleen bij een opgave van 0 vvj/bp is toch een score 0,5 aangehouden om te voorkomen dat deze relatief eenvoudig vast te stellen nulwaarden een groter gewicht krijgen dan andere extensieve schattingen. Kwaliteitsscore 2 is toegekend aan metingen van broedsucces in enclosures. Omdat de variatie in aantal broedparen per locatie (koloniegrootte) aanzienlijk groter was dan de spreiding van de kwaliteitsscores (een factor 4) heeft de koloniegrootte in de praktijk meer invloed op de weging dan de kwaliteitsscore. Een intensief onderzochte kolonie van 50 paren krijgt bijvoorbeeld gewicht $2 \times 50 = 100$, een minder nauwkeurig gemeten kolonie van 500 paren $0,5 \times 500 = 250$.

Op basis van de gewogen gegevens zijn gemiddelden en trends berekend met een gegeneraliseerd lineair model (GLM) met logaritmische linkfunctie en semi-Poisson verdeelde variantie met een uit de data geschatte dispersiefactor¹. Voor de langjarige trend is hierbij de tijd toegevoegd als lineaire term, voor het berekenen van gemiddelden per jaar als factor. De standaardfouten en betrouwbaarheidsintervallen voortkomend uit deze analyse geven een wat rooskleurig beeld van de nauwkeurigheid, doordat zij geen rekening houden met de variatie binnen de opgegeven klassen bij de 'extensieve' methode (tabel 2.1). Op de gemiddelden en trends zelf heeft dit echter nauwelijks invloed.

2.3. Overleving

Achtergrond van overlevingsschattingen

Schattingen van jaarlijkse sterf- of overlevingskansen zijn afgeleid uit gegevens van met behulp van ringen individueel herkenbaar gemaakte vogels. Dat kunnen genummerde metalen ringen zijn (uitgegeven door het Vogeltrekstation of het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen), of kleurringen met op afstand afleesbare individuele coderingen. Metalen ringen leveren in het algemeen vooral terugmeldingen op doordat gestorven vogels

¹ Anders dan in Schekkerman *et al.* (2017) is hierbij geen factor 'deelregio' in het model opgenomen. Door dat wel te doen gaan gegevens uit verschillende deelregio's even zwaar meewegen in het resultaat, ongeacht de (soms sterk tussen deelregio's verschillende) aantallen aanwezige broedparen. De nu toegepaste aanpak geeft dus een beter gewogen beeld van het gemiddelde broedsucces van de Deltapopulatie als geheel.

worden gevonden door mensen en gemeld aan een ringcentrale, of doordat levende vogels worden teruggevangen door een ringer. Ze worden ook wel eens afgelezen bij een levende vogel in het veld, maar veel minder vaak dan kleurringen, die speciaal met dat oogmerk worden aangelegd.

Zowel meldingen van dode als van levende vogels geven informatie over het verloop van de sterfte (en het complement daarvan, de overleving) in de tijd, maar elk op een andere manier (bv. Lebreton 2001, Williams *et al.* 2002). Een belangrijk verschil is dat de ‘overleving’ berekend op basis van aflezingen of terugvangsten van levende vogels feitelijk een combinatie is van (‘echte’) overleving en plaatstrouw aan (terugkeer naar) het studiegebied. Om na verloop van tijd te worden teruggezien of gevangen moet een vogel immers niet alleen overleven maar ook op een plek verblijven waar waarnemers actief zijn, wat vaak betekent: het studiegebied waar de vogels zijn geringd. Vogels die (permanent) naar elders verhuizen zijn dan dus niet te onderscheiden van gestorven dieren. Hierom wordt de resulterende schatting meestal ‘schijnbare’ of ‘lokale overleving’ genoemd (in de literatuur aangeduid als φ , *phi*). Bij soorten die trouw zijn aan een eenmaal gekozen broedgebied kan bij adulte vogels φ dicht bij de werkelijke overleving (aangeduid met S , *survival*) liggen, maar φ voor eerstejaars is bijna altijd een mix van overleving en onvolledige trouw aan het geboortegebied, en dus kleiner dan S . Overlevingsschattingen op basis van doodmeldingen verschillen hiervan doordat dode geringde vogels kunnen worden gevonden en gemeld door een breed publiek en daardoor niet zijn beperkt tot de ringlocaties, zodat ze beter de werkelijke overleving S weerspiegelen. Bij sommige soorten, zoals bijvoorbeeld grote meeuwen, worden ook veel individuen levend afgelezen buiten de ringlocaties. In dat geval mag verwacht worden dat de lokale overleving dicht bij de werkelijke overleving zal liggen, als alle waarnemingen worden meegenomen.

Bij beide informatiebronnen (doodvondsten of aflezingen) is de kans dat een vogel wordt gemeld het product van de overlevingskans (S of φ) en de kans dat een gestorven vogel wordt gevonden en de ring gemeld aan een ringcentrale (r), respectievelijk dat een nog in leven zijnde vogel wordt waargenomen of teruggevangen en de (kleur)ring afgelezen (p). Met moderne analysetechnieken kunnen op basis van het verloop van meldingen in de tijd deze meldkansen worden onderscheiden van de overlevingskans (o.a. Lebreton 2001, Williams *et al.* 2002). Het is ook mogelijk de informatie uit meldingen van dode en levende vogels te combineren in één analyse. Dan dragen zowel doodmeldingen als aflezingen bij aan de schatting van de werkelijke overleving S , doordat

een extra parameter wordt geschat die de plaats-trouw aan het studiegebied beschrijft (F , *fidelity*). Dat kan doordat φ en S zich verhouden als $\varphi = S \times F$ (Burnham 1993).

Tot slot kunnen levende terugmeldingen ook worden geanalyseerd met behulp van een *multi-state model* (Hestbeck *et al.* 1991, Brownie *et al.* 1993). Met een dergelijk model kan naast de overlevings- en waarnemkansen in verschillende strata (*states*: gebieden of gedragstoestanden) ook de frequentie van uitwisseling daartussen worden bepaald. Dit model is vooral gebruikt voor het kwantificeren van dispersie (zie §2.4).

Analyses

De overlevingsanalyses in deze studie zijn uitgevoerd met het programma MARK (White & Burnham 1999), in de meeste gevallen via de interface RMark (Laake 2013) in het statistische pakket R (R Core Team 2017). De keuze voor analyse op basis van doodmeldingen (Kluut), aflezingen/terugvangsten (Visdief) of beide (Grote Stern, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw) is daarbij gemaakt aan de hand van de beschikbaarheid van gegevens voor de betreffende soort. Voor schattingen op basis van doodmeldingen is in (R)MARK het *dead recoveries model* met Seber-parametrisatie gebruikt (Seber 1970), voor schattingen op basis van aflezingen varianten van het Cormack-Jolly-Seber model (CJS; Cormack 1964 e.a.), en voor gecombineerde analyses het Burnham model (Burnham 1993).

In de analyses zijn steeds verschillende modelvarianten aangepast aan de gegevens, waarin de overlevingskans (φ/S), de meldkans (p/r) en eventueel de plaatstrouw (F) op verschillende manieren (al of niet) samenhangen met variabelen zoals leeftijd, geslacht, gebied, en de tijd (elk jaar anders, een lineaire trend, gemiddelden per meerjarige periode, of één gemiddelde over de gehele onderzoeksperiode). Onderlinge vergelijking en selectie van de ‘beste’ modellen is daarbij uitgevoerd aan de hand van het *Akaike’s informatiecriterium* (AIC), aangepast voor kleine datasets en mogelijke overdispersie in de gegevens (QAICc; zie Cooch & White 2016). De modelselectie volgt het principe dat een eenvoudiger model de voorkeur heeft zo lang het de data niet duidelijk minder goed beschrijft dan een ingewikkelder model, waarbij een verschil van $\Delta\text{QAICc}=2$ is gebruikt als criterium voor ‘duidelijk minder goed’. De analyses startten steeds met een uitgebreid model (met alle potentieel relevante factoren en jaarverschillen erin opgenomen), dat stapsgewijs werd vereenvoudigd door het weglaten van factoren of een simpeler representatie van tijd (periodegemiddelden of een lineaire trend in plaats van schattingen per jaar), tot

een zo klein mogelijke QAICc-waarde werd verkregen. Daarbij is meestal eerst de optimale structuur voor de meldkansen r/p (en de plaatstrouw F waar relevant) bepaald, en daarna met die instelling gezocht naar de beste beschrijving van de overleving. De analyses worden beknopt beschreven en de belangrijkste resultaten worden gepresenteerd in de soorthoofdstukken in dit rapport. Aanvullende details over de datasets, modelselectie en resultaten per soort zijn te vinden in Bijlagen 1-4.

Gegevens en datasetselectie

De ringgegevens gebruikt in deze studie zijn wat betreft metalen ringen afkomstig uit de database van het Vogeltrekstation (extractie april 2020), aangevuld met data van in het Vlaamse deel van het studiegebied geringde vogels uit de database van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN). Hieronder bevinden zich ook aflezingen van gekleuringde vogels, maar deze gegevens zijn veelal niet compleet. Voor Visdief, Grote Stern, Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw zijn de complete bestanden van kleuringaflezingen gebruikt, bijgehouden door de onderzoekers en coördinatoren van de betreffende kleuringprojecten. Dit zijn INBO/DMP/Bureau Waardenburg (Grote Stern en Visdief), INBO (Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw Vlaanderen) en Buijs EcoConsult (Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw Nederlandse deel Deltagebied).

Overlevingsschattingen op basis van levende vogels (CJS model) en gecombineerde analyses van dood- en levendmeldingen (Burnham model) gaan ervan uit dat aflezingen van levende vogels alleen plaatsvinden tijdens een beperkte jaarlijkse periode. In deze analyses zijn daarom terugvangsten en ringaflezingen buiten het broedseizoen niet meegenomen. Bij analyse van doodvondsten geldt deze beperking niet en zijn terugmeldingen gebruikt uit het gehele jaar, zowel binnen als buiten de Delta.

Niet gebruikt in de analyses zijn doodmeldingen van als kuiken geringde vogels gevonden op de ringlocatie binnen een beperkte periode na de ringdatum. Dergelijke meldingen betreffen voor het overgrote deel kuikens die gestorven zijn voor de vliegvlugge leeftijd, en deze meenemen zou ertoe leiden dat kuikensterfte na het ringen zowel wordt meegeteld in de reproductie (immers: aantal vliegvlugge jongen per broedpaar) als in de schatting van de eerstejaars overleving. Dat leidt tot te pessimistische conclusies bij de integratie van reproductie en overleving in het populatiemodel. De duur van de periode waaruit doodmeldingen niet zijn meegeteld varieert per soort, o.a. afhankelijk van de leeftijd waarop de meeste kuikens zijn geringd; zie hiervoor de soortbe-

sprekingen. Verder zijn ook doodmeldingen waarbij vermeld is dat de vogel al lange tijd dood was niet gebruikt, vanwege de onzekerheid over het tijdstip (jaar) van sterfte. Ook zijn enkele ‘onmogelijke’ meldingen verwijderd, zoals vogels die werden teruggemeld voor de ringdatum, twee maal dood gemeld, *et cetera*.

2.4. Dispersie

De mate van uitwisseling van individuen tussen gebieden/ regio's/ habitats (maar ook tussen gedrags-toestanden zoals 'broedvogel' of 'niet-broedende adult') kan worden geschat met behulp van een *multi-state model* op basis van aflezingen en/of terugvangsten van levende vogels (Hestbeck *et al.* 1991; Brownie *et al.* 1993). Dit model houdt er rekening mee dat de waarneemkans p en overleving S kunnen verschillen tussen de strata (*states*) en berekent daarnaast de jaarlijkse kansen ψ (*psi*) dat een individu van een bepaalde *state* naar een andere verhuist. Omdat het aantal te schatten parameters (twee voor elke combinatie) snel toeneemt met het aantal *states* vragen deze modellen veel gegevens om goede schattingen te kunnen genereren. Daarom is bij de *multi-state* modellen gebruikt in deze studie het aantal *states* sterk beperkt, tot twee of drie. Bij zo'n beperkt aantal werd veelal een ecologische definitie van de *states* zinvoller geacht dan een geografische (uitzondering: Grote Stern, zuidelijke/noordelijke Delta); zo is onderscheid gemaakt naar broedhabitat (grote meeuwen: havengebieden/elders) en foerageerhabitat (grote meeuwen: zee/land/gemengd; Visdief: zoete/zoute wateren). Zelfs met deze beperking lukte het echter niet in alle gevallen om goede schattingen te verkrijgen op basis van de beschikbare gegevens uit het Zuidwestelijk Deltagebied (zie de soorthoofdstukken).

Daarnaast is voor de twee soorten grote meeuwen op basis van alle kleuringaflezingen een verkenning gemaakt van uitwisseling tussen broedlocaties in 11 verschillende deelregio's in het Zuidwestelijk Deltagebied op basis van kruistabellen. Deze tabellen hebben dezelfde opzet als gebruikt in Schekkerman *et al.* (2017). Ze geven weer hoe vaak vogels die zijn geboren (tabel voor geboortedispersie) of eenmaal hebben gebroed (tabel voor broeddispersie) in een bepaalde deel-regio van het Deltagebied, in latere jaren als broedvogel zijn aangetroffen in dezelfde deel-regio, een andere deelregio binnen het Deltagebied, of buiten de Delta.

2.5. Integratie: populatiemodellen

Algemeen

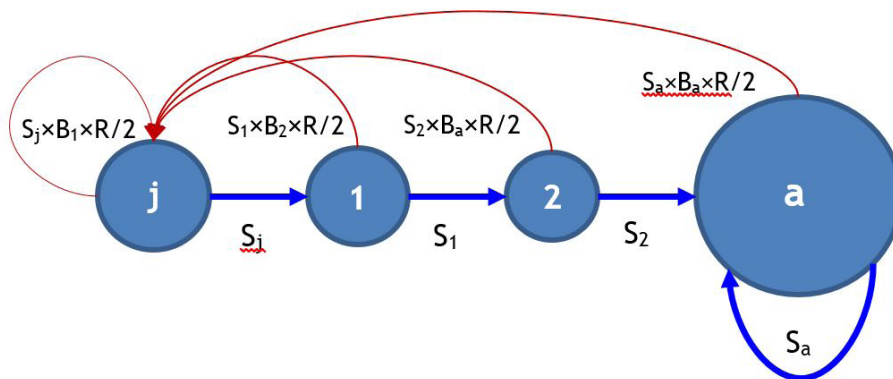
De getalsmatige ontwikkeling van een vogelpopulatie wordt primair bepaald door de balans tussen sterfte en reproductie. Om na te gaan hoe die twee processen per saldo uitwerken op de populatie is de informatie erover geïntegreerd in populatiemodellen. Uiteraard hebben ook immigratie en emigratie van individuen naar en uit de populatie invloed op de aantalsontwikkeling, maar ook zonder informatie daarover hebben berekeningen met een populatiemodel zin. Ze geven inzicht in de vraag of de populatie ook op grond van de eigen jongenproductie (dus zelfstandig) duurzaam kan voortbestaan, eventueel zelfs kan fungeren als 'bron' van individuen voor andere (deel)populaties, of juist afhankelijk is van immigratie door elders geproduceerde vogels (een 'put', *sink*). Ook geven ze inzicht in de relatieve invloed van de verschillende demografische parameters (sterfte, reproductiesucces) op de ontwikkeling van de populatie.

Modelstructuur en projectie

De integratie is uitgevoerd met behulp van matrix-populatiemodellen (Caswell 2001), geïmplementeerd in Excel via de invoegtoepassing *PopTools* (Hood 2010). Hier wordt de algemene opzet van de modellen beschreven; de details variëren per vogelsoort en worden vermeld in de soortbesprekingen (hst. 3-6).

We gaan steeds uit van 'gesloten' populaties zonder immi- of emigratie, en modelleren de vrouwelijke dieren, aannemende dat de geslachtsverhouding 1:1 is in alle leeftijdsgroepen. De modellen beschrijven de populatie zoals die is opgebouwd direct na afloop van het broedseizoen: een zogenaamde *post-breed-ing census*. Afhankelijk van de vogelsoort bevat het model vier tot acht leeftijdsklassen, waarvan de eerste bestaat uit de net vliegvlugge jongen uit het afgelopen broed-seizoen (juvenielen). Daarna volgen een of meer 'onvolwassen' en een 'adulte' leeftijdsklasse (zie voorbeeld in figuur 2.1). Het aantal onvolwassen klassen verschilt tussen soorten, afhankelijk van de leeftijd waarop de vogels voor het eerst tot broeden komen. Sommige Kluten zijn bijvoorbeeld al in staat te broeden als ze 1 jaar oud zijn, bij grote meeuwen duurt dit doorgaans 4-5 jaar, maar ook daarna kan het nog enkele jaren duren voor vogels een partner en broedplek verwerven.

De *demografische parameters* van het model zijn de overleving (S), broedkans (B) en reproductiesucces (R) per leeftijdsklasse. In het model wordt de (gemiddelde) jaarlijkse kans dat een vogel tot broeden komt (B) onderscheiden van het aantal vliegvlugge jongen geproduceerd per broedend paar (R). Het product van die twee is het aantal nieuwe juvenielen geproduceerd per individu in elke jaarklasse (en wordt nog gedeeld door 2 omdat alleen vrouwelijke



bijdrage van kolom in jaar t aan rij in jaar t+1	juveniel	1 jr oud	2 jr oud	≥3 jr oud
juveniel	$S_j \times B_j \times R \times 0.5$	$S_1 \times B_1 \times R \times 0.5$	$S_2 \times B_2 \times R \times 0.5$	$S_a \times B_a \times R \times 0.5$
1 jr oud	S_j	0	0	0
2 jr oud	0	S_1	0	0
≥3 jr oud	0	0	S_2	S_a

Figuur 2.1. Grafische weergave (boven) en projectiematrix (onder) van een populatiemodel met 4 leeftijdsklassen. De cirkels representeren de pas uitgevlogen juveniele (j), 1 jaar oude, 2 jaar oude, en oudere vogels (a , 'adult'). Individuen die een jaar overleven (met leeftijdsafhankelijke kans S_x) schuiven door naar de volgende klasse, behalve adulte, die hier circuleren tot ze sterven (blauwe pijlen). Het aantal juvenielen geproduceerd door vogels in elke leeftijdsklasse (rode pijlen) is het product van de kansen om het volgende jaar te overleven (S_x) en te broeden (B_x) en het aantal vliegvlugge jongen per broedpaar (R), $\times 0.5$ omdat alleen vrouwtjes meetellen in het model.

jongen meetellen). In de hier gebruikte modellen kan de broedkans B_x verschillen per leeftijdsgroep x (waarbij ook de mogelijkheid bestaat dat sommige volwassen vogels niet elk jaar tot broeden kunnen komen), maar is het broedsucces R op alle leeftijden gelijk verondersteld. Hoeveel individuen jaarlijks doorschuiven naar de volgende leeftijdsklasse wordt bepaald door leeftijdsspecifieke overlevingskansen S_x . Omdat we een *post-breeding census* modelleren gaat overleving vooraf aan de reproductie: individuen overleven eerst (al of niet) tot het volgende broedseizoen, en realiseren dan de reproductie die hoort bij die (volgende) leeftijd (figuur 2.1).

De kern van het populatiemodel is de projectiematrix (figuur 2.1), die beschrijft hoe de aantallen individuen in elke leeftijdsklasse in een bepaald jaar zich vertalen in de aantallen per klasse in het volgende jaar (door vermenigvuldiging met de corresponderende matrixcellen). Als deze 'projectie' jaar na jaar wordt herhaald met dezelfde waarden van de demografische parameters zal na enige tijd de voorspelde populatie een stabiele toestand bereiken wat betreft leeftijdssamenstelling (aandeel van elke leeftijdsklasse in het totale aantal vogels) en relatieve groeisnelheid (per jaar per individu). Deze *asymptotische groeisnelheid* wordt aangeduid als λ (*lambda*):

$$\lambda = N_{t+1}/N_t,$$

waarin N het aantal individuen is en t de tijd in jaren. Als $\lambda=1$ blijft de populatieomvang elk jaar gelijk, als $\lambda>1$ groeit zij, en anders krimpt zij. $\lambda=0.96$ betekent bijvoorbeeld een afname met 4% per jaar.

Gevoeligheid, scenario's en onzekerheid

Naast de asymptotische groeisnelheid λ en de stabiele leeftijdssamenstelling levert het matrixmodel nog enkele informatieve grootheden op. Eén ervan is een indicatie voor de gevoeligheid van λ voor de waarden van de verschillende demografische parameters. Vooral de *elasticiteit*, de proportionele verandering in λ bij een gegeven proportionele verandering in de parameter, geeft inzicht in de vraag welke parameter in potentie het grootste effect heeft op de populatieontwikkeling. Is dat bijvoorbeeld het reproductiesucces, of de overleving van een bepaalde leeftijdsgroep? De elasticiteit geeft echter in zekere zin een 'theoretisch' beeld. In de praktijk hangt de invloed van een demografische parameter óók af van hoe sterk deze varieert in de tijd. Zo vertonen lang levende soorten zoals kustbroedvogels doorgaans veel grotere jaarschommelingen in het broedsucces dan in de overleving. Door de elasticiteit te vermenigvuldigen met de variabiliteit van de parameter (elasticiteit \times standaarddeviatie / gemiddelde) ontstaat een

beeld van de relatieve bijdrage ervan aan de werkelijk optredende (korte-termijn) variatie in de populatiegroeisnelheid. Deze maat wordt aangeduid met de term *LTRE* (*life table response experiment*).

Gerelateerd aan het begrip gevoeligheid is de mogelijkheid om met het populatiemodel verschillende (beheer- of beschermings-) scenario's door te rekenen, door de waarden van de demografische parameters aan te passen. In omgekeerde richting kan het model ook aangeven welke waarde een bepaalde parameter moet hebben om een gewenste populatiegroeisnelheid te bereiken, gegeven alle andere parameterwaarden. In dit rapport is deze mogelijkheid vooral gebruikt om te berekenen hoe hoog het broedsucces R moet zijn om, gegeven onze huidige kennis over overleving en kans op broeden bij verschillende leeftijden, een stabiele populatie te verkrijgen ($\lambda=1$). Deze 'vereiste reproductie' kan worden vergeleken met het in het Zuidwestelijk Deltagebied gemeten gemiddelde aantal vliegvlugge jongen per broedpaar.

De invoerwaarden voor reproductiesucces R en overleving S_x in de populatiemodellen zijn rechtstreeks gebaseerd op gegevens uit het Zuidwestelijk Deltagebied. Wanneer beschikbaar betreffen ze cijfers over de meest recente 10 jaar. Over de leeftijden waarop individuen voor het eerst tot broeden komen en de jaarlijkse broedkansen daarna zijn geen specifieke gegevens uit het Deltagebied voorhanden. Invoerwaarden voor B_x zijn daarom ontleend aan de literatuur: studies aan de betreffende soorten in andere gebieden.

Alle gebruikte demografische parameterwaarden zijn schattingen, en dus omgeven door onzekerheid. Daarnaast zijn ze een gemiddelde over meerdere jaren, terwijl in de praktijk variatie optreedt van jaar op jaar. Om na te gaan hoe dit doorwerkt in onzekerheid over de modelvoorspellingen is *Monte Carlo simulatie* toegepast. Daarbij is het matrixmodel 5000 maal herberekend op basis van toevallige trekkingen uit de waarschijnlijkheidsverdelingen van de demografische parameters, en het betrouwbaarheidsinterval bepaald waarin 95% van de resulterende 5000 schattingen van λ vallen. Voor de onzekerheid omtrent de gemiddelde parameterwaarden is hierbij getrokken uit een normale verdeling gedefinieerd door de gemiddelde schatting en haar standaardfout (s.e.). Voor onzekerheid veroorzaakt door jaarfluctuaties werd de verdeling gedefinieerd door gemiddelde en standaarddeviatie (s.d.) van de afzonderlijke jaarschattingen. Voor sommige soorten waren echter onvoldoende gegevens voorhanden om deze jaarschattingen te kunnen berekenen.

3. Kluut

3.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied

De Kluut is in de jaren tachtig toegenomen als broedvogel in het Zuidwestelijk Deltagebied (figuur 3.1). Na een min of meer stabiele periode tussen 1988 en 2003, met maximaal 3100 paren, volgde een langzame afname. Het Nederlandse deel van het Deltagebied telde in recente jaren 2100-2500 broedparen (ongeveer de helft van de totale Nederlandse klutenpopulatie), met een in de laatste 10 jaar stabiele trend. In het Vlaamse deel broeden nog 400-550 paren (Vermeersch *et al.* 2020).

De belangrijkste broedgebieden in de Delta liggen in de Oosterschelde, Voordelta, Grevelingenmeer en Westerschelde. Langs de nog open zeearmen Ooster- en Westerschelde zijn vooral binnendijkse broedgebieden van belang, zoals langs de zuidkust van Schouwen. In 2019 kwam 64% van alle Kluten in

het Deltagebied tot broeden in natuurontwikkelingsgebieden (Lilipaly *et al.* 2020).

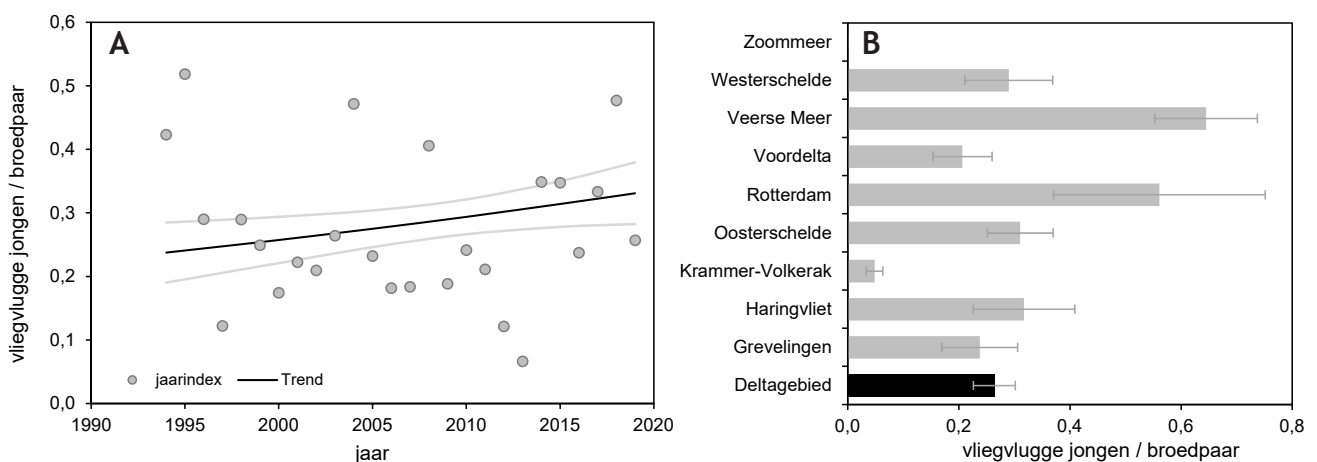
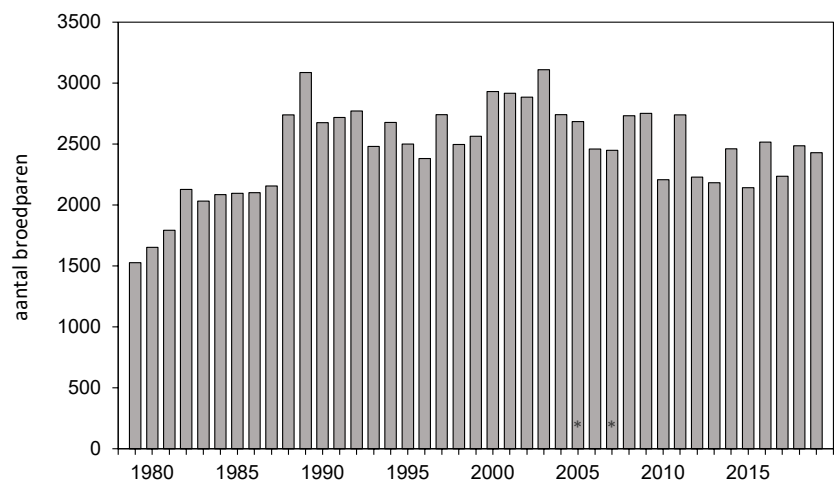
Op basis van ringgegevens die uitwisseling van individuen tussen verschillende deelgebieden aantonen (zowel bij jonge als volwassen vogels) zijn er bij de Kluut geen in aanzienlijke mate gescheiden deelpopulaties aan te wijzen binnen het Deltagebied (Schekkerman *et al.* 2017).

3.2. Reproductie

Met in totaal 571 locatie-jaarcombinaties is de gegevensset over broedsucces van Kluten in het Zuidwestelijk Deltagebied uitgebreid en ook tamelijk evenwichtig verdeeld over de jaren en deelregio's. Alle gegevens zijn verzameld met de extensieve methode.

Het overall gemiddelde broedsucces over de peri-

Figuur 3.1. Populatieontwikkeling van de Kluut in het Zuidwestelijk Deltagebied, 1979-2019 (uit Lilipaly *et al.* 2020). Aantallen gemerkt met een asterisk * zijn incompleet.



Figuur 3.2. Reproductiesucces van Kluut in het Zuidwestelijk Deltagebied. A: Jaargemiddelden (stippen) en trend (lijn met 95% betrouwbaarheidsinterval) in 1994-2019. B: Gemiddelden (\pm standaardfout) per deelgebied in 2010-2019.

Tabel 3.1. Literatuuropgaven van reproductiesucces van Kluten (aantal vliegvlugge jongen per broedpaar of nest), gerangschikt naar afnemend broedsucces. N geeft het aantal locatie/jaren met gegevens, s.d. de standaarddeviatie.

gebied	periode	N	gem. vvj/bp	s.d.	bron
Marker Wadden, Nederland	2018	1	1.85	-	vd Winden <i>et al.</i> 2018
Suffolk, Engeland	1949-1977		1.1	0.7	Bradbury & Olney 1978
Holwerd, Nederland	1983	1	0.89	-	Ogilvie <i>et al.</i> 1996
Vellinge, Zweden	2008-2011	4	0.83	0.92	Bentz <i>et al.</i> 2011
AghGol, Iran	2009	1	0.33	-	Barati & Nouri 2009
Sleeswijk-Holstein, Duitsland	1988-1997	10	0.39	0.40	Hötker & Segebade 2000
Kiskunság NP, Hongarije	1998-1999	2	0.31	0.16	Lengyel 2002
Waddengebied, Nederland	2005-2016	12	0.28	0.14	Koffijberg <i>et al.</i> 2017
ZW Deltagebied, Nederland	2010-2019	10	0.26	0.12	deze studie
Tipperne, Denemarken	1985-2000	15	0.27	0.34	Thorup & Bregnballe 2015
Bretagne, Frankrijk	1998-2014	17	0.24	0.10	Touzalin 2017
Niedersachsen, Duitsland	2010-2012	7	0.15	0.12	Thorup & Koffijberg 2016
Sleeswijk-Holstein, Duitsland	2010-2012	15	0.09	0.08	Thorup & Koffijberg 2016

ode 1994-2019 bedroeg 0.27 vliegvlugge jongen per broedpaar (s.d. van jaarvariatie: 0.12). Hoewel sinds 1994 de trend licht toenemend was (figuur 3.2a; GLM $F_{1,570} = 5.02$, $P = 0.025$) lag dit gemiddelde in de meest recente 10 jaren niet hoger: 0.26 vvj/bp (s.d. 0.12). Dit werd veroorzaakt door enkele slechte jaren aan het begin van dit decennium.

Het recente reproductiesucces vertoont verschillen tussen deelregio's ($F_{10,559} = 7.92$, $P < 0.001$), met de hoogste gemiddelde waarden in Veerse Meer en de omgeving van Rotterdam, en de laagste in Zoommeer en Krammer-Volkerak (figuur 3.2b). Zowel het gemiddelde reproductiesucces als de grootte van de jaarvariëaties hierin zijn in de Delta nagenoeg gelijk aan die in het Waddengebied (tabel 3.1). De jaarlijkse schommelingen verliepen in 2005-2016 ogenschijnlijk enigszins synchroon in de twee regio's, maar de correlatie ($r = 0.56$) was net niet significant ($P = 0.059$). In vergelijking met literatuuropgaven voor Klutenpopulaties elders is het recente broedsucces in de Delta aan de lage kant, maar niet extreem (tabel 3.1). Overigens kan in al deze studies het reproductiesucces wellicht iets zijn onderschat doordat paren waarvan een broedpoging mislukte soms in hetzelfde seizoen nog op een andere locatie opnieuw kunnen broeden.

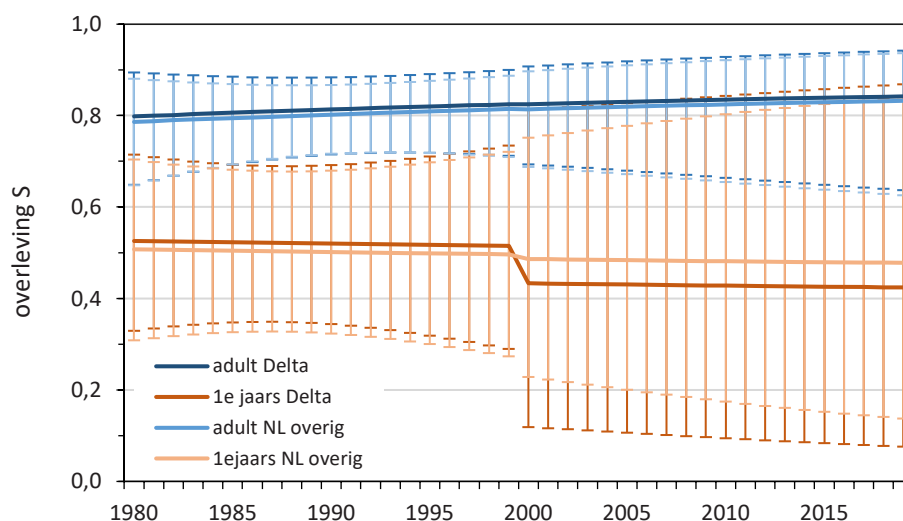
3.3. Overleving

De overlevingsanalyse voor Kluut is gebaseerd op doodmeldingen van in geheel Nederland in de periode 1980-2019 met metalen ringen gemerkte vogels. Voor deze ruime selectie is gekozen omdat bij beperking van de gegevensset tot het Zuidwestelijk Deltagebied en/of minder ver terug in de tijd te weinig terugmeldingen voorhanden waren om goede schattingen te kunnen berekenen. In de analyse is

wel onderscheid gemaakt tussen Kluten uit de Delta en de rest van Nederland, om na te gaan of er indicaties zijn voor regionale verschillen in overleving. Er zijn in Nederland tot dusver te weinig Kluten geringd met kleurringen om zinvolle schattingen (mede) te ontleen aan ringaflezingen van levende vogels in het veld. In de analyse zijn 109 doodmeldingen gebruikt van in totaal 9808 geringde vogels, waarvan 87% werd geringd als kuiken. Iets minder dan de helft van het totaal is afkomstig uit het Deltagebied, en de rest vooral uit het Waddengebied. Zie Bijlage I voor nadere details over de gegevens en de analyse.

De schaarste aan ringgegevens beperkte de mogelijkheden om voor Kluten aparte overlevingsschattingen te berekenen voor afzonderlijke jaren en regio's (Delta vs. Wadden). In het model dat naar voren kwam als beste beschrijving van de gegevens verschilde de jaarlijkse overlevingskans S tussen eerstejaars en oudere Kluten en werd per leeftijdsgroep één gemiddelde geschat over de gehele 40-jarige periode. Door middel van *model averaging* is rekening gehouden met de resultaten van alternatieve modellen die niet veel minder goed voldeden. Deze verschilden van het beste model door een klein verschil in overleving tussen Kluten geringd in de Delta en elders in Nederland, of door een trendmatige verandering van de overleving in de tijd (licht toenemend bij adulte, afnemend bij eerstejaars). De *model averaged* schattingen tonen een duidelijk verschil in overlevingskans tussen het eerste levensjaar (*ca.* 0.47) en in latere jaren (*ca.* 0.82), met slechts een marginaal verschil tussen vogels uit de Delta en van elders (figuur 3.1). Voor een verandering sinds 1980 zijn er slechts zwakke aanwijzingen, alleen lijkt de overleving van eerstejaars Kluten uit het Deltagebied sinds de eeuwwisseling zo'n 10% lager te liggen dan daarvoor. De nauwkeurigheid van de schattingen is

Figuur 3.3. Schattingen van jaarlijkse overlevingskansen van eerstejaars (bruin) en adulte (blauw) Kluten uit het Zuidwestelijk Deltagebied (donker) en overig Nederland (lichter), op basis van model averaging (zie tekst en Bijlage I). De verticale lijnen geven 95%-betrouwbaarheidsintervallen rond de schattingen.



echter in het algemeen beperkt door de schaarste aan data, en na 2000 nog kleiner geworden doordat in dit tijdvak in het Deltagebied nauwelijks meer Kluten zijn geringd (Bijlage I).

In de literatuur zijn weinig eerdere schattingen beschikbaar van de overleving van Kluten. Oudere opgaven op basis van Nederlandse en Deense ringgegevens (zie tabel 2) zijn gemaakt met 'klassieke' schattingsmethoden die in vergelijking met moderne statistische modellen soms een wat lagere uitkomst geven, en daarnaast kan wellicht ringverlies door de minder slijtvaste materialen uit die tijd hebben bijgedragen aan een onderschatting. Een Franse studie op basis van een grote set kleurringgegevens (Touzalin 2017) rapporteerde een geleidelijke afname van de adultenoverleving met de leeftijd, van ca. 0.93 in het tweede jaar tot ca. 0.6 bij 15 jaar oude vogels, maar vermeldde geen gemiddelde over alle leeftijdsklassen. Een recentere publicatie op basis van deels dezelfde gegevens schatte de overleving van adulte vogels (vanaf 1½ jaar oud) op 0.90, aanzienlijk hoger dan de schatting uit Nederlandse ringgegevens. Als we kijken naar andere steltlopersoorten van vergelijkbare grootte ligt de overleving bij Grutto en Rosse Grutto met respectievelijk ca. 0.87 en ca. 0.90 ook op een iets hoger niveau (Kentie *et al.* 2016, Rakhimberdiev *et al.* 2018), maar voor de wat

kleinere Kievit iets lager (ca. 0.8, Plard *et al.* 2019) dan bij de Kluut. Chambon *et al.* (2019) merken op dat hun tien onderzoeksjaren geen enkele koude winter omvatten, en dat dit waarschijnlijk heeft bijgedragen aan de geconstateerde hoge overleving. Het Nederlandse ringmateriaal beslaat een aanzienlijk langere periode, waarin wel diverse koude winters vielen, maar daar staat tegenover dat een veel groter deel van de Nederlandse dan van de Franse Kluten 's winters wegtrekt naar zuidelijker streken. Chambon *et al.* (2019) berekenden de overleving van winter op winter, wat betekent dat geen schatting voorhanden is over het complete eerste jaar na uitvliegen. Touzalin (2017) maakte zo'n schatting wel maar deze valt met 0.86 bijna net zo hoog uit als bij oudere Kluten, wat niet zo goed strookt met wat bekend is over andere steltlopersoorten, en de vraag oproept of een overschatting in het spel kan zijn. Onze schatting van de eerstejaars overleving ligt dicht bij (maar ook nu weer iets hoger dan) de oudere schattingen uit Nederland en Denemarken (tabel 3.2).

3.4. Populatiemodellering

Modelparametrisatie

Het populatiemodel voor de Kluut omvat drie leeftijdsklassen: juveniele, één jaar oude, en oudere

Tabel 3.2. Literatuuropgaven van gemiddelde jaarlijkse overlevingskansen van Kluten op basis van ringonderzoek.

gebied	periode	adult S / ϕ	s.e.	1 ^e jr S / ϕ	s.e.	bron
Frankrijk	1996-2014	0.6-0.93*	-	0.86	0.14	Touzalin 2017
Frankrijk	2006-2016	0.90	0.01	-	-	Chambon <i>et al.</i> 2019
Nederland	1980-2019	0.83	0.05	0.47	0.12	deze studie
Nederland**	<1978	0.78	0.05	0.41	0.06	Cavé; Bradbury & Olney 1978
Denemarken**	1918-1988	0.68	0.03	0.42	-	Salvig 1995

* Adulte overleving leeftijdsafhankelijk, afnemend van 0.93 in 2e jaar tot 0.6 wanneer 15 jaar oud

** Schattingen met 'oude' methode en op basis van minder slijtvaste ringen.

Tabel 3.3. Waarden van demografische parameters gebruikt in het populatiemodel voor Kluut.

demografische parameter	symbool	gemiddelde	s.e. gem	c.v
fractie 2kj broedend	B_1	0.10	0.05	-
fractie 3kj broedend	B_2	0.65	0.11	-
fractie >3kj broedend	B_a	0.86	0.07	-
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.26	0.04	0.46
overleving eerste jaar (1-2kj)	S_j	0.43	0.17	-
overleving tweede jaar (2-3kj)	S_1	0.83	0.06	-
overleving adult (v.a.3kj)	S_a	0.83	0.06	-

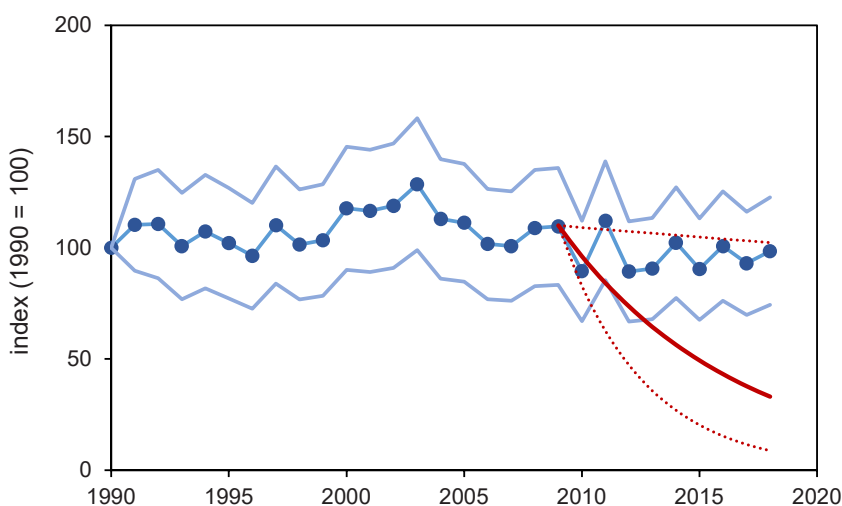
(adulte) vogels. Voor de reproductie is in de basisversie van het model de gemiddelde waarde uit het Zuidwestelijk Deltagebied over de laatste 10 jaar gebruikt (0.26 vj/bp). Voor overleving leverde de ringanalyse geen goede schattingen op voor de meest recente 10 jaar; daarom zijn de gemiddelden over 1980-2019 (o.b.v. al het Nederlandse ringgegevens) gebruikt: 0.47 voor eerstejaars en 0.83 voor oudere vogels. Leeftijdsafhankelijke kansen om tot broeden te komen zijn ontleend aan studies uit Engeland en Frankrijk. Hoewel Bradbury & Olney (1978) geen als kuiken geringde Kluten registreerden die broedden op éénjarige leeftijd, schatte Touzalin (2017) op basis van een veel grotere (kleurring)dataset uit Frankrijk dat ruim de helft van de eenjarige vogels die nabij het geboortegebied hadden overwinterd dat deed, en 10% van de jongen die verder weg overwinterden. Omdat de meeste Nederlandse Kluten 's winters wegtrekken is hier deze laatste schatting aangehouden. Op basis van dezelfde bronnen is de broedkans op tweejarige leeftijd gesteld op 65%. Alleen Touzalin (2017) geeft een schatting voor de jaarlijkse broedkans van adulte Kluten: 86%, wat betekent dat de gemiddelde volwassen Kluut in 1 uit 7 jaren geen broedpoging doet. Dit alles leidt tot de parameterwaarden in tabel 3.3.

Resultaten

Met de instellingen uit vermeld in tabel 3.3. voorspelt het populatiemodel een asymptotische groeisnelheid $\lambda=0.875$, d.w.z. een afname van de totale aantallen met gemiddeld 13% per jaar. Het model indiceert dus dat de populatie (ruim) te weinig jongen produceert om de sterfte van volgroeide vogels te compenseren en zo de aantallen stabiel te houden.

De door het model voorspelde populatietrend komt niet erg goed overeen met de ontwikkeling van het aantal broedparen in het Zuidwestelijk Deltagebied: dat nam in de laatste 10 jaar veel minder snel af, met slechts 1% per jaar ($\lambda=0.99$). Het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de modelvoorspellingen op basis van onzekerheid over de parameterwaarden overlapt weliswaar nog net de waargenomen trend (95%-interval $\lambda=0.76-0.99$), maar er is een groot verschil tussen de 'beste' voorspelling en de werkelijkheid (figuur 3.4).

Dit resultaat wijst er op dat de Klutenpopulatie in het Zuidwestelijk Deltagebied in stand wordt gehouden door immigratie van vogels die elders zijn 'geproduceerd', tenminste als de gebruikte waarden voor de demografische parameters bij benadering correct zijn. Een gevoeligheidsanalyse (tabel 3.4) helpt nagaan hoe robuust de indicatie voor immigratie is ten opzichte van mogelijk 'foute' schattingen



Figuur 3.4. Waargenomen populatieontwikkeling van Kluut in het Nederlandse Zuidwestelijk Deltagebied (blauw; jaar-indexen t.o.v. 1990 uit het NEM, met 95% betrouwbaarheidsinterval) en de door het populatie-model voorspelde ontwikkeling in de laatste 10 jaar (rood, met 95% interval gebaseerd op onzekerheid over demografische parameters).

Tabel 3.4. Gevoeligheidsindicatoren voor de populatieontwikkeling van Kluut in het Zuidwestelijk Deltagebied. De sensitiviteit en de elasticiteit zijn de absolute resp. proportionele verandering in λ teweeggebracht door een bepaalde absolute resp. proportionele verandering in de demografische parameter. De kolom 'benodigd voor $\lambda=1$ ' geeft weer welke waarde de parameter zou moeten hebben om een stabiele populatie te voorspellen, als alle andere parameters de standaardwaarde houden (d.w.z. als in tabel 3.3). Een '-' in deze kolom betekent dat de vereiste waarde onhaalbaar is (een broed- of overlevingskans kan niet groter zijn dan 1).

parameter	symbool	sensitiviteit	elasticiteit	benodigd voor $\lambda=1$
fractie 2kj broedend	B1	0.010	0.001	-
fractie 3kj broedend	B2	0.010	0.007	-
fractie >3kj broedend	Ba	0.050	0.049	-
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.160	0.048	1.13
overleving eerste jaar (1-2kj)	Sj	0.100	0.049	-
overleving tweede jaar (2-3kj)	S1	0.060	0.057	-
overleving adult (v.a.3kj)	Sa	0.960	0.911	0.96

van de modelparameters. De modelvoorspelling is het minst gevoelig voor de broedkansen, met name het aandeel van de 1 en 2 jaar oude vogels dat tot broeden komt. De broedkans van volwassen vogels heeft meer invloed, ongeveer even veel als het broedsucces en de eerstejaars overleving (zie de elasticiteiten in tabel 3.4). Maar deze is met 86% al tamelijk hoog, en ook als alle adulte Kluten jaarlijks broeden ($B_a=1$, alle andere parameters ongewijzigd) wordt nog een afname voorspeld met 12% per jaar. Ook een aanzienlijk hogere eerstejaars overleving kan op zichzelf de voorspelde trend niet stabiliseren ($\lambda=0.93$ bij $S_j=1$). De parameter met de grootste invloed op de groeisnelheid is de adultenoverleving S_a . Om de populatie stabiel te maken zou $S_a=0.96$ moeten zijn, een waarde die voor een steltloper van de grootte van een Kluut onwaarschijnlijk hoog is als langjarig gemiddelde. Veel haalbaarder lijkt een stabilisatie (of groei) door verhoging van de reproductie, aangezien Kluten 3-4 eieren leggen, en dus in principe gemakkelijk meer dan een kwart jong per jaar zouden kunnen grootbrengen. Om de populatie stabiel te maken zou $R=1.13$ vliegvlugge jongen per paar moeten bedragen gegeven de overige modelinstellingen, en 0.99 vj/bp als alle volwassen Kluten jaarlijks zouden broeden. Dat is een hoge waarde, maar niet onmogelijk (zie tabel 3.1). Het is denkbaar dat de veldwaarnemingen het werkelijke reproductiesucces enigszins onderschatten doordat paren na verlies van nest of kuikens een nieuwe broedpoging doen, soms op een andere locatie, maar dat zal het grote 'gat' tussen het waargenomen en het vereiste broedsucces zeker niet overbruggen. De indicatie dat de bijna stabiele aantalsontwikkeling van Kluut in het Deltagebied in stand wordt gehouden door van elders afkomstige immigranten lijkt daarmee robuust.

3.5. Conclusie

De integratie van demografische gegevens wijst erop dat het reproductiesucces van Kluten in het Zuidwestelijk Deltagebied niet in balans is met de sterfte, en dat de populatie wordt aangevuld door immigranten van elders. Onze overlevingsschatting voor volwassen Kluten is wat aan de lage kant in vergelijking met een Franse studie en met andere steltlopersoorten van vergelijkbare grootte, maar niet extreem. Het reproductiesucces is wel laag in vergelijking met sommige buitenlandse studies, en zou bijna vier maal zo hoog moeten liggen als waargenomen om een stabiele populatie te bewerkstelligen. Een te gering reproductiesucces is dus het belangrijkste demografische 'probleem' van Kluten in het Deltagebied.

Een kanttekening bij deze conclusie is dat de overlevingsschatting voor Kluten in het Deltagebied te wensen overlaat qua nauwkeurigheid, en na de eeuwwisseling nog onnauwkeuriger is geworden doordat in dit tijdvak in het Deltagebied nauwelijks meer Kluten zijn geringd. Hernieuwen van de ringinspanning, zowel aan kuikens als volwassen vogels, en het liefst met in het veld afleesbare kleurringen, is nodig om in de toekomst de demografische gezondheid van de populatie beter te kunnen evalueren. Hiermee is inmiddels een begin gemaakt in 2020. Dit zal ook meer inzicht opleveren in dispersie en uitwisseling van Kluten met gebieden buiten de Delta.

Interessant is natuurlijk de vraag waar de vermoede immigranten vandaan kunnen komen. Informatie over broedsucces in gebieden elders wijst er gezins op dat in de Waddenzee tegenwoordig een overschot wordt geproduceerd. Mede omdat er aanwijzingen zijn dat het broedsucces (met name de kuikenoverleving) van Kluten toeneemt met de om-

gevingstemperatuur (Hötker & Segebade 2000) ligt een zuidelijk van Nederland gelegen bronpopulatie meer voor de hand. Een mogelijke ondersteuning daarvoor is dat er in het Zuidwestelijk Deltagebied verschillende waarnemingen zijn gedaan van in

Frankrijk gekleuringde Kluten die hier tot broeden kwamen. Aan de andere kant wijst de lage schatting van de jongenproductie in Bretagne door Touzalin 2017 (0.24 vvj/bp) niet op een overproductie aldaar.

4. Visdief

4.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied

In de laatste twee decennia van de vorige eeuw verdrievoudigde het aantal broedparen van de Visdief in het Nederlandse deel van het Zuidwestelijk Deltagebied. Na een maximum van bijna 7700 in 2007 vielen de aantallen terug tot een lager niveau van ruim 5000 paren (figuur 4.1). In aangrenzend Vlaanderen broedden kort na 2000 nog 2000-3000 paren Visdieven, maar na 2008 namen de aantallen af tot 1000-1500 paren in de meeste jaren (Vermeersch *et al.* 2020).

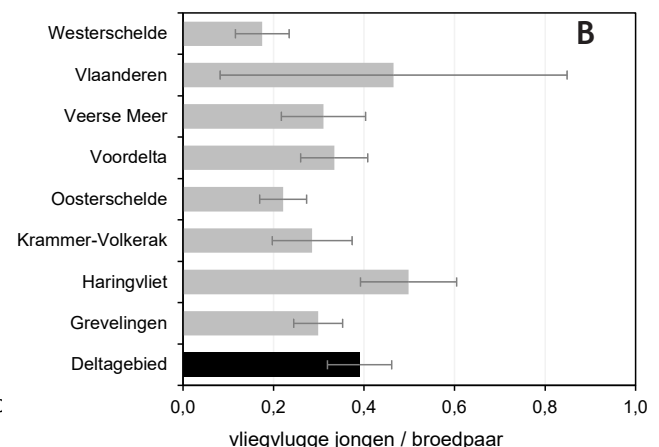
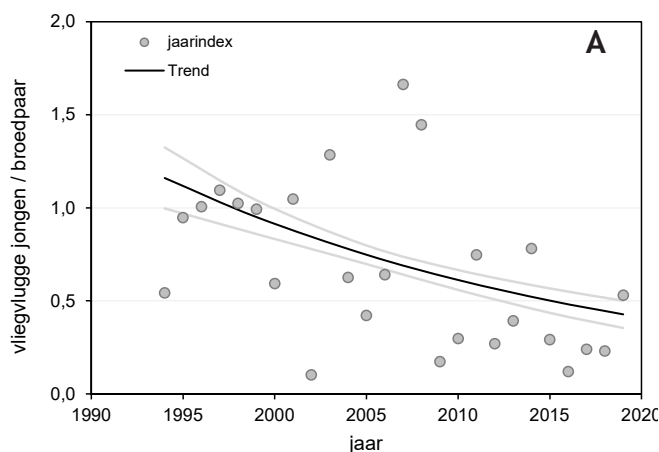
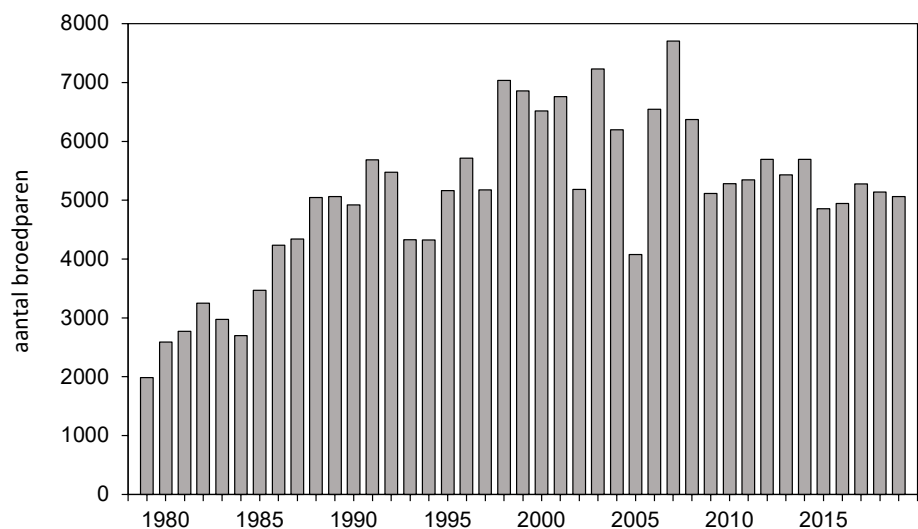
Visdieven broeden op tientallen locaties verspreid door het gehele Deltagebied. Recent lagen de grootste kolonies in de Slufter op de Maasvlakte, op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet, op Markenje in de Grevelingen en in de 's Gravenhoekinlaag op Noord-Beveland. In 2019 kwam 56% van het totaal tot broeden in natuurontwikkelingsgebied. Een zes-

de (17%) van de populatie broedde op speciaal voor Visdieven uitgelegde vloten (Lilipaly *et al.* 2020).

4.2. Reproductie

Van alle kustbroedvogels is voor de Visdief de grootste set aan broedsuccesgegevens beschikbaar uit het Zuidwestelijk Deltagebied: 621 locatie-jaren. Het overgrote deel is verzameld met de extensieve methode. Het gemiddelde reproductiesucces van Visdieven in het Deltagebied berekend over alle meetjaren is 0.67 vliegvlugge jongen per broedpaar (s.d. over jaren =0.43). Het is in de laatste 25 jaar echter aanzienlijk gedaald (figuur 4.2a; $F_{1,619}=50.0$, $P<0.001$). Over de meest recente 10 jaar was het gemiddelde 0.39 vjv/bp (s.d. =0.22).

Figuur 4.1. Populatieontwikkeling van de Visdief in het Nederlandse Zuidwestelijk Deltagebied, 1979-2019 (uit Lilipaly *et al.* 2020).



Figuur 4.2. Reproductiesucces van Visdief in het Zuidwestelijk Deltagebied. A: Jaargemiddelden (stippen) en trend (lijn, met 95% betrouwbaarheidsinterval) in 1994-2019. B: Gemiddelden (\pm standaardfout) per deelgebied in 2010-2019.

Tabel 4.1. Literatuuropgaven van reproductiesucces van Visdieven (aantallen vliegvlugge jongen per broed-paar of nest), gerangschikt naar afnemend broedsucces. N is het aantal locatie-jaren met gegevens, 's.d. / range' geeft de standaarddeviatie danwel de spreiding (min-max) van het broedsucces.

gebied	periode	N	gem. vvj/bp	s.d. / range	bron
Nederrijn, Duitsland	1984-1193	10	1.50	-	Becker <i>et al.</i> 1994
Wales, VK	2005-2006	5	1.35	0.6-1.6	Mavor <i>et al.</i> 2008
Wilhelmshaven, Duitsland	1981-1996	16	1.20	0.0-2.4	Becker 1998
Gulf of Maine, USA	2007-2015	9	1.11	0.7-1.7	Carlioni 2018
Zwitserland	1976-1987	12	1.10	-	Bruderer & Schmidt 1988
Marker Wadden, Nederland	2017-2018	2	1.08	0.95	vd Winden <i>et al.</i> 2018, 2019
Nedersaksen, Duitsland	2010-2012	4	0.83	0.56	Thorup & Koffijberg 2016
Augustroden, Duitsland	1980-1996	17	0.83	0.0-2.0	Becker 1998
Oldeog, Duitsland	1981-1996	16	0.82	0.0-1.6	Becker 1998
Zuid-Engeland, VK	1986-1990	5	0.79	-	Walsh <i>et al.</i> 1991
Beieren, Duitsland	1979-1997	19	0.75	0.3-1.1	Zintl 1998
Engeland, VK	2005-2006	59	0.71	0.0-2.4	Mavor <i>et al.</i> 2008
Schotland, VK	2005-2006	66	0.66	0.0-3.0	Mavor <i>et al.</i> 2008
Oost-Engeland, VK	1986-1990	5	0.53	-	Walsh <i>et al.</i> 1991
Sleeswijk-Holstein, Duitsland	2010-2012	14	0.46	0.34	Thorup & Koffijberg 2016
Waddengebied, Nederland	2005-2016	12	0.42	0.26	Koffijberg <i>et al.</i> 2017
Griend, Nederland	1992-2007	16	0.41	0.0-1.0	Stienen <i>et al.</i> 2009
ZW Deltagebied, Nederland	2010-2019	10	0.39	0.22	deze studie
De Kreupel, Nederland	2005-2017	13	0.34	0.24	v.d. Winden <i>et al.</i> 2019
Griend, Nederland	1981-1991	11	0.31	0.0-0.8	Stienen <i>et al.</i> 2009

Er waren in het afgelopen decennium significante verschillen in broedsucces tussen deelregio's ($F_{11,608}=16.0$, $P<0.001$), met de hoogste waarden in Vlaanderen (Zeebrugge) en het Haringvliet en de laagste in de Westerschelde. De verschillen zijn echter niet enorm groot (figuur 4.2b).

In vergelijking met meerjarige studies in andere gebieden zit de gemiddelde reproductie in het Deltagebied in het onderste deel van de waargenomen spreiding (tabel 4.1). Dat geldt opvallend genoeg voor de meeste regio's in Nederland, met uitzondering van de Marker Wadden in de eerste jaren na opspuiting. Opgaven uit Duitsland en Groot-Brittannië liggen in het algemeen hoger, tot 3 à 4 maal zo hoog, zelfs over een reeks van jaren of kolonies.

4.3. Overleving en dispersie

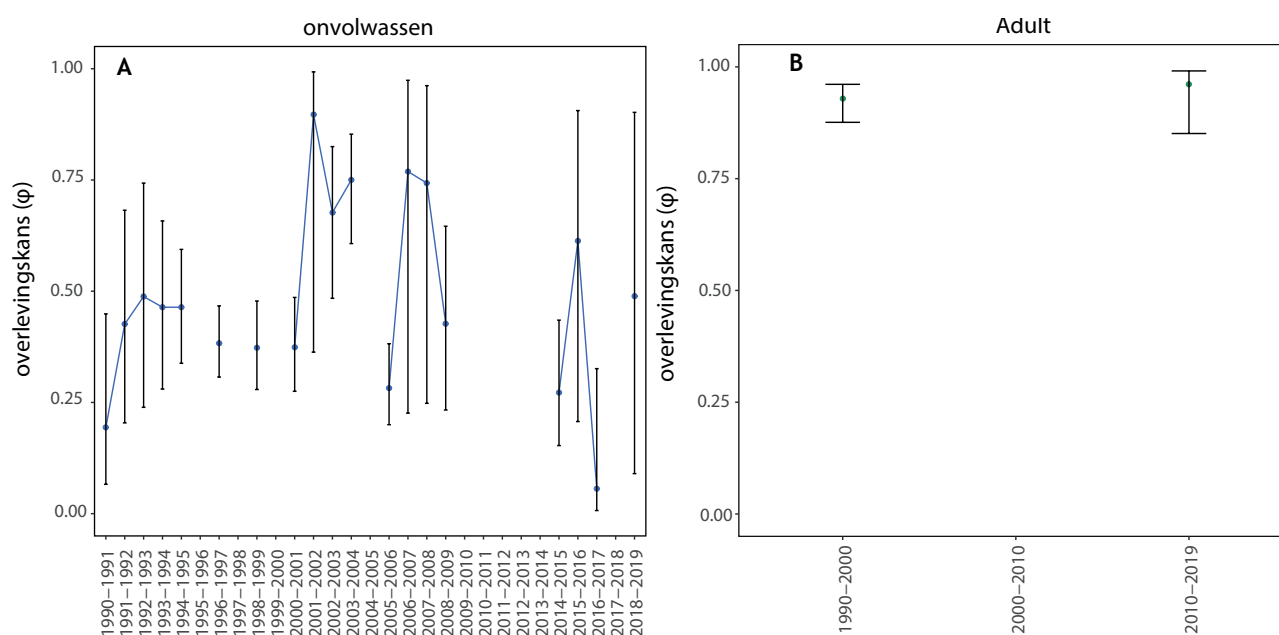
Overleving

Voor de overlevingsanalyse voor Visdief zijn terugmeldingen van metalen ringen en aflezingen van kleurringen samengebracht, van vogels geringd in de Nederlandse Zuidwestelijke Delta en in westelijk Vlaanderen, over de periode 1990-2019. De uiteindelijke analyse is gebaseerd op terugvangsten en aflezingen van levende vogels (CJS model), met onderscheid tussen leeftijdsklassen en tussen vogels geringd met alleen metalen ringen en (daarnaast)

met kleurringen. Zie Bijlage 2 voor details over de gegevens en de analyse.

Op basis van Van der Jeugd *et al.* (2014) is gekozen voor een analysemodel met twee leeftijdsklassen, waarbij de 'onvolwassen' klasse de eerste twee jaren na uitvliegen omvat (tot aan het einde van het 2^e levensjaar). Dit omdat verreweg de meeste jonge Visdieven in hun eerste zomer niet terugkeren naar de broedgebieden maar in of nabij de wintergebieden blijven, waar de kans dat ze worden afgelezen of dood gevonden klein is. Na twee jaar zijn ze als 'adult' beschouwd.

In het overlevingsmodel dat als beste naar voren kwam uit de analyse verschilde de meldkans p tussen juveniele en adulte Visdieven en tussen vogels met metalen ringen en kleurringen, waarbij de grootte van deze verschillen varieerde tussen jaren. De in het veld afleesbare kleurringen leveren een hogere afleeskans op dan metaalringen, en onvolwassen vogels worden veel minder afgelezen dan de adulte, die wel terugkeren naar het broedgebied. Dit model schat de onvolwassen overleving per jaar afzonderlijk maar die van adulte vogels per periode van 10 jaar. De overleving van onvolwassen Visdieven blijkt nogal variabel van jaar op jaar (figuur 4.3), en lijkt in recente jaren lager uit te vallen dan in 2000-2010, maar over de gehele onderzoeksperiode sinds 1990 is geen systematische verandering aantoonbaar. Dit geldt op basis van de periodegemiddelden ook voor de adulte vogels (figuur 4.3).



Figuur 4.3. Schijnbare overlevingskansen (ϕ) van onvolwassen (1^e twee jaar) en adulte Visdieven, geschat met het beste model (zie tekst). In jaren/perioden zonder symbolen kon de overleving niet goed worden geschat (zie Bijlage 2, figuur A3.2a)

Tabel 4.2. Gemiddelde jaarlijkse overlevingskansen van Visdieven (adult en over eerste 2 levensjaren) uit deze en andere studies, gerangschikt naar afnemende adultenoverleving.

gebied	periode	adult		1 ^e +2 ^e jr		bron
		S	s.e.	S	s.e.	
ZW Deltagebied, Nederland	2010-2019	0.96	0.03	0.47	0.17	deze studie
ZW Deltagebied, Nederland	1990-2019	0.93	0.01	0.70	0.02	deze studie
Wilhelmshaven, Duitsland	1993-1999	0.91	0.01	0.47	-	Becker <i>et al.</i> 1998, 2001
Massachusetts, USA	1995-1997	0.91	0.05	-	-	Nisbet & Cam 2002
Waddenzee, Nederland	1991-2010	0.90	0.01	0.44	0.03	vd Jeugd <i>et al.</i> 2014
New Jersey, USA	2010-2014	0.88	0.11	-	-	Palestis & Hines 2015
Massachusetts, USA	1988-2010	0.76-0.88	*	-	-	Breton <i>et al.</i> 2014

* adulte overleving toenemend van 0.80 bij 2 jr tot 0.88 rond 8 jr en dan afnemend tot 0.76 bij 20 jr.

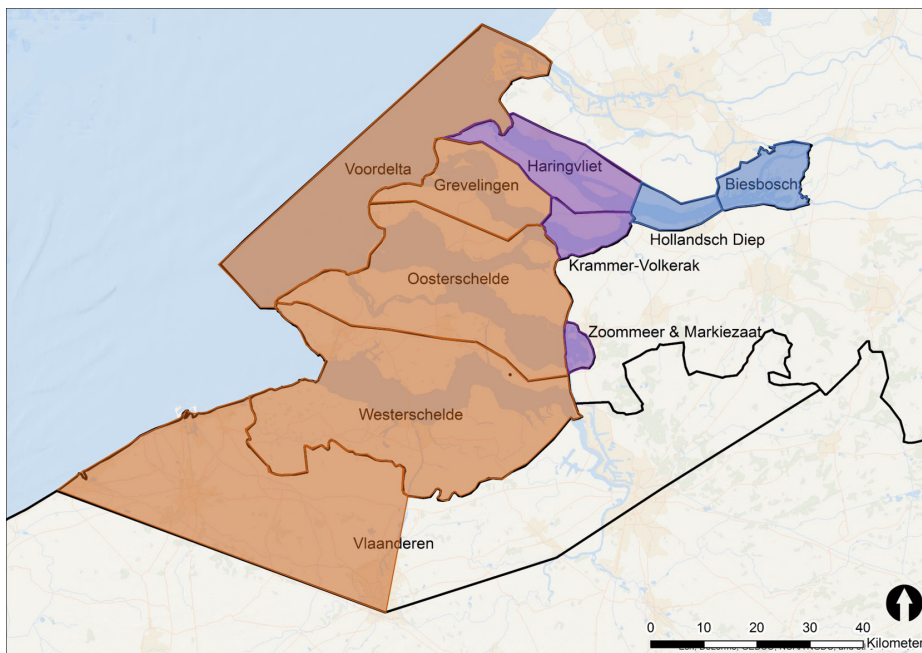
Berekend over de gehele periode sinds 1990 wordt de gemiddelde jaarlijkse overlevingskans van adulte Visdieven geschat op 0.93; voor de laatste 10 jaar (2010-2019) was dit 0.96. De overleving over de eerste twee levensjaren na uitvliegen werd geschat op 0.70 over 1990-2019 en 0.47 in de laatste 10 jaar (tabel 4.2).

In vergelijking met schattingen voor andere visdiefpopulaties gebaseerd op hetzelfde type analyse is de voor het Deltagebied berekende adultenoverleving aan de hoge kant, vooral die over de laatste 10 jaar. De gemiddelde overleving van onvolwassen Visdieven uit het Deltagebied berekend over de gehele studieperiode is ook hoger dan gevonden in andere studies, maar de schattingen uit de laatste 10 jaren komen daarmee tamelijk nauw overeen. Er is dus geen aanwijzing dat Visdieven uit het

Deltagebied 'problemen' ondervinden met de overleving, ongeacht aan welke van onze twee schattingen het meeste waarde wordt gehecht.

Dispersie

In een semi-kwantitatieve analyse van ringgegevens over uitwisseling van individuen tussen 11 deelregio's in het Zuidwestelijk Deltagebied vonden Schekkerman *et al.* (2017) geen aanwijzing voor functioneel gescheiden eenheden in de regionale populatie Visdieven. In de niet direct langs de Noordzeekust gelegen delen van de Delta lijkt uitwisseling weliswaar vaker plaats te vinden tussen nabijgelegen broedgebieden, maar er is nergens een duidelijke 'knip' aanwijsbaar in de zo ontstaande keten van gebieden (Schekkerman *et al.* 2017). Met als doel om nog een meer kwantitatief inzicht te krijgen in de uitwisseling van de Visdieven tus-



Figuur 4.4. indeling van de gebieden binnen de Zuidwestelijke Delta in 'zoute' (rood) 'zoete' (blauw) en 'gemengde' deelgebieden (paars) wat betreft het foerageerhabitat van de meeste er broedende Visdieven. Voor de multi-state analyse met 2 strata zijn 'zoet' en 'gemengd' samengevoegd tot 'zoet'.

sen verschillende gebieden binnen de Zuidwestelijke Delta is een *multi-state model* aangepast in RMARK. Dit model schat naast overlevingskansen S en afleeskansen p in elk van twee of meer gebieden ook de jaarlijkse verplaatsingskansen (*movement rate* ψ) tussen die gebieden. Een *multi-state* analyse met 11 strata is echter te complex en vraagt te veel gegevens om werkbaar te zijn; het aantal deelregio's moest dus sterk worden beperkt. Voor een simpele maar toch ecologisch relevante indeling is de Delta voor deze analyse verdeeld in 'zoete' (stratum 1) en 'zoute' (stratum 2) gebieden op basis van het belangrijkste foerageerhabitat van de er broedende Visdieven (zie figuur 4.4). Hiermee onderzoeken we dus de vraag hoeveel uitwisseling er is tussen gebieden/kolonies waar Visdieven in de broedtijd vooral foerageren op zoet respectievelijk zout water. Voor details over de analyse zie Bijlage 2.

Zelfs met maar twee strata in het multi-state model bleek de hoeveelheid data (aflezingen en terugvangsten van levende vogels) eigenlijk onvoldoende om robuuste schattingen van de parameters te verkrijgen. De schattingen voor de overleving gaven geen duidelijke aanwijzingen voor verschillen tussen Visdieven die geboren zijn of broeden in 'zoete' en 'zoute' kolonies. Dat was ook niet de verwachting, omdat adulte vogels hier slechts een beperkt deel van de jaarcyclus doorbrengen, en onvolwassen vogels hier vanaf kort na hun uitvliegen vrijwel helemaal niet meer komen tot ze adult zijn. De belangstelling gaat in deze analyse vooral uit naar de transitiekansen tussen de deelregio's. Deze werden geschat op gemiddeld 0.078 ± 0.008 (s.e.) van zoet naar zout en 0.016 ± 0.002 van zout naar zoet. Dat wil zeggen dat een kleine 8% van de Visdieven die broeden in een 'zoet' gebied in het volgende jaar

verhuizen naar een 'zout' gebied, ongeveer vier keer zo'n groot aandeel als er verhuizen in omgekeerde richting. In een tweede analyse waarin naast 'zoete' en 'zoute' ook een 'gemengd' stratum werd gedefinieerd (deze broedlocaties waren eerder onder 'zoet' geschaard) werd dit verschil bevestigd, en werd ook vanuit gemengd gebied vooral verhuisd naar zout foerageergebied (11% per jaar, Bijlage 2). Deze bevindingen op individu-niveau komen overeen met een geconstateerde recente afname van de aantallen broedparen in het Haringvliet en toename in zoute watersystemen.

Op basis van vergelijkbare analyses schatten Palestis & Hines (2015) de gemiddelde verhuiskans van adulte Visdieven tussen broedlocaties in Barnegat Bay in New Jersey, VS, op ruim 6% per jaar (over afstanden tot 40 km), en Nisbet & Cam (2002) die tussen twee 10 km uiteen gelegen eilanden in Buzzard Bay, Massachusetts, VS, op 4-8% per jaar. In dit laatste gebied, maar over een veel langere periode van 22 jaar, berekenden Breton *et al.* (2014) jaarlijkse verhuiskansen tussen 1% en 27% met een gemiddelde van 6.5%. Al deze waarden liggen in dezelfde grootteorde als de schatting voor het Deltagebied. In de studie van Breton *et al.* (2014) nam de verhuiskans af met de afstand tussen kolonies en, enigszins opmerkelijk, was hij groter voor oudere adulte dan voor jong-volwassen Visdieven.

4.4. Populatiemodellering

Modelparametrisatie

Het populatiemodel voor de Visdief kent zes leeftijdsklassen: juveniele, één, twee, drie, vier en vijf jaar oude vogels, en vogels ouder dan 5 jaar. Deze

Tabel 4.3. Waarden van demografische parameters in het populatiemodel voor Visdief. s.e. is de standaardfout van het gemiddelde, c.v. de standaarddeviatie van de jaarschattingen gedeeld door het gemiddelde.

demografische parameter	symbool	gemiddelde	s.e.	c.v
fractie 2kj broedend	B_1	0.00	0.00	-
fractie 3kj broedend	B_2	0.12	0.04	-
fractie 4kj broedend	B_3	0.71	0.05	-
fractie 5kj broedend	B_4	0.92	0.04	-
fractie >5kj broedend	B_a	0.96	0.03	-
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.39	0.07	0.31
overleving 1 ^e , 2 ^e jaar (per jaar)	$S_j=S_1$	0.69	0.09	*0.43
overleving adult (vanaf 3kj)	S_a	0.93	0.01	**0.04

* c.v. over alle schatbare jaren sinds 1990 voor het Deltagebied; ** c.v. over 7 jaarschattingen in Becker *et al.* 2002

indeling is gebaseerd op de variatie in leeftijden waarop Visdieven voor het eerst broeden. Gegevens over leeftijdsspecifieke broedkansen B_x zijn ontleend aan studies in een intensief gevolgde kolonie in Wilhelmshaven, Duitsland. Becker *et al.* (2002) schatten dat in een gegeven jaar gemiddeld 3.5% van de Visdieven die al een keer gebroed hebben niet tot broeden komen, d.w.z. $B_a=0.965$. Op basis hiervan en gegevens over recruteringsleeftijden van vrouwelijke Visdieven in Ludwigs & Becker (2002) kunnen B_1 - B_4 worden gesteld op respectievelijk 0, 0.12, 0.71 en 0.92. Visdieven broeden dus op zijn vroegst als ze twee jaar oud zijn, maar de meeste pas voor het eerst bij drie jaar en sommige nog iets later.

Leeftijdsafhankelijke waarden voor de overleving zijn ontleend aan de ringanalyse in §4.3. Omdat de schattingen voor de adulte vogels tamelijk onzeker zijn en er geen aanwijzingen zijn voor een verandering sinds 1990 is de gemiddelde waarde over de gehele onderzoeksperiode gebruikt: 0.93. Voor de overleving over de eerste twee levensjaren is het gemiddelde van de (vijf) jaarschattingen uit de meest recente 10 jaar gebruikt. Deze waarde (0.47) komt beter overeen met schattingen uit andere studies dan de 0.70 berekend over de hele studieperiode, en leidt tot een goede overeenkomst tussen de voor-

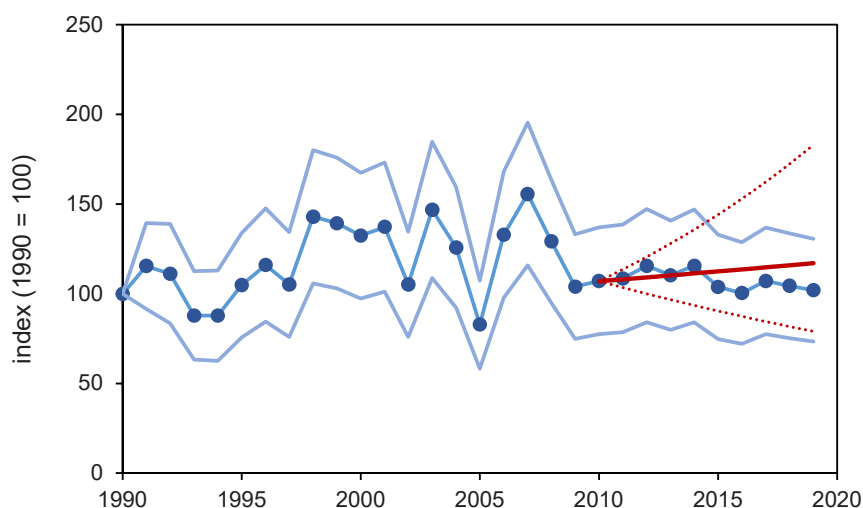
spelde en de waargenomen aantalsontwikkeling. Omdat de 'onvolwassen' overleving over twee jaar is berekend zijn S_j en S_1 in het model gelijk gesteld op $\sqrt{0.47}=0.69$. Voor de reproductie is het gemiddelde broedsucces in het Zuidwestelijk Deltagebied over de laatste 10 jaar gebruikt (0.39 vj/bp). Dit leidt tot de parameterwaarden in tabel 4.3.

Resultaten

Met de instellingen uit tabel 4.3 voorspelt het populatiemodel voor Visdieven in het Zuidwestelijk Deltagebied een asymptotische groeisnelheid $\lambda=1.01$, d.w.z. een lichte toename van de totale aantallen met 1% per jaar. Deze voorspelling komt goed overeen met de waargenomen ontwikkeling van het aantal broedparen in de afgelopen tien jaar, die gemiddeld met 1% per jaar daalde ($\lambda=0.99$, figuur 4.5). Beide zijn nauwelijks te onderscheiden van een stabiel niveau, wat indiceert dat reproductie en sterfte vrijwel in balans zijn.

De (vrijwel) stabiele voorspelde (en waargenomen) aantalsontwikkeling is een wat verrassende uitkomst gegeven het feit dat het gemiddelde reproductiesucces in de Delta laag is in vergelijking met Duitse en Britse studies (§4.2). Daar staat echter tegenover

Figuur 4.5. Waargenomen populatieontwikkeling van Visdief in het Nederlandse Zuidwestelijk Deltagebied (blauw; jaarindexen t.o.v. 1990 uit het NEM, met 95% betrouwbaarheidsinterval) en de door het populatie-model voorspelde ontwikkeling in de laatste 10 jaar (rood, met 95% interval gebaseerd op onzekerheid over demografische parameters).



Tabel 4.4. Gevoeligheidsindicatoren voor de populatieontwikkeling van Visdief in het Zuidwestelijk Deltagebied. Sensitiviteit en elasticiteit zijn de absolute resp. proportionele verandering in λ teweeggebracht door een bepaalde absolute resp. proportionele verandering in de demografische parameter. LTRE is de elasticiteit vermenigvuldigd met de c.v. van de jaarvariatie van de parameter (uit tabel 4.3), en beschrijft de relatieve bijdrage van de parameter aan de korte-termijn variatie in λ (voor de broedkansen B_x kan deze niet worden berekend doordat de jaarvariatie onbekend is). De laatste kolom geeft weer welke waarde elke parameter moet hebben om een stabiele populatie te verkrijgen, als alle andere parameters de waarden uit tabel 4.3 behouden. Een ‘-’ in deze kolom betekent dat de vereiste waarde onhaalbaar is (een broed- of overlevingskans kan niet groter zijn dan 1).

parameter	symbool	sensitiviteit	elasticiteit	LTRE	benodigd voor $\lambda=1$
fractie 2kj broedend	B_1	0.010	0.000		-
fractie 3kj broedend	B_2	0.010	0.001		-
fractie 4kj broedend	B_3	0.010	0.007		-
fractie 5kj broedend	B_4	0.005	0.005		-
fractie >5kj broedend	B_a	0.063	0.059		0.80
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.180	0.070	0.021	0.33
overleving eerste 2 jaar (1-3kj)	$S_j=S_1$	0.130	0.089	0.038	0.64
overleving adult (v.a.3kj)	S_a	0.920	0.487	0.033	0.92

dat de overleving van adulte Delta-visdieven iets hoger wordt geschat dan in sommige andere studies (§4.3.2). Over de laatste 10 jaar bedroeg deze schatting zelfs $S_a=0.96$ in plaats van de in het basismodel gebruikte $S_a=0.93$, waarmee het model een groei van ruim 3% per jaar zou voorspellen ($\lambda=1.03$). Voor de overleving van onvolwassen Visdieven is in het basismodel de laagste van de twee beschikbare schattingen gebruikt, gebaseerd op de meest recente jaren. Zouden we voor S_j en S_1 de hogere schatting invullen ($\sqrt{0.70}=0.84$), dan komt λ uit op 1.04. Ook wordt in het model gerekend met een gering aandeel niet-broeders onder volwassen vogels (3.5%). Zelfs als jaarlijks aanzienlijk méér adulte Visdieven niet tot broeden zouden komen (bv. 20%, $B_a=0.8$), zou het huidige gemiddelde reproductiesucces echter nog voldoende zijn. Dat komt doordat de populatie-groeisnelheid niet zo gevoelig is voor de waarde van de broedkansen B_x (tabel 4.4). Die gevoeligheid is verreweg het grootst voor de adultenoverleving, die hoog is bij Visdieven in de Delta. Bij de in het model gebruikte overlevings- en broedkansen is een gemiddeld reproductiesucces van 0.33 vvj/bp voldoende om de populatie stabiel te houden (tabel 4.4). Het gemeten gemiddelde lag hier iets boven (0.39 vvj/bp). De jaarvariatie van demografische parameters van Visdieven kon uit de gegevens uit het Deltagebied alleen worden geschat voor de reproductie en voor de overleving van onvolwassen vogels. Voor de adultenoverleving lukte dit niet, maar door een schatting van de jaarvariatie in S_a te ontleen aan de studie van Becker *et al.* (2002) in Wilhelmshaven kunnen toch LTRE-waarden worden berekend (tabel 4.4). Die suggereren dat in de praktijk variatie in de overleving van onvolwassen Visdieven het meeste effect heeft op korte-termijn schommelingen in de populatiegroei-

nelheid, doordat die variatie veel groter is dan die in de adultenoverleving. Hier is wel een kanttekening bij te plaatsen. De variatie in de jaarschattingen is een optelsom van de werkelijke jaarfluctuaties en onnauwkeurigheid van de schattingen. Die laatste is vermoedelijk groter voor de overleving van onvolwassen vogels uit het Deltagebied dan bij die van de Duitse adulte. De invloed van de onvolwassen overleving kan hierdoor iets te groot worden berekend en dat zou betekenen dat de bijdragen van adulte en onvolwassen overleving en reproductie in dezelfde grootteorde liggen.

4.5. Conclusie

De beschikbare gegevens geven aan dat de visdievenpopulatie van het Zuidwestelijk Deltagebied in de afgelopen jaren demografisch gezien vrijwel in balans was. De op basis van gegevens over reproductie en sterfte/ overleving voorspelde populatieontwikkeling komt ook goed overeen met de waargenomen trend, zodat er geen aanleiding is te veronderstellen dat er substantiële netto immigratie of emigratie optrad in deze periode.

Deze balans is echter in belangrijke mate te danken aan de schatting van de overleving van adulte Visdieven, die iets (maar met een relatief groot effect op λ) hoger uitvalt dan in studies aan andere visdiefpopulaties. Het gemiddelde broedsucces in de Delta is weliswaar voldoende om de relatief geringe sterfte te compenseren, maar is in vergelijking met andere studies laag, en voorkomt dat de populatie een verdere groei doormaakt of de Delta een netto ‘exporteur’ kan zijn van jonge Visdieven die zich elders in Nederland of in het buitenland kunnen vestigen.

5. Grote Stern

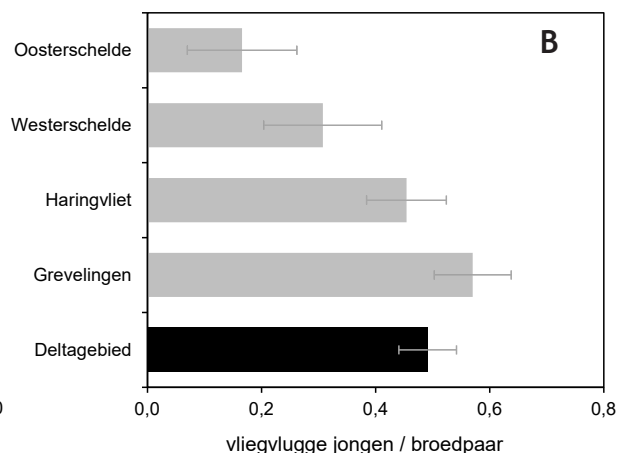
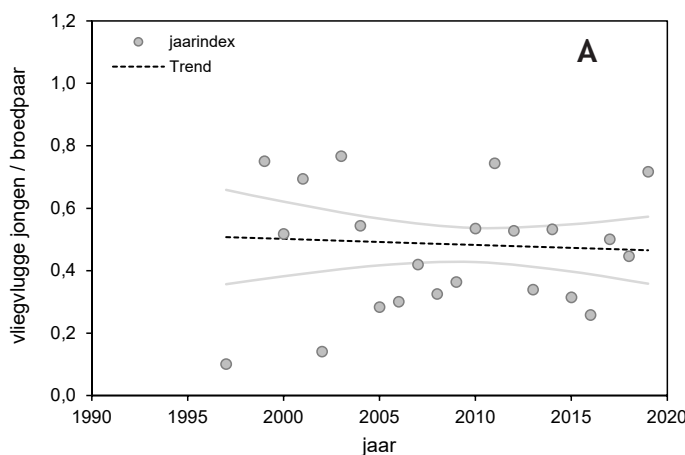
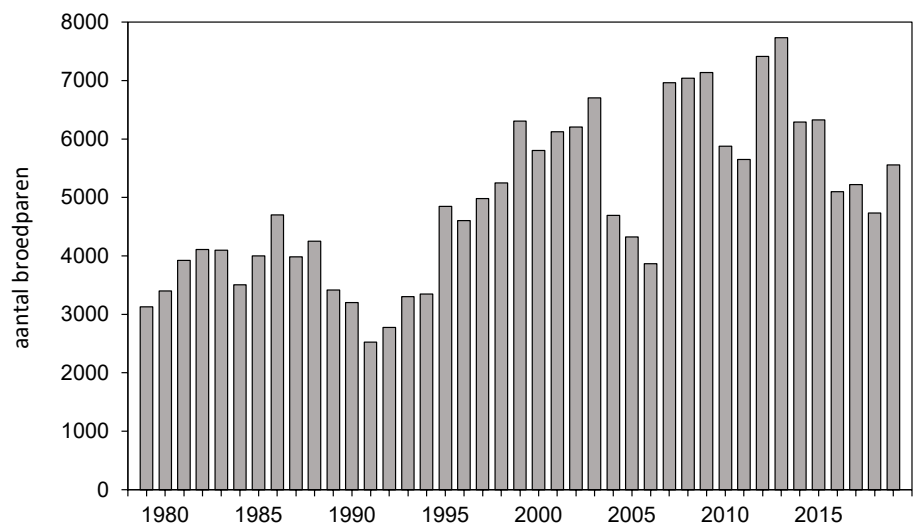
5.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied

De ontwikkeling van het aantal broedparen van de Grote Stern in het Nederlandse deel van het Zuidwestelijk Deltagebied vertoont aanzienlijke periodieke schommelingen, maar op de lange termijn gezien een toename, die recent echter is omgebogen in een afname, van een maximum van 7700 paren in 2013 tot 4700-5600 in de laatste jaren (figuur 5.1). Een deel van de schommelingen is waarschijnlijk te verklaren door uitwisseling met andere kolonies langs de Belgische en Nederlandse kust. Nauw verbonden met de populatie in de Nederlandse Delta was een grote kolonie in Zeebrugge, Vlaanderen. Hier broedden in 2004 meer dan 4000 paren (samenhangend met een dip in het Nederlandse deltaggebied; figuur 5.1), maar zijn de aantallen na 2007 sterk teruggelopen en wordt sinds 2015 helemaal niet meer gebroed. In 2016-17 is een nieuwe forse

broedkolonie ontstaan bij Camperduin in Noord-Holland, die onder meer vogels uit de Delta heeft aangetrokken, zo blijkt uit ringaflezingen.

In recente jaren liggen de grootste kolonies in het Deltagebied op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet en de Hooge Platen in de Westerschelde. Voorheen belangrijke broedplaatsen in de Grevelingen en langs de zuidkust van Schouwen waren recent niet meer bezet (Lilipaly *et al.* 2020). Ringgegevens en kleurringaflezingen geven aan dat de Deltapopulatie functioneert als één geheel met nauw verbonden deelpopulaties, en ook uitwisselt met broedlocaties buiten de Delta, ten minste tot in de Nederlandse en Duitse Waddenzee, oostkust van Engeland en Frankrijk (Schekkerman *et al.* 2017)

Figuur 5.1. Populatieontwikkeling van de Grote Stern in het Nederlandse Zuidwestelijk Deltagebied, 1979-2019 (uit Lilipaly *et al.* 2020).



Figuur 5.2. Reproductiesucces van Grote Stern in het Zuidwestelijk Deltagebied. A: Jaargemiddelden (stippen) en trend (lijn, met 95% betrouwbaarheidsinterval) in 1994-2019. B: Gemiddelden (\pm standaardfout) per deelgebied in 2010-2019.

5.2. Reproductie

Het broedsucces van Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied wordt op de meeste broedplaatsen jaarlijks gevolgd, in ieder geval vanaf eind jaren negentig. In 24 van de 84 locatie-jaren zijn enclosures toegepast. De gemiddelde reproductie over alle meetjaren bedroeg 0.46 vliegvlugge jongen per broedpaar (s.d. over jaren =0.20). De langjarige trend sinds 1999 wijkt niet significant af van een stabiele ontwikkeling (figuur 5.2a; $F_{1,82}=0.13$, $P=0.92$), maar in vergelijking met oudere opgaven voor de kolonies in de Westerschelde en de Grevelingen in de jaren 1980 en 1990 (gemiddeld 0.61-0.83 vvj/bp, tabel 5.1) ligt het huidige broedsucces wel duidelijk lager: 0.49 vvj/bp (s.d. =0.20) in de meest recente 10 jaren.

Verschillen tussen deelregio's in het Deltagebied waren in de recente periode net niet significant ($F_{4,78}=2.45$, $P=0.053$). In het Haringvliet en de Grevelingen lijken Grote Sterns echter succesvoller dan in de Wester- en Oosterschelde (figuur 5.2b). In vergelijking met gepubliceerde reproductiecijfers uit andere populaties Grote Sterns is dat in het Deltagebied het laagste gerapporteerde (tabel 5.1). Het ligt in de Delta tegenwoordig ook lager dan voor de eeuwwisseling. De spreiding in de gerapporteerde reproductiewaarden is echter niet heel groot, althans aanzienlijk minder groot dan bij de Visdief (tabel 4.1). Dat de meeste cijfers betrekking hebben op meer dan 10 meetjaren, waardoor jaarschommelingen flink kunnen uitmiddelen, zal hieraan bijdragen.

5.3. Overleving

Voor de overlevingsanalyse zijn zowel gegevens van in het Zuidwestelijk Deltagebied met metalen rin-

gen geringde Grote Sterns gebruikt, afkomstig van de Nederlandse en Belgische nationale ringcentrales, als gegevens van een recent kleurringproject, uitgevoerd onder de vlag van de Ringgroep Delta. Ringwerk wordt gedaan door Bureau Waardenburg, INBO en DMP. De ringgegevens, terugmeldingen en aflezingen beslaan de periode 1990 t/m 31 juli 2019. Analyse vond plaats met het *joint dead recoveries / live recaptures* model van Burnham (1993) in RMARK. Hiervoor zijn aflezingen en terugvangsten van levende vogels geselecteerd uit het Deltagebied en uit het broedseizoen (1 mei – 30 juli). Doodmeldingen zijn gebruikt uit het gehele jaar en ongeacht de locatie. Voor meer details zie Bijlage 3. De uiteindelijke dataset bevatte 26,849 ringgegevens, 1651 aflezingen en 189 doodmeldingen van Grote Sterns. Ondanks het grote aantal geringde vogels bleek het niet zo eenvoudig om uit de gegevens bruikbare overlevingsschattingen af te leiden. De vele (vooral jonge) met metaal geringde vogels genereren niet veel doodmeldingen en bijzonder weinig levende aflezingen. De gekleurringde Grote Sterns worden in hun eerste 2-3 levensjaren, die verreweg de meeste vogels doorbrengen langs de kusten van Afrika, vrijwel niet afgelezen in de broedkolonies. Als gevolg hiervan kon de overleving voor deze leeftijden niet afzonderlijk worden geschat, maar alleen over de eerste drie levensjaren gezamenlijk ('onvolwassen'). Ook was er onvoldoende data voor aparte schattingen per jaar, en bleken zelfs schattingen per tienjarige periode niet geheel probleemloos te maken.

Het model dat als meest plausibel naar voren kwam schat voor onvolwassen en adulte vogels elk één gemiddelde jaarlijkse overlevingskans voor de gehele onderzoeksperiode 1990-2019. Deze kansen bedroegen respectievelijk 0.65 en 0.94 (tabel 5.2). In een tweede model werd S geschat per periode van tien

Tabel 5.1. Literatuuropgaven van reproductiesucces van Grote Sterns (aantallen vliegvlugge jongen per broed-paar of nest), gerangschikt naar afnemend broedsucces. N geeft het aantal locatie/jaren met gegevens, onder 's.d. / range' is de standaarddeviatie of de spreiding (min-max) van de jaarschattingen vermeld.

gebied	periode	N	gem. vvj/bp	s.d. / range	bron
Hooge Platen, Nederland	1988-1999	12	0.83	0.13	Beijersbergen 2001
Scolt Head, VK	1953-1969	17	0.76	0.0-1.4	Chestney 1970
Grevelingen, Nederland	1980-1990	11	0.72	-	Derks & de Kraker 1991
Verenigd Koninkrijk	1986-2005	130	0.71	0.34	Mavor <i>et al.</i> 2008
Verenigd Koninkrijk	2006	12	0.70	0.37	Mavor <i>et al.</i> 2008
Griend, Nederland	1961-1972	12	0.70	0.4-1.1	Veen 1977
Griend, Nederland	1980-1991	12	0.68	0.2-1.0	Stienen & Brenninkmeijer 1992
Coquet Island, VK	1955-1970	16	0.64	0.6-1.1	Dunn 1972
Grevelingen, Nederland	1991-1999	9	0.61	0.18	Derks & de Kraker 2005
Norderoog, Duitsland	1965-1967	3	0.60	0.1-0.8	Schmidt 1969
Waddengebied, Nederland	2005-2016	12	0.50	0.24	Koffijberg <i>et al.</i> 2017
ZW Deltagebied, Nederland	2010-2019	10	0.49	0.16	deze studie

Tabel 5.2. Overlevingsschattingen (S) voor onvolwassen en adulte Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied voor tienjarige perioden en over de gehele onderzoeksperiode 1990-2019.

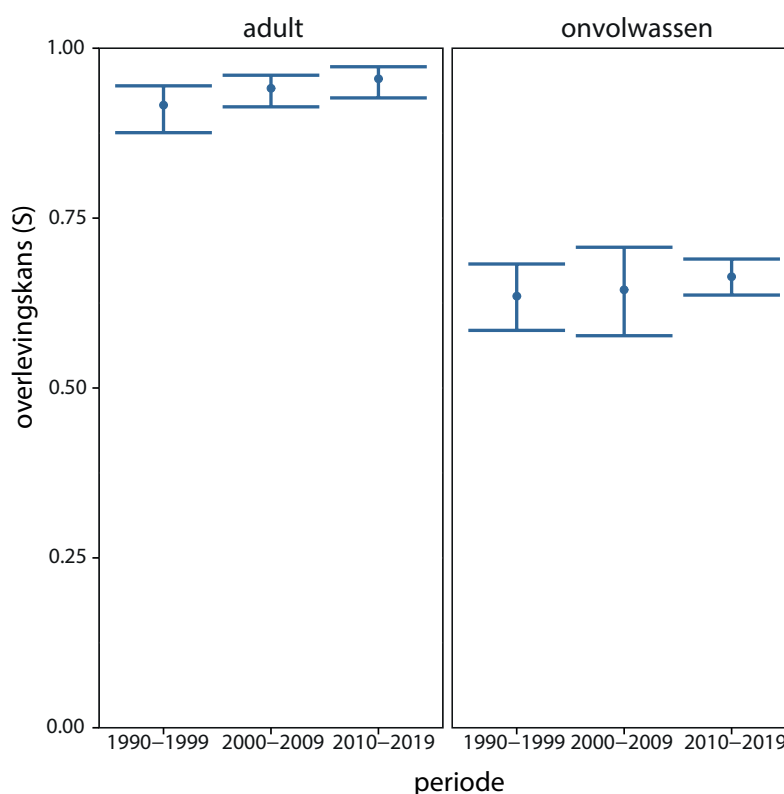
periode	onvolwassen*	95%-betr	interval	adult	95%-betr	interval
1990-2019**	0.652	0.627	0.676	0.940	0.888	0.969
1990-1999	0.635	0.585	0.682	0.916	0.876	0.945
2000-2009	0.645	0.577	0.707	0.941	0.914	0.960
2010-2019	0.664	0.637	0.690	0.955	0.927	0.973

* jaarlijkse kans berekend over 3 jaar; ** als beste geselecteerde model

jaar (wat alleen lukte door de *fidelity* parameter F te fixeren; zie Bijlage 3). Voor beide leeftijdsgroepen, maar vooral voor volwassen vogels, suggereert dit model een lichte toename in de overleving (tabel 5.2, figuur 5.3). Het model met constante S werd echter als plausibeler beoordeeld, dus de aanwijzingen voor zo'n toename zijn zwak.

De overlevingsschattingen uit het Deltagebied komen tamelijk goed overeen met literatuuropgaven voor enkele andere populaties van Grote Sterns, maar zijn voor de volwassen vogels hoger dan schattingen uit Groot-Brittannië (tabel 5.3). Dit geldt vooral voor de laatste tien jaar ($S_a=0.96$). Het is denkbaar dat deze hoge schatting mede een gevolg is van de recente intensivering van het ringwerk. Terugmeldingen en aflezingen in deze periode betreffen voor een groot deel vogels geringd als kuiken, en voor zover het adulte vogels betreft daarmee vooral 'jong-volwassenen' van maximaal zeven jaar oud. Het is goed mogelijk dat deze een relatief hoge

jaarlijkse overlevingskans hebben en dat op enig moment daarna de sterfte toeneemt door veroudering. Voor Grote Sterns is niet goed bekend hoe de overleving van volwassen vogels samenhangt met hun leeftijd, maar bij Visdieven neemt deze na het tweede levensjaar eerst toe tot rond het achtste jaar en daarna weer af (Breton *et al.* 2014). In tabel 5.3 valt echter ook op dat voor Britse Grote Sterns de schatting van Jiménez-Muñoz *et al.* (2019) over 1970-1990 lager uitvalt dan die van Robinson (2010) over de periode daarna. Dit kan wijzen op een daadwerkelijke verbetering van de overleving in de afgelopen halve eeuw. Het is echter ook denkbaar dat dit is veroorzaakt doordat in het verleden minder slijtvaste (aluminium) metaalringen werden gebruikt; verlies van zulke ringen leidt tot een onderschatting van de overleving doordat sterfgevallen op hoge leeftijd vaker buiten beeld blijven in de terugmeldingen. In Nederland worden sinds ongeveer 1995 alle Grote Sterns geringd met slijtvaste ringen van roestvrij staal, na een overgangperiode vanaf 1990 (*pers. med.* P. Wolf).



Figuur 5.3. Overlevingsschattingen, met 95%-betrouwbaarheidsinterval, voor onvolwassen en adulte Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied per periode van 10 jaar.

Tabel 5.3. Literaturopgaven van gemiddelde jaarlijkse overlevingskansen van Grote Sterns.

gebied	periode	adult S	s.e.	1 ^e t/m 3 ^e jr S	s.e.	bron
ZW Deltagebied, NL	1990-2019	0.94	0.02	0.28	0.01	deze studie
ZW Deltagebied, NL	2010-2019	0.96	0.01	0.29	0.01	deze studie
Griend, Nederland	1991-2010	0.95	-	0.29*	-	van der Jeugd <i>ea.</i> 2014
Verenigd Koninkrijk	1990-2006	0.90	0.03	0.20**	0.07	Robinson 2010
Verenigd Koninkrijk	1970-1990	0.87	0.01	0.57***	0.01	Jiménez-Muñoz <i>ea.</i> 2019

* 1^e jaar 0.302, 2^e+3^e jaar 0.956; ** 1^e jaar 0.36±0.22, 2^e/3^e jaar 0.74±0.21; *** 1^e jaar 0.74±0.16, 2^e+3^e jaar niet geschat, hier gelijk verondersteld aan adult.

5.4. Populatiemodelling

Modelparametrisatie

Het populatiemodel voor de Grote Stern kent zes leeftijdsklassen: juveniele, één, twee, drie, vier en vijf jaar oude vogels, en vogels ouder dan 5 jaar. Deze indeling is gebaseerd op de variatie in leeftijden waarop voor het eerst wordt gebroed. Hierover is voor Grote Sterns niet veel kwantitatieve informatie beschikbaar, behalve dat het gros van de vogels dit doet wanneer 3-4 jaar oud, en twee jaar oude vogels (vrijwel) nog niet (Veen 1977; Cramp 1985). Rekening houdend met deze informatie zijn waarden voor de leeftijdsspecifieke broedkansen B_x gebaseerd op beschikbare schattingen voor de Visdief (§4.4), maar met $B_2=0$. Ook de fractie adulte Grote Sterns die een broedpoging doet is geschat op basis van de informatie over Visdieven ($B_a=0.95$). Leeftijdsafhankelijke waarden voor de overleving zijn ontleend aan de ringanalyse in §5.3. Omdat de schattingen van S_a per 10-jarige periode enigszins onzeker zijn en die voor 2010-2019 opvallend hoog in vergelijking met literatuurgegevens, zijn in het basismodel de gemiddelde waarden over de gehele onderzoeksperiode gebruikt: $S_a=0.94$ en $S_j=S_1=S_2=0.65$ (totale overleving over eerste drie levensjaren 0.28). Voor de reproductie is het gemiddelde broedsucces in het Zuidwestelijk Deltagebied over de laatste 10 jaar gebruikt (0.49 vj/bp). Dit leidt tot de parameterwaarden in tabel 5.4.

Resultaten

Met de parameterwaarden uit tabel 5.4 voorspelt het model een stabiele ontwikkeling van de populatie Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied ($\lambda=1.00$). De lineaire trend door de vastgestelde aantallen broedparen in de afgelopen tien jaar is een lichte daling met gemiddeld 3% per jaar ($\lambda=0.97$), maar dit maskeert een aanvankelijke flinke stijging gevolgd door een nog forsere afname (figuur 5.4). Omdat het populatiemodel erop wijst dat de gemiddelde reproductie van Grote Sterns in het Deltagebied in balans is met de sterfte, is het goed mogelijk dat het verschil tussen de voorspelde en de waargenomen ontwikkeling vooral tot stand komt door uitwisseling van individuen met populaties buiten de (Nederlandse) Delta. Waarschijnlijk is de toename tussen 2011 en 2013 voornamelijk gevoed door vogels afkomstig uit de rond die tijd sterk afnemende kolonie op Griend in de Waddenzee. Vanaf 2016 heeft de nieuwe kolonie bij Camperduin (Noord-Holland; 1700-3500 broedparen in 2017-2019) broedvogels uit de Delta opgenomen, maar ten tijde van de sterkste terugval in 2014-2016 was die er nog niet of nog klein (55 paren in 2016). Ook de sterke groei van de Texelse kolonie in Utopia na 2013 werd deels gevoed door vogels uit het Deltagebied.

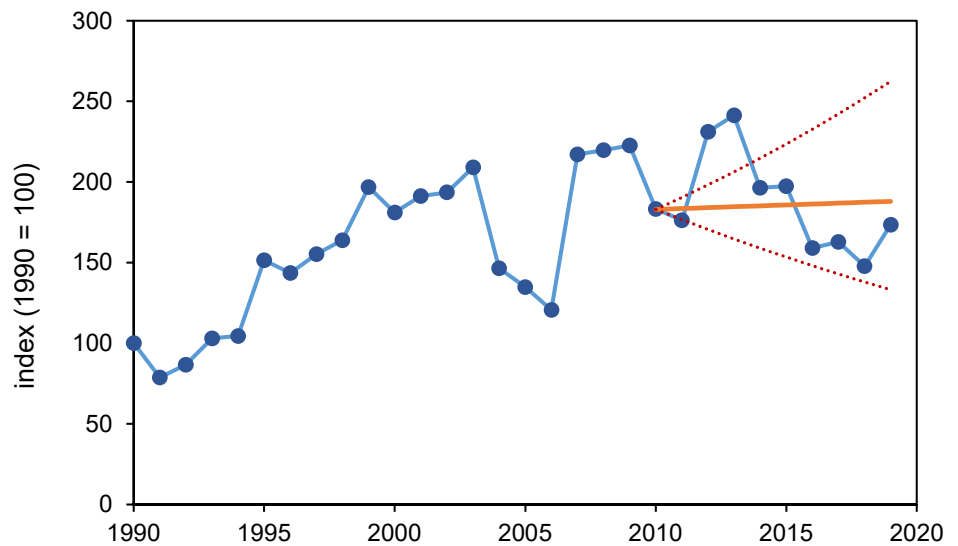
Naast emigratie naar andere kolonies kan een alternatieve verklaring voor het verschil tussen voorspelde en de waargenomen trend zijn dat de gebruikte

Tabel 5.4. Demografische parameters in het populatiemodel voor Grote Stern. s.e. is de standaardfout van het gemiddelde, c.v. de standaarddeviatie van de jaarschattingen gedeeld door het gemiddelde.

demografische parameter	symbool	gemiddelde	s.e.	c.v
fractie 2kj broedend	B_1	0.00	0.00	-
fractie 3kj broedend	B_2	0.00	0.00	-
fractie 4kj broedend	B_3	0.59	0.05	-
fractie 5kj broedend	B_4	0.90	0.05	-
fractie >5kj broedend	B_a	0.95	0.03	-
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.49	0.05	0.41
overleving 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e jaar (1-4kj)	$S_j=S_1=S_2$	0.65	0.02	*0.43
overleving adult (vanaf 3kj)	S_a	0.94	0.02	*0.11

* c.v. over jaarschattingen voor populatie op Griend (van der Jeugd *et al.* 2014).

Figuur 5.4. Waargenomen populatieontwikkeling van Grote Stern in het Nederlandse Zuidwestelijk Deltagebied (blauw; jaarindexen t.o.v. 1990 uit het NEM) en de met het populatiemodel voorspelde ontwikkeling in de laatste 10 jaar (rood, met 95% interval gebaseerd op onzekerheid over demografische parameters).



waarden van de demografische parameters niet geheel representatief zijn. Hoewel de meeste hiervan zijn geschat op basis van data uit de Deltapopulatie zelf zit hierin wel enige speelruimte. Zo is voor adultenoverleving $S_a=0.94$ gebruikt, berekend over de gehele periode sinds 1990, terwijl de (onzekerder) schatting over de laatste tien jaar wat hoger lag ($S_a=0.96$). Bij die waarde (en de overige parameters als in tabel 5.4) wordt $\lambda=1.02$ voorspeld (toename 2%/jaar), dus nog iets méér uitstijgend boven de waargenomen trend. Bij een wat lagere $S_a=0.90$, zoals geschat door Robinson (2010) op basis van Britse ringgegevens, valt de modelvoorspelling ($\lambda=0.97$) samen met de waargenomen trend. Van de broedkansen B_x heeft die voor de adulte vogels (B_a) de meeste invloed op λ , en over deze parameter was voor Grote Sterns geen kwantitatieve schatting voorhanden. De voorspelling valt samen met de waargenomen trend als $B_a=0.4$. Het lijkt uitermate onwaarschijnlijk dat structureel zo'n klein deel van de adulte vogels tot broeden komt. Aan de andere kant is het in het licht van de forse lokale en regionale aantalsschommelingen de vraag of de betrokken vogels in elk jaar *erger* tot broeden zijn gekomen, of een deel toch wel eens een jaar heeft overgeslagen. Mogelijk zal recent opgestart onderzoek waarbij Grote Sterns worden uitgerust met GPS-loggers meer licht werpen op het voorkomen van niet-broedjaren, hoewel dat niet het primaire doel van dit onderzoek is.

Een interessante vraag die met het model kan worden beantwoord is of de gestage toename van de broedpopulatie in het Deltagebied tussen ca. 1990 en 2003 (zie figuur 5.1) is te verklaren door eigen aanwas. Op basis van gegevens gerapporteerd door Beijersbergen (2001) en Derks & de Kraker (2005) bedroeg het gemiddelde broedsucces in de Zuidwestelijke Delta in 1988-2003 0.67 vvj/bp (s.d.=0.19). Met de instellingen voor broedkansen en overleving uit het basismodel voorspelt het model

hiermee $\lambda=1.02$, dicht bij de waargenomen gemiddelde groeisnelheid van 3% per jaar ($\lambda=1.03$). De aantelstoeiname in die periode lijkt dus vooral te zijn aangestuurd door het destijds hogere broedsucces. Een gevoeligheidsanalyse van het model wijst uit dat de populatiegroeisnelheid verreweg het meest gevoelig is voor het gemiddelde niveau van de overleving, met name die van volwassen Grote Sterns, en veel minder voor de reproductie R en de broedkansen B_x (tabel 5.5, elasticiteit). Bij een jaarlijkse adultenoverleving ruim boven 90% heeft variatie daarin een groot effect op het aantal gerealiseerde broedjaren, en daarmee ook een groot effect op het aantal jongen geproduceerd over de totale levensduur, in vergelijking met het aantal jongen per broedjaar. Omdat ze over meer jaren doorwerkt heeft de adultenoverleving ook een sterker effect op λ dan de overleving van onvolwassen vogels. Op de kortere termijn is de populatieontwikkeling echter ook gevoelig voor de variatie tussen jaren in de verschillende demografische parameters. Voor het Deltagebied hebben we daarover wel gegevens voor het reproductiesucces, maar niet voor de overleving, doordat het niet lukte om op basis van de ringgegevens afzonderlijke jaarschattingen te berekenen. Van der Jeugd *et al.* (2014) rapporteren wel jaarvariatie in de overleving, op basis van een geïntegreerd model voor de broedpopulatie van Griend in de Waddenzee. De relatieve grootte van schommelingen in de adultenoverleving (c.v.=0.11, tabel 5.4) is op basis van die gegevens aanzienlijk kleiner dan die voor de overleving van onvolwassen sterns van Griend en van het reproductiesucces in de Delta (beide c.v.~0.4). Deze gegevens indiceren dat variatie in de overleving van adulte sterns ook voor korte-termijn variatie in λ de meest invloedrijke parameter is, al zijn hierin de verschillen tussen parameters aanzienlijk kleiner (tabel 5.5). Tabel 5.5 laat verder zien dat voor een stabiele populatieontwikkeling het gemiddelde broedsucces in het

Tabel 5.5. Gevoeligheidsindicatoren voor de populatieontwikkeling van Grote Stern in het Zuidwestelijk Deltagebied. Sensitiviteit en elasticiteit zijn de absolute resp. proportionele verandering in λ teweeggebracht door een bepaalde absolute resp. proportionele verandering in de demografische parameter. LTRE is de elasticiteit vermenigvuldigd met de c.v. van de jaarvariatie in de parameter (uit tabel 5.4), en geeft de relatieve bijdrage weer van de parameter aan korte-termijn variatie in populatiegroei (voor de broedkansen B_x kan deze niet worden berekend doordat de jaarvariatie onbekend is). De laatste kolom geeft weer welke waarde elke parameter moet hebben om een stabiele populatie te verkrijgen, als alle andere parameters de waarden uit tabel 5.4 behouden.

parameter		waarde	sensitiviteit	elasticiteit	LTRE	nodig voor $\lambda = 1$
fractie 1jr / 2jr broedend	B_1	0.00	0.011	0.000	.	-
fractie 1jr / 2jr broedend	B_2	0.00	0.005	0.000	.	-
fractie 3jr (4kj) broedend	B_3	0.59	0.005	0.003	.	0.10
fractie 4jr (5kj) broedend	B_4	0.90	0.005	0.004	.	0.15
fractie >4jr (>5kj) broedend	B_a	0.95	0.050	0.047	.	0.89
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.49	0.110	0.054	0.022	0.46
overleving eerste 3 jaar (1-4kj)	$S_3=S_1=S_2$	0.65	0.240	0.156	0.067	0.64
overleving adult (v.a.3kj)	S_a	0.94	0.880	0.825	0.091	0.94

Deltagebied nog een fractie lager zou mogen liggen dan nu, nl op 0.46 vvj/bp. Tegelijkertijd betekent dit dat het huidige gemiddelde broedsucces geen duidelijke populatiegroei toelaat of leidt tot versterking van populaties elders met een aanzienlijk in de Delta geproduceerd jongenoverschot. Dat hierin weinig marge zit wordt ook geïllustreerd doordat elke afname van de huidige geschatte adultenoverleving, zelfs met 1 procentpunt, leidt tot een $\lambda < 1.0$, en dus een afname. De historische modelverkenning liet zien dat dit rond de jaren 1990 nog anders lag; toen maakte een hoger broedsucces een gestage toename mogelijk.

5.5. Conclusie

De beschikbare gegevens indiceren dat de populatie Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied in de afgelopen jaren demografisch gezien in balans was, maar dat er in die balans geen 'marge' is voor eigen groei of netto export van jonge vogels naar andere populaties. De in vergelijking met (weinige) schattingen in de

literatuur tamelijk hoge overleving is een belangrijke pijler onder deze balans, aangezien het gemiddelde broedsucces helemaal onderin de spreiding zit van cijfers uit langjarige studies elders.

De op basis van de demografische informatie voorspelde stabiele populatieontwikkeling was iets gunstiger dan de waargenomen trend in de broedaantallen over de laatste tien jaar (-3%/jaar). De broedpopulatie in het Nederlandse Deltagebied vertoonde in deze decade forse schommelingen rond die trend, die waarschijnlijk deels zijn te verklaren door uitwisseling met kolonies in België en Noord-Nederland en wellicht nog verder weg. Netto emigratie van volwassen vogels kan daarmee een verklaring zijn voor het verschil tussen de voorspelde en waargenomen trend, maar daarnaast is onduidelijk in hoeverre adulte Grote Sterns vrijwel jaarlijks tot broeden komen of misschien toch geregeld een jaar overslaan. De huidige demografische toestand van de populatie Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied is ongunstiger dan rond de jaren 1990, toen een hoger broedsucces (gemiddeld 0.67 vvj/bp) een gestage populatiegroei mogelijk maakte.

6. Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw

6.1. Voorkomen in het Zuidwestelijk Deltagebied

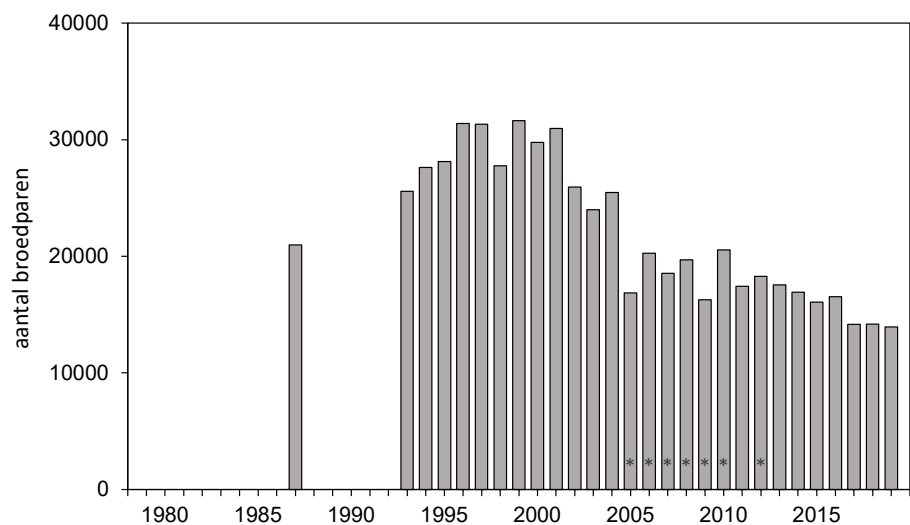
Zilvermeeuw

De Zilvermeeuw is als broedvogel in het Zuidwestelijk Deltagebied aan het eind van de vorige eeuw sterk toegenomen, tot een maximum van ruim 30 000 paren rond de eeuwwisseling. Sindsdien zijn de aantallen echter weer fors gedaald, tot 14 000-15 000 in recente jaren (figuur 6.1). Dit is iets minder dan de helft van de Nederlandse broedpopulatie (32.000-35.000, Koffijberg 2018). De grootste kolonies liggen in het Sloegebied (Westerschelde), Maasvlakte/Europoort (Rotterdam), op de Veermansplaten (Grevelingen) en Neeltje Jans (Voordelta). Bijna 7 % van de populatie broedde in 2019 in natuurontwikkelingsgebieden (Lilipaly *et al.* 2020), een in vergelijking met andere kustbroedvogels zoals sterns en Kluut gering, maar wel toenevend aandeel. De Vlaamse populatie is sinds 2004 tamelijk stabiel gebleven en schommelt rond 2000 paren (Vermeersch *et al.* 2020).

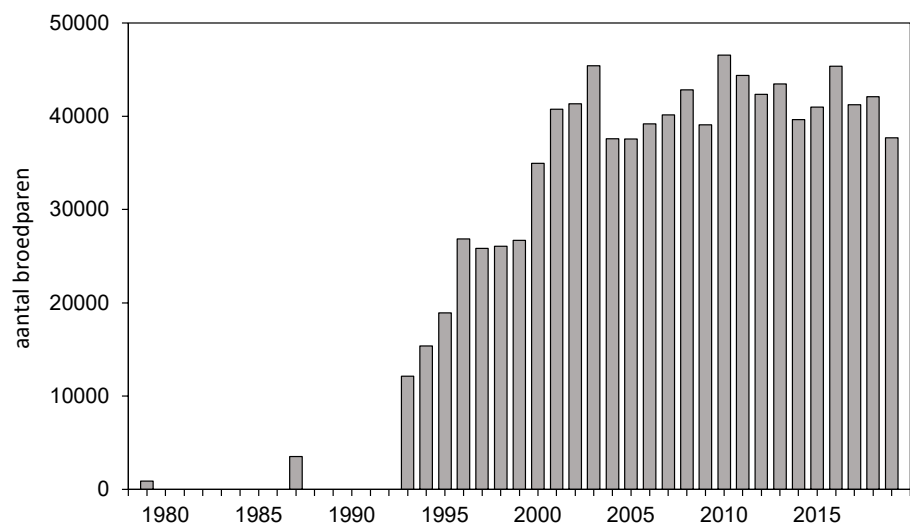
Kleine Mantelmeeuw

De Kleine Mantelmeeuw is een relatieve nieuwkomer die zich pas rond 1970 vestigde als broedvogel in het Zuidwestelijk Deltagebied. Na een sterke toename in de jaren 1990 stabiliseerde het aantal broedparen zich rond de eeuwwisseling, waarna jaarlijks tussen 40 000 en 45 000 broedparen worden geteld in het Nederlandse deel van het Deltagebied, met in 2019 een verdere daling naar 37 700 paren (figuur 6.2). Dit is ca. 40% van de Nederlandse broedpopulatie (Koffijberg 2018). Ongeveer de helft hiervan broedt in het Rotterdamse havengebied (Maasvlakte/Europoort). Andere grote kolonies liggen langs de Westerschelde (Sloegebied), Hollands Diep (Sassenplaat/ Moerdijk) en Ventjagersplaten, en op Neeltje Jans in de Voordelta (Lilipaly *et al.* 2020). De Vlaamse populatie schommelde in de periode 2000-2013 rond de 4000 broedparen, maar nam daarna af tot 1500-3000 paren (Vermeersch *et al.* 2020).

Figuur 6.1. Populatieontwikkeling van de Zilvermeeuw in het Zuidwestelijk Deltagebied, 1979-2019 (uit Lilipaly *et al.* 2020a). Ontbrekende staven zijn jaren zonder telling; aantallen met een asterisk * zijn incompleet.



Figuur 6.2. Populatieontwikkeling van de Kleine Mantelmeeuw in het Zuidwestelijk Deltagebied, 1979-2019 (uit Lilipaly *et al.* 2020). Ontbrekende staven zijn jaren zonder telling.



In het Rotterdamse havengebied worden tegenwoordig jaarlijks duizenden eieren geraapt om overlast door broedende vogels te verminderen en vestigingen te voorkomen op te ontwikkelen locaties. In 2019 vond hier als gevolg daarvan een forse afname plaats (met 6600 paren), die deels werd gecompenseerd door een toename elders. In de nabije toekomst zullen nog meer Kleine Mantelmeeuwen op zoek moeten naar een nieuwe broedplaats vanwege het in gebruik nemen van optieterreinen. Dit kan gaan leiden tot een grotere druk op natuurgebieden waar ook andere kustbroedvogels broeden. In 2019 broedde 8% van alle Kleine Mantels in het Deltagebied in natuurontwikkelingsgebied (Lilipaly *et al.* 2020).

6.2. Reproductie

Zilvermeeuw

Over reproductiesucces van Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw in de Zuidwestelijke Delta zijn slechts beperkt gegevens beschikbaar. Weliswaar worden deze soorten meegenomen in de waarnemingen met de 'extensieve methode' op plaatsen waar ook andere soorten kustbroedvogels voorkomen, maar in veel grote meeuwenkolonies zoals die in de havengebieden van Rotterdam, Vlissingen en Zeebrugge zijn geen metingen verricht. Het is daarom zeer de vraag in hoeverre de wel beschikbare schattingen (in het geval van de Zilvermeeuw voor 148 locatie-jaren in

het Zuidwestelijk Deltagebied) representatief zijn voor de Delta-populatie als geheel.

Omdat in de laatste tien jaar op meer locaties gegevens zijn verzameld beperken we de presentatie van gegevens hier hoofdzakelijk tot deze periode. Het gemiddelde reproductiesucces lag toen op ca. 0.63 vliegvlugge jongen per broedpaar, met grote verschillen tussen jaren (s.d.=0.51) en lage waarden in de laatste drie jaar (ca. 0.3 vvj/bp). Er zijn aanwijzingen voor verschillen tussen deelregio's, en voor een afname van de gemiddelde jongenproductie, maar in het licht van de beperkte representativiteit van de onderzochte kolonies is onduidelijk hoe reëel deze zijn en hoe ze moeten worden geïnterpreteerd. Het gemiddelde broedsucces in de Zuidwestelijke Delta berekend op basis van de huidige, onvolledige gegevens is vergelijkbaar met dat in de jaren 1990 op Schouwen, ligt lager dan gevonden in een intensief bestudeerde kolonie op Texel, maar iets hoger dan de meest recente gerapporteerde waarden elders uit het Waddengebied (tabel 6.1). Opvallend in de literatuuropgaven is de grote spreiding in broedsucces tussen gebieden (0.13-1.57 vvj/bp), maar ook tussen perioden binnen eenzelfde gebied (bv. Terschelling jaren 1960 vs jaren 1980).

Kleine Mantelmeeuw

Voor de reproductiegegevens uit de 109 locatie-jaren voor Kleine Mantelmeeuw geldt hetzelfde als voor de Zilvermeeuw: de representativiteit ervan voor de Delta als geheel is zeer twijfelachtig doordat in de

Tabel 6.1. Literatuuropgaven van reproductiesucces van Zilvermeeuwen (aantallen vliegvlugge jongen per broedpaar of nest), gerangschikt naar afnemend broedsucces. N geeft het aantal locatie/jaren met gegevens, s.d. de standaarddeviatie.

gebied	periode	N	gem. vvj/bp	s.d.	bron
duinen Wassenaar, Nederland	1980	1	1.57		Spaans 1998b
Isle of May, Verenigd Koninkrijk	1989-1994	6	1.38	0.31	(Wanless <i>et al.</i> 1996)
Terschelling, Nederland	1967-1969	3	1.25-1.50		Spaans 1998b
Trébéron, Frankrijk	1983-1988	5	1.20-1.48		(Pons and Migot 1995)
Walney, Verenigd koninkrijk	1962-1965	4	1.0		(Brown 1967)
Havergate, Verenigd koninkrijk	2010-2011	2	0.98		(Davis <i>et al.</i> 2018)
Texel, Nederland	2006-2010	5	0.93	0.28	Camphuysen & Gronert 2010
7 kolonies, Verenigd Koninkrijk	1986-2005	21	0.91	0.21	Mavor <i>et al.</i> 2008
Niedersachsen, Duitsland	2010-2012	5	0.73	0.37	Thorup & Koffijberg 2016
Skomer, Verenigd Koninkrijk	1962-2018	57	0.68		(Stubbings <i>et al.</i> 2018)
Schouwen, Nederland	1991-1994	4	0.68		Vercrujse 1999
Trébéron, Frankrijk	1989-1990	2	0.67		Pons & Migot 1995
ZW Deltagebied, Nederland	2010-2019	10	0.63	0.51	deze studie
Waddengebied, Nederland	2005-2016	12	0.49	0.10	Koffijberg <i>et al.</i> 2017
Terschelling, Nederland	1983-1984	2	0.34-0.43		Spaans 1998b
Sleeswijk-Holstein, Duitsland	2010-2012	7	0.32	0.17	Thorup & Koffijberg 2016
Langli, Denemarken	2009-2012	4	0.29	0.16	Thorup & Koffijberg 2016
Orford Ness, Verenigd koninkrijk	2010-2011	2	0.22		Davis <i>et al.</i> 2018
Terschelling, Nederland	1985, 1990	2	0.13		(Brouwer <i>et al.</i> 1995)

Tabel 6.2. Literatuuropgaven van reproductiesucces van Kleine Mantelmeeuwen (aantallen vliegvlugge jongen per broedpaar of nest), gerangschikt naar afnemend broedsucces. N geeft het aantal locatie/jaren met gegevens, s.d. de standaarddeviatie.

gebied	periode	N	gem. vvj/bp	s.d.	bron
duinen Wassenaar, Nederland	1980	1	1.77		(Spaans, 1998a)
Noordplaat, Volkerak, Nederland	2010	1	1.62		(Gyimesi <i>et al.</i> 2016)
Walney, Verenigd Koninkrijk	1962-1965	4	1.00		Brown 1967
Havergate, Verenigd Koninkrijk	2010-2011	2	0.98		Davis <i>et al.</i> 2018
Isle of May, Verenigd Koninkrijk	1989-1994	6	0.81		Wanless <i>et al.</i> 1996
Niersachsen, Duitsland	2010-2012	5	0.65	0.31	Thorup & Koffijberg 2016
Langli, Denemarken	2009-2012	4	0.59	0.62	Thorup & Koffijberg 2016
ZW Deltagebied, Nederland	2010-2019	10	0.55	0.35	deze studie
6 kolonies, Verenigd Koninkrijk	1986-2005	10	0.53	0.33	Mavor <i>et al.</i> 2008
meerdere kolonies, VK	1982-1998	17	0.46	-	Perrins & Smith 2000
Texel, Nederland	2006-2010	5	0.43	0.17	Camphuysen & Gronert 2010
Waddengebied, Nederland	2005-2016	12	0.42	0.26	Koffijberg <i>et al.</i> 2017
Sleeswijk-Holstein, Duitsland	2010-2012	7	0.25	0.17	Thorup & Koffijberg 2016
Orford Ness, Verenigd Koninkrijk	2010-2011	2	0.22		Davis <i>et al.</i> 2018
Lilla & Stora Karlsö, Zweden	2003-2005	4	0.09		Lif <i>et al.</i> 2005, Capandegui 2006

grootste kolonies nauwelijks of geen gegevens zijn verzameld. Over de afgelopen 10 jaar (periode met de meeste waarnemingen) bedroeg het gemiddelde reproductiesucces op de meetlocaties 0.55 vliegvlugge jongen per broedpaar, met een s.d. over jaren van 0.35. Ook bij deze soort zijn er aanwijzingen voor verschillen tussen deelregio's en wellicht voor een afname, maar hoeveel deze te betekenen hebben is onduidelijk.

Het uit de onvolledige gegevens berekende gemiddelde broedsucces in de Zuidwestelijke Delta ligt op een iets hoger niveau dan in de goed bestudeerde kolonie op Texel en op locaties elders in de Waddenzee (tabel 6.2), maar beduidend lager dan de hoogste gemeten waarden in Nederland in éénjarige studies. In vergelijking met langjarige gemiddelden in buitenlandse gebieden zit het in de middenmoot (tabel 6.2).

6.3. Overleving

In de overlevingsanalyse voor Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw zijn eerst op basis van alle gegevens gezamenlijk jaarlijkse overlevingskansen geschat voor drie leeftijdsklassen. Vervolgens zijn twee detailvragen nader bekeken: mogelijke effecten van foerageerhabitat van adulte broedvogels ('zee en kust', 'binnenland' of 'gemengd') op de overleving en mogelijke effecten van broedlocaties in haventerrein (waar in recente jaren intensieve ontwikkeling plaatsvindt die gepaard gaat met verstoringen) vs. overige terreinen op de plaatstrouw van volwassen meeuwen. In de grote havengebieden in de Delta was aanvankelijk veel open terrein beschikbaar met voldoende ruimte en rust voor grote meeuwenkolonies. Recent

worden echter steeds meer van deze terreinen in gebruik genomen en/of vrij gehouden van broedende meeuwen. We verwachten dat dit effect zal hebben op de broedplaatstrouw van volwassen meeuwen. Gedwongen verhuizing van deze broedvogels kan leiden tot druk op geschikte broedplaatsen elders waar ook andere soorten kustbroedvogels voorkomen die gevoelig zijn voor predatie en/of verstoring door grote meeuwen.

Gegevens en analyse

De overlevingsanalyse is gebaseerd op zowel aflezingen en terugmeldingen als doodmeldingen van 18864 Kleine Mantelmeeuwen en 10442 Zilvermeeuwen die in de periode 2003-2019 zijn gekleurd in de Nederlandse Delta en westelijk Vlaanderen. De kleurringprojecten zijn opgezet en gecoördineerd door Buijs Eco Consult (BEC) en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO). Bij de Kleine Mantelmeeuw leverden de gekleurde individuen 858 doodvondsten op (waarvan 59% juveniel) en 31520 levende terugmeldingen. Bij de Zilvermeeuw waren dit 585 doodvondsten (waarvan 54% juveniel) en 13232 levende terugmeldingen. Bijlage 4 geeft nadere details over de gegevensset en de analyse.

De overlevingskansen S zijn geschat met het *live/dead* model van Burnham (1993), rekening houdend met variatie in de aflees- en doodmeldkansen p en r en de mate van trouw aan het studiegebied F . De gegevens van de twee soorten zijn gezamenlijk geanalyseerd, omdat verwacht werd dat het waarneemproces dat leidt tot de meldkansen r en p bij hen vergelijkbaar verloopt, en het delen van informatie hierover alle schattingen robuuster kan maken. In

de analyse zijn de variabelen soort, dataset (BEC/INBO), leeftijd (juv: 1^{ste} levensjaar, subadult_{sa}: 2^{de}-4^{de} levensjaar, adult_a: vanaf 5^{de} levensjaar) en tijd meegenomen. Voor het effect van tijd is gekeken naar afzonderlijke jaareffecten en naar een trend over de jaren. In de vervolganalyses zijn de variabelen ‘foerageerhabitat’ (zee en kust/ binnenland/ gemengd) en ‘haven’ (kolonie in havengebied/ elders) toegevoegd, respectievelijk aan het model voor de overleving van adulte meeuwen en aan het model voor de broedplaatstrouw van adulte meeuwen (omdat we in beide gevallen minder of geen effect verwachten op juveniele en subadulte vogels).

Meldkans en trouw aan het studiegebied

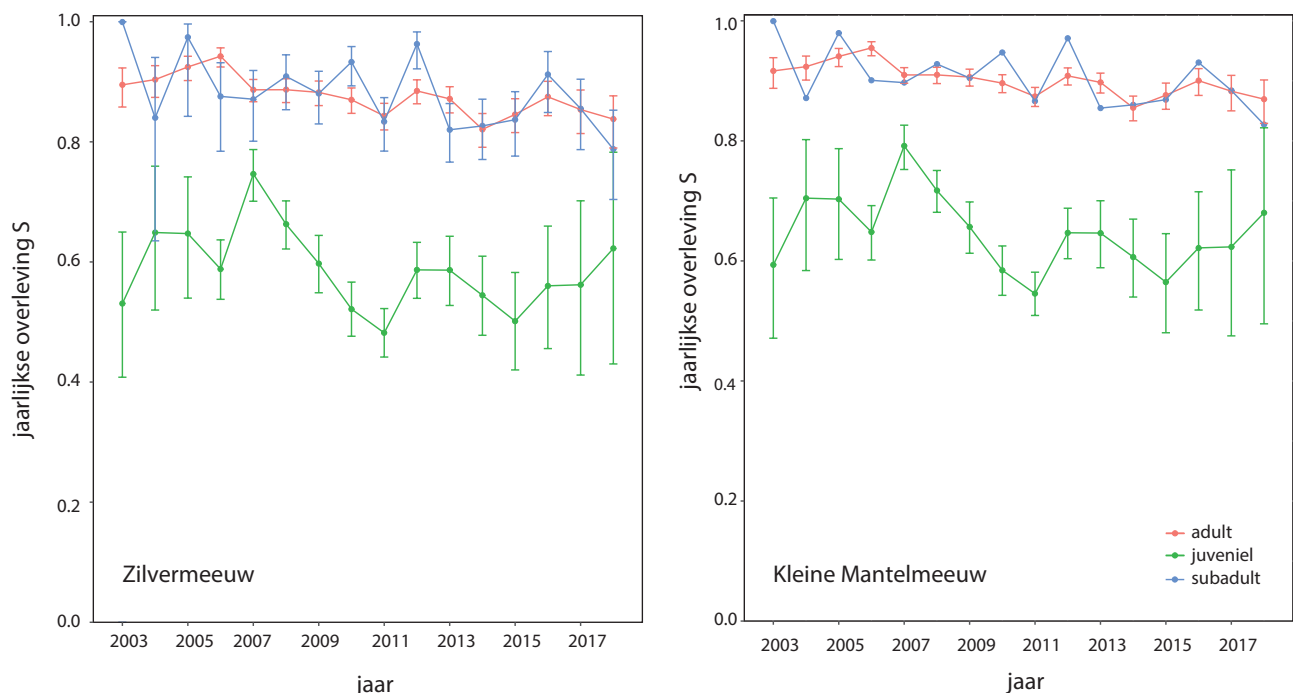
In het model dat als beste naar voren kwam uit de analyse met afzonderlijke jaareffecten in de overleving nam de meldkans (r) van dode individuen consistent af in de tijd, maar verschilde de mate waarin tussen de datasets en leeftijdsklassen. De terugmeldkans van levende individuen (p) liet een ander beeld zien. Deze kans was bij alle leeftijdsklassen groter in de Belgische (INBO) dan in de Nederlandse dataset (BEC), behalve in de laatste jaren bij de adulte vogels, toen deze kans iets groter was bij de Nederlandse kolonies, doordat deze daar minder sterk was afgenomen. De terugmeldkans nam bij de adulte meeuwen af, maar bij de juveniele en subadulte vogels juist toe. Beide meldkansen waren bij Kleine Mantelmeeuw iets kleiner dan bij Zilvermeeuw.

De plaatstrouw aan ring- en afleeslocaties (F) was

bij adulte Kleine Mantelmeeuwen in de beginjaren zeer groot (100%), maar nam af naar 88% aan het einde van de studie. Bij adulte Zilvermeeuwen was de plaatstrouw constant op 94%. Bij subadulte vogels was een omgekeerd patroon te zien: daar nam F bij Zilvers iets toe (84->97%) maar was constant (97%) bij Kleine Mantels. De trouw aan het studiegebied van juveniele vogels was bij beide soorten 100% in de beginjaren en nam bij Kleine Mantels zeer sterk af (naar 13% in 2018) maar bij Zilvers slechts licht (naar 83%). Dit verschil ontstaat doordat veel jonge Kleine Mantelmeeuwen ‘s zomers in of nabij de overwinteringsgebieden in ZW-Europa en NW-Afrika blijven en pas als adult in het studiegebied worden teruggezien, en veel jongen geringd in de laatste paar jaren dus nog niet naar het Zuidwestelijk Deltagebied zijn teruggekeerd. Zilvermeeuwen trekken in de winter niet of minder ver weg en de juveniele en subadulte vogels blijven dus ‘afleesbaar’.

Overleving

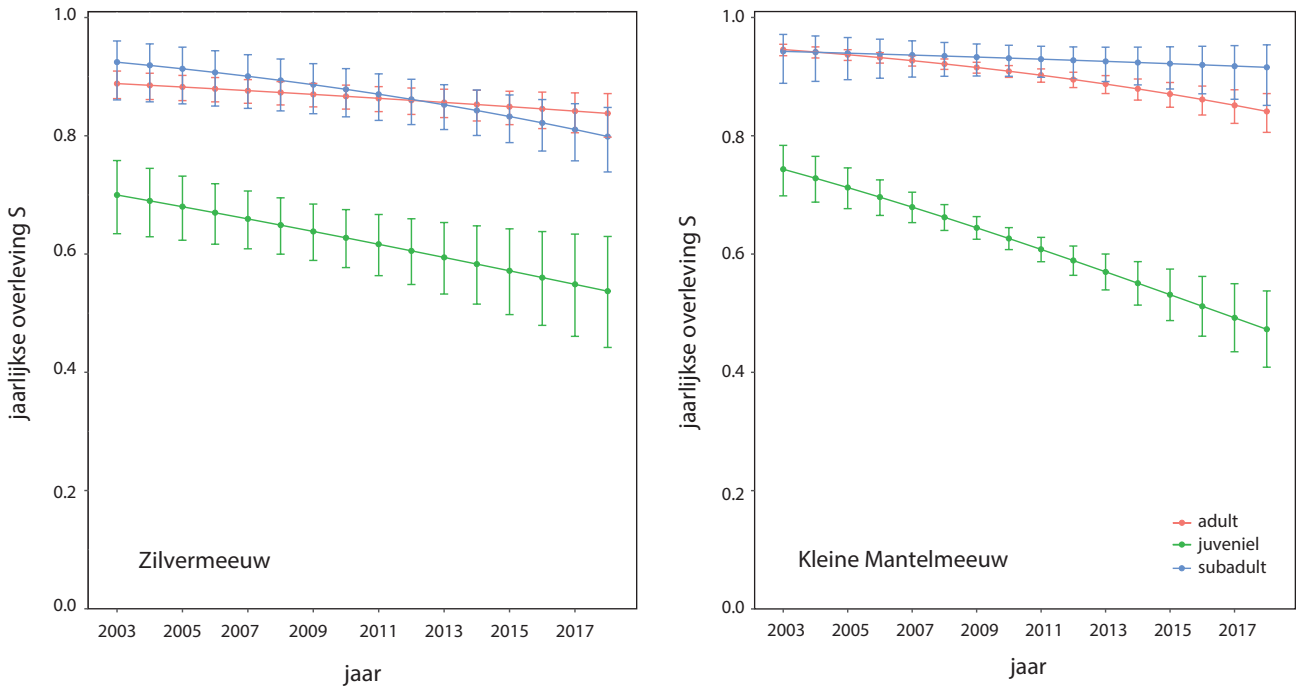
Een opvallend resultaat bij de modellen met afzonderlijke jaareffecten in de overleving was dat de overleving bij beide soorten een synchroon patroon vertoonde over de jaren. Daarbij was de overleving bij Kleine Mantelmeeuwen iets hoger dan bij Zilvermeeuwen (juv: 0.62 vs 0.56; subad: 0.89 vs 0.87; ad: 0.89 vs 0.86, zie ook tabel 6.3). De overleving van subadulte meeuwen was vergelijkbaar met die van adulte, maar vertoonde, net als de juvenielenoverleving, grotere fluctuaties (en betrouwbaarheidsintervallen, figuur 6.3).



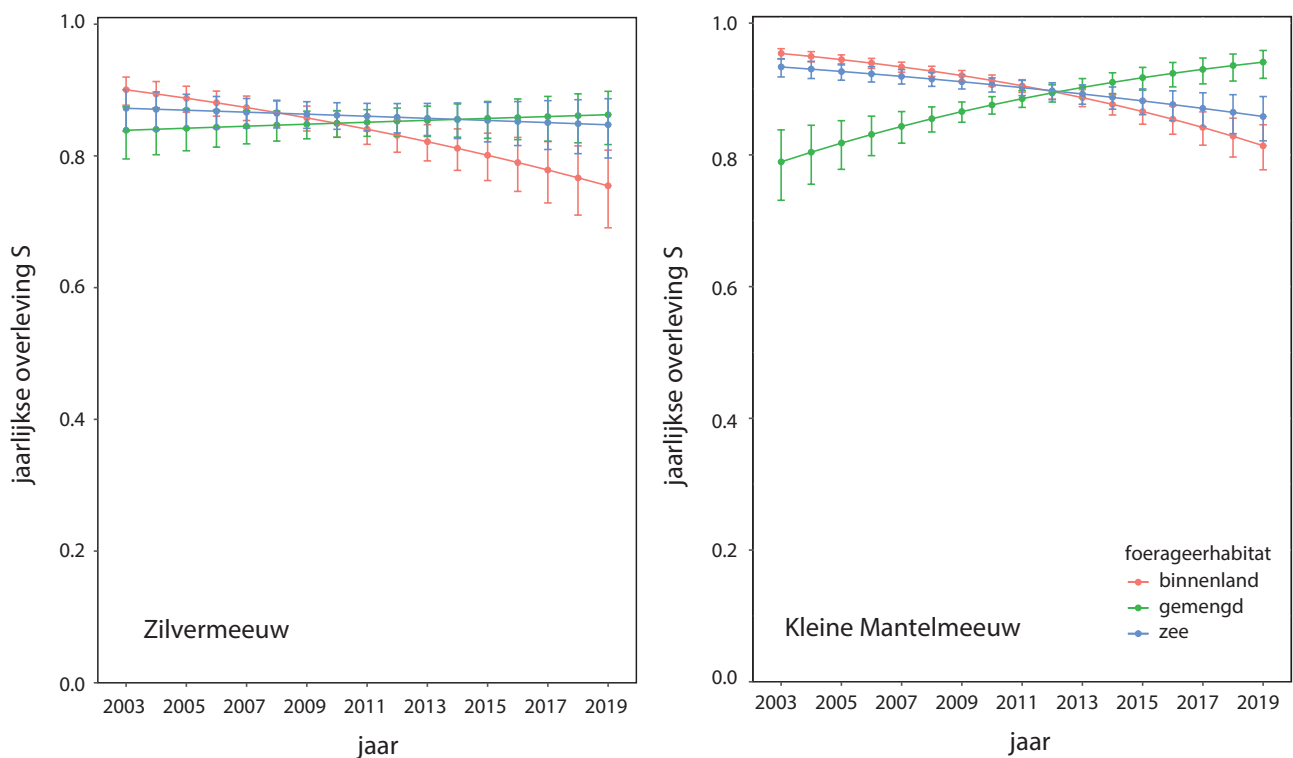
Figuur 6.3. Overlevingskansen geschat per jaar afzonderlijk van juveniele, subadulte en adulte Zilvermeeuwen (links) en Kleine Mantelmeeuwen (rechts).

Tabel 6.3. Overlevingsschattingen (S) voor Zilvermeeuwen en Kleine Mantelmeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied; gemiddelen over de meest recente 10 jaar (2008-2017).

leeftijd	Zilvermeeuw				Kleine Mantelmeeuw			
	gem.	s.e.	95%	- interval	gem.	s.e.	95%	- interval
juveniel (1 ^e jaar)	0.56	0.04	0.47	- 0.63	0.62	0.04	0.54	- 0.69
subadult (2 ^e -4 ^e jaar)	0.87	0.03	0.81	- 0.91	0.89	0.02	0.84	- 0.93
adult (vanaf 5 ^e jaar)	0.86	0.01	0.83	- 0.88	0.89	0.01	0.86	- 0.91



Figuur 6.4. Overleving geschat met een trend over de jaren van juveniele, subadulte en adulte Zilvermeeuwen (links) en Kleine Mantelmeeuwen (rechts).



Figuur 6.5. Trends in overleving van adulte Zilvermeeuwen (links) en Kleine Mantelmeeuwen (rechts), uitgesplitst naar foerageerhabitat.

Tabel 6.4. Literatuuropgaven van gemiddelde jaarlijkse overlevingskansen van Zilvermeeuwen op basis van ringonderzoek. (Studies uit de VS en Canada betreffen Amerikaanse Zilvermeeuw *L. smithsonianus*, destijds beschouwd als ondersoort van Zilvermeeuw maar tegenwoordig als aparte soort.)

gebied	periode	1 ^e jaar		subadult		adult		bron
		S / ϕ	s.e.	S / ϕ	s.e.	S / ϕ	s.e.	
VK	1966-1974					0.94	0.10	Chabrzyk & Coulson 1976
Engeland, VK	1979-1985					0.92	0.02	(Coulson & Butterfield 1986)
Canada	1981-1998					0.91	0.02	(Breton <i>et al.</i> 2008)
Frankrijk	1983-1990					0.88	0.01	Pons & Migot 1995
VK	1989-1994			0.77 ¹		0.88	0.01	Wanless <i>et al.</i> 1996
Canada*	1998-2004					0.87	0.03	Allard <i>et al.</i> 2006
ZW Deltagebied	2003-2019	0.56	0.04	0.87	0.03	0.86	0.01	deze studie
Texel, NL	2006-2011					0.83	0.03	Camphuysen & Gronert 2012
VS	1967-1974					0.80 - 0.85		(Kadlec, 1976)
Canada	1934-1939	0.59		0.73 ²	0.07	0.82 ²	0.07	Freeman & Morgan 1992
VK	1978-2016					0.82		Stubbings <i>et al.</i> 2018

¹ m.b.v. een populatiemodel werd overleving van vliegvlugge jongen tot leeftijd waarop werd gebroed (4 jaar; recruitment) geschat op 0.45 (s.e. 0.07); dit komt neer op een gemiddelde jaarlijkse overleving van 0.77

² subadult: in 2^{de} levensjaar; adult: na 2^{de} levensjaar

De overleving vertoonde bovendien een negatieve trend over de jaren, al verschilde de sterkte hiervan tussen de twee soorten en tussen leeftijdsklassen. De afname was bij juveniele en adulte Kleine Mantelmeeuwen sterker en bij subadulte juist minder sterk dan bij even oude Zilvermeeuwen (figuur 6.4). De overleving van Kleine Mantels was in de beginjaren beter dan van Zilver in alle drie de leeftijdsklassen; in de laatste jaren was dit voor juveniele en adulte vogels niet meer het geval.

Bij volwassen meeuwen verschilde de trend in overleving tussen broedkolonies met verschillend foerageerhabitat, waarbij de patronen bij de Kleine Mantelmeeuw verschilden van die bij de Zilvermeeuw (figuur 6.5). Bij beide soorten is de overleving afgenomen in kolonies waar de vogels voornamelijk in het binnenland naar voedsel zoeken. In kolonies waar de oudervogels op zee foerageren was de overleving stabiel (Zilvermeeuw) of nam slechts licht af (Kleine Mantelmeeuw). In gemengde kolonies, waar de oudervogels zowel op zee als in het binnenland foerageren, is de overleving bij de Zilvermeeuw wederom stabiel gebleven, maar bij de Kleine Mantelmeeuw juist toegenomen.

De in deze studie gevonden jaarlijkse overleving van adulte Zilvermeeuwen van gemiddeld 0.86 is goed vergelijkbaar met die uit de intensieve studie op Texel (lokale overleving 0.83) en met andere waarden gevonden in de literatuur (tabel 6.4), al werden in drie studies (met deels oudere schattingsmethoden) duidelijk hogere waarden gevonden (>0.90). De overleving van subadulte Zilvermeeuwen uit de Zuidwestelijke Delta (0.87) was hoog vergeleken met de twee andere studies waarin deze is geschat (0.73-0.77), wat voor een belangrijk deel te maken kan hebben met een andere indeling in leeftijdsklassen. In onze studie werden subadulte vogels gedefinieerd als vogels in hun tweede tot en met vierde levensjaar; in de studie van Wanless *et al.* (1996) ging het om individuen van het eerste tot en met het derde levensjaar (dus inclusief de juveniele) en in die van Freeman & Morgan (1992) (aan Amerikaanse Zilvermeeuwen) om wat oudere vogels vanaf het derde levensjaar. Wij vonden maar één schatting van de eerstejaars overleving; deze waarde (0.59; Freeman & Morgan 1992) is goed vergelijkbaar met onze 0.56. Ook als we rekening houden met de afname in overleving waarvoor onze data een indicatie geven en kijken naar de schattingen voor het laatste

Tabel 6.5. Literatuuropgaven van gemiddelde jaarlijkse overlevingskansen van adulte Kleine Mantelmeeuwen op basis van ringonderzoek. Voor overleving van eerstejaars en subadulte Kleine Mantelmeeuwen werden geen andere schattingen gevonden.

gebied	periode	S / ϕ	s.e.	bron
Verenigd Koninkrijk	1989-1994	0.91	0.01	Wanless <i>et al.</i> 1996
ZW Deltagebied	2003-2019	0.89	0.01	deze studie
Verenigd Koninkrijk	1978-2017	0.88		Stubbings <i>et al.</i> 2018
Texel, Nederland	2006-2011	0.87	0.03	Camphuysen & Gronert 2012

jaar (juveniel 0.53, subadult 0.8, adult 0.84), dan vallen de waarden nog steeds binnen de range van in de literatuur gevonden waarden.

Voor de Kleine Mantelmeeuw zijn minder overlevingsschattingen beschikbaar in de literatuur dan voor de Zilvermeeuw. Er kan dus alleen een vergelijking worden gemaakt voor adulte vogels. Onze schatting is zeer goed vergelijkbaar met die uit de studie op Texel en uit het Verenigd Koninkrijk (tabel 6.5). Wanneer we rekening houden met de afname in overleving waarvoor onze data een indicatie geven, en kijken naar de schatting voor het laatste jaar (juveniel 0.45, subadult 0.91, adult 0.83), dan valt de waarde voor adulte Kleine Mantels lager uit dan die uit de literatuur (0.87–0.91).

6.4. Dispersie

Schekkerman *et al.* (2017) publiceerden een semi-kwantitatieve verkenning van de mate uitwisseling van individuele Zilvermeeuwen en Kleine Mantelmeeuwen tussen (11) deelregio's in het Zuidwestelijk Deltagebied. Deze was gebaseerd op terugmeldingen (hoofdzakelijk van metalen ringen) in de database van het Vogeltrekstation en aflezingen van kleurringen aangelegd door het INBO in Vlaanderen. De gegevens van meeuwen gekleurd in het Nederlandse deel van de Delta (BEC-dataset), die daarin nog niet waren opgenomen, bevatten echter ook informatie over dispersie. In deze paragraaf worden de ringgegevens uit de gezamenlijke kleurringdata gebruikt voor de overlevingsanalyse op twee manieren ontsloten wat betreft dispersie. Enerzijds herhalen we hiermee de verkenning uit Schekkerman *et al.* (2017). Daarnaast is een poging gedaan de gegevens meer kwantitatief te analyseren met een *multi-state* model. Hierbij werd het aantal deelregio's beperkt tot twee omdat dit type modellen veel gegevens vraagt om alle transitiekansen tussen de *states* goed te kunnen schatten. In plaats van een geografische hebben we daarbij gekozen voor een ecologische tweedeling: kolonies gelegen in havengebieden, en in habitats met minder menselijke activiteit, zoals natuurgebieden en 'uitontwikkelde' eilanden en kustwerken. In de grote havengebieden in de Delta was aanvankelijk veel open terrein beschikbaar dat ruimte en rust bood aan grote meeuwenkolonies. Recent (vooral sinds ca. 2012/2013) worden echter steeds meer van deze terreinen in gebruik genomen en/of vrij gehouden van broedende meeuwen om overlast te verminderen en vestigingen te voorkomen op te ontwikkelen locaties. Gedwongen verhuizing van deze broedvogels kan leiden tot meer druk op broedplaatsen elders, en dit zijn vaak gebieden waar ook andere soorten kustbroedvogels voorkomen die gevoelig zijn voor predatie en/of verstoring door grote meeuwen.

Uitwisseling tussen deelregio's in het Zuidwestelijk Deltagebied

Voor een globale, semi-kwantitatieve verkenning van uitwisseling van meeuwen tussen 11 deelregio's in het Zuidwestelijk Deltagebied zijn kruistabellen gemaakt van de ring- en meldlocaties van de met kleurringen geringde vogels (datasets BEC en INBO), analoog aan die uit Schekkerman *et al.* (2017) op basis van (metaal)ringgegevens uit de database van het Vogeltrekstation. Voor elk van de soorten zijn twee zulke kruistabellen gemaakt (tabellen 6.6-6.9); één op basis van als nestjong geringde meeuwen die later als broedvogel zijn teruggemeld of afgelezen (geboortedispersie), en één voor vogels geringd als adulte broedvogel (plus vogels geringd als nestjong vanaf het moment dat ze als adulte broedvogel werden afgelezen of teruggevangen) die in latere jaren opnieuw als broedvogel zijn gemeld (broeddispersie). Bij de geboortedispersie komt elk geringde individu slechts één keer in de tabel voor (bij zijn eerste waarneming als broedvogel), bij de broeddispersie kan een individu meermaals voorkomen als hij in verschillende jaren als broedvogel is waargenomen. Bij de interpretatie van de tabellen moet rekening worden gehouden met aanzienlijke verschillen in afleeskans tussen deelregio's; de aantallen geringde kuikens en adulte broedvogels per deelregio, vermeld in de tabellen, geven een ruwe indicatie van de lokale onderzoeksinspanning. Uit tabellen 6.6-6.9 blijkt dat er bij adulte vogels van beide soorten nauwelijks broeddispersie tussen deelregio's is vastgesteld (aandeel terugmeldingen in andere regio: 1.6% bij Kleine Mantelmeeuw en 0.5% bij Zilvermeeuw). Uitwisseling tussen regio's betreft vooral geboortedispersie (18.1% bij Kleine Mantel en 7.4% bij Zilvermeeuw). De uitwisseling tussen deelgebieden lijkt dus groter bij Kleine Mantelmeeuwen dan bij Zilvermeeuwen. Bij de Kleine Mantels lijkt de meeste uitwisseling voor te komen tussen de deelregio's Vlaanderen (Zeebrugge/Oostende) en Westerschelde (m.n. Sloegebied, Vlissingen). Vooral jonge vogels uit Vlaanderen vestigen zich echter ook wel eens in kolonies in het Noordelijk Deltagebied (Maasvlakte, Hanringvliet, Hollands-Diep). Bij de Zilvermeeuw zijn zo weinig dispersiegevallen vastgesteld dat hierover niet veel valt te zeggen. Het beeld voor beide soorten komt grotendeels overeen met de eerdere verkenning in Schekkerman *et al.* (2017). Die dataset leverde echter nog wat meer dispersiegevallen op naar andere deelregio's dan de bovengenoemde. Dat is te verklaren doordat in die studie ook terugmeldingen van alleen met een metalen ring gemerkte vogels zijn meegenomen, die mede door een breder publiek zijn verzameld dan de onderzoekers van BEC en INBO en een beperkte groep fanatieke ringaflezers onder vogelaars.

Tabel 6.6. Geboortedispersie van Zilvermeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied. Per deelregio is aangegeven hoeveel kuikens daar zijn geringd (N bij herkomstregio's) en hoeveel daarvan in latere jaren zijn teruggemeld/afgelezen als broedvogel (N bij vestigingsregio's). Aantallen in de vakjes op de diagonaal zijn gevallen van plaatstrouw; omdat de deelregio's min of meer geografisch zijn gerangschikt indiceren cellen verder van de diagonaal doorgaans grotere dispersieafstanden.

Zilvermeeuw		geboortedispersie												
Vestigingsbekken		Biesbosch	Holl. Diep	Maas-vlakte	Haring-vliet	Grevelingen	Krammer Volkerak	Oosterschelde	Veerse Meer	Markiezaat-ZM	Westerschelde	Vlaanderen	elders	totaal
Herkomstbekken	N	0	4	4	0	0	2	0	0	0	2	112	0	122
Biesbosch	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Hollands Diep	862	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Maasvlakte	1887	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Haringvliet	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Grevelingen	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Krammer-Volkerak	366	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Oosterschelde	30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Veerse Meer	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Markiezaat -Zm	732	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Westerschelde	882	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2
Vlaanderen	2087	.	.	1	.	.	.	.	.	.	5	104	2	112
elders	56	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
totaal	6905	0	3	6	0	0	0	0	0	0	7	104	2	122

Tabel 6.7. Broeddispersie van Zilvermeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied. Per deelregio is aangegeven hoeveel vogels zijn geringd of voor het eerst afgelezen als volwassen broedvogel (N bij herkomstregio's) en hoeveel daarvan in latere jaren zijn teruggemeld/afgelezen als broedvogel (N bij vestigingsregio's). Aantallen in de vakjes op de diagonaal zijn gevallen van plaatstrouw; omdat de deelregio's min of meer geografisch zijn gerangschikt indiceren cellen verder van de diagonaal doorgaans grotere dispersieafstanden.

Zilvermeeuw		broeddispersie												
Vestigingsbekken		Biesbosch	Holl. Diep	Maas-vlakte	Haring-vliet	Grevelingen	Krammer Volkerak	Oosterschelde	Veerse Meer	Markiezaat-ZM	Westerschelde	Vlaanderen	elders	totaal
Herkomstbekken	N	0	713	1046	0	0	158	6	0	0	871	1168	14	3976
Biesbosch	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Hollands Diep	713	.	74	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	74
Maasvlakte	1046	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Haringvliet	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Grevelingen	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Krammer-Volkerak	158	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	3
Oosterschelde	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Veerse Meer	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Markiezaat -Zm	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Westerschelde	871	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	.	.	21
Vlaanderen	1168	.	.	1	.	.	.	.	.	.	6	1213	1	1220
elders	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2
totaal	3976	0	74	9	0	0	3	0	0	0	27	1213	3	1329

Tabel 6.8. Geboortedispersie van Kleine Mantelmeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied. Uitleg zie tabel 6.6.

Kleine Mantelmeeuw		geboortedispersie												
Vestigingsbekken		Bies-bosch	Holl. Diep	Maas-vlakte	Haring-vliet	Grevelingen	Krammer Volkerak	Oosterschelde	Veerse Meer	Markiezaat-ZM	Westerschelde	Vlaanderen	elders	totaal
Herkomstbekken	N	0	31	5	0	0	2	0	0	0	5	262	5	310
Biesbosch	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Hollands Diep	2740	.	30	0	.	.	1	.	.	.	.	.	.	31
Maasvlakte	2819	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	1	.	5
Haringvliet	105	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Grevelingen	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Krammer-Volkerak	609	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	2
Oosterschelde	37	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Veerse Meer	100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Markiezaat -Zm	187	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Westerschelde	1156	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	5
Vlaanderen	3539	.	1	7	2	.	.	3	.	1	22	215	11	262
elders	326	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.	5
totaal	11618	0	33	10	2	0	2	3	0	1	29	219	11	310

Tabel 6.9. Broeddispersie van Kleine Mantelmeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied. Uitleg als in tabel 6.7.

Kleine Mantelmeeuw		broeddispersie												
Vestigingsbekken		Bies-bosch	Holl. Diep	Maas-vlakte	Haring-vliet	Grevelingen	Krammer Volkerak	Oosterschelde	Veerse Meer	Markiezaat-ZM	Westerschelde	Vlaanderen	elders	totaal
Herkomstbekken	N	0	248	14	0	0	4	1	0	50	50	3134	52	3553
Biesbosch	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Hollands Diep	2518	.	245	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	248
Maasvlakte	2202	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
Haringvliet	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Grevelingen	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Krammer-Volkerak	190	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	4
Oosterschelde	26	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
Veerse Meer	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Markiezaat -Zm	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Westerschelde	1075	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37	13	.	50
Vlaanderen	2175	.	.	1	.	.	.	.	.	.	15	3114	4	3134
elders	52	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	8	11	20
totaal	8244	0	245	15	0	0	6	1	0	0	54	3125	15	3461

Uitwisseling tussen kolonies op haventerreinen en daarbuiten

Met behulp van een *multi-state mark-recapture* model is getracht de uitwisseling tussen kolonies in havens en erbuiten te bepalen (voor details zie Bijlage 4). Hierbij zijn doodvondsten buiten beschouwing gelaten en zijn van de levende terugmeldingen alleen de zekere broedvogels meegenomen, omdat van beide soorten bekend is dat individuen in meerdere

kolonies kunnen 'buurten' alvorens te gaan broeden (R-J. Buijs, E. Stienen *ongepubl.*). Vervolgens zijn broedkolonies ingedeeld op basis van de ligging in havengebied (*state* H) of erbuiten (*state* N) en werd de *state* 'elders' toegevoegd met waarneemkans 0, om het effect van permanente emigratie uit het studiegebied (de ring- en meldlocaties uit deze studie) te ondervangen (zoals gebleken uit de analyse in §6.2: $F < 1$).

Tabel 6.10. Overzicht van aantallen geringd en teruggemeld als zeker broedgeval naar soort, state en leeftijd.
NB: vogels kunnen niet als juveniel zeker broedend worden waargenomen.

leeftijd (jr)	Kleine Mantelmeeuw				Zilvermeeuw			
	geringd		teruggemeld		geringd		teruggemeld	
	in haven	buiten haven	in haven	buiten haven	in haven	buiten haven	in haven	buiten haven
1	9916	1710	0	0	5687	1224	0	0
2	1	0	0	0	1	1	0	0
3	5	0	1	0	2	0	0	0
4	57	3	46	2	31	0	6	0
5	6858	284	4514	44	3257	198	1844	18
totaal	16837	1997	4581	46	8978	1423	1856	18

Van de in totaal 18.834 geringde Kleine Mantelmeeuwen zijn er 4.627 broedend teruggezien (tabel 6.10). Van de Zilvermeeuw zijn van 10.401 geringde vogels 1874 individuen broedend waargenomen. Bij beide soorten betrof 99% van de waarnemingen vogels die geringd waren als adult. Verreweg de meeste vogels zijn in havenkolonies geringd (16.837 vs 1.997 buiten havens bij Kleine Mantelmeeuw; resp. 8.978 vs 1.423 bij Zilvermeeuw) en teruggemeld (4.581 vs 46 buiten havens bij Kleine Mantelmeeuw; 1.856 vs 18 bij Zilvermeeuw).

Voor beide soorten samen zijn in totaal slechts 47 transities (verhuizingen) waargenomen; in 20 gevallen ging het hierbij om juvenielen, in 1 geval om een subadult en in 26 gevallen om adulte vogels. Hierbij verhuisden 45 van de 47 vogels van een kolonie in een haven naar een kolonie erbuiten. Eén juveniel en één adult verhuisden van een kolonie van buiten havengebied naar een kolonie in een haven. NB: in deze analyse zijn verhuizingen tussen havengebieden uit verschillende deelregio's niet beschouwd als verhuizing, omdat hier alleen wordt gekeken naar de uitwisseling tussen kolonies binnen havens en erbuiten; hierdoor valt het aantal verhuizingen lager uit dan in tabellen 6.7-6.10.

Ook met het meest eenvoudige realistische *multi-state* model konden de meeste parameters niet worden geschat, wat vermoedelijk te maken heeft met het kleine aantal meeuwen dat buiten havengebied is geringd en de grote mate van plaatstrouw, maar vooral met het grote aantal parameters dat geschat moet worden bij *multi-state* modellen (18 per soort bij het meest eenvoudige realistische model).

6.5. Populatiemodellering

De populatiemodellering voor Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw heeft een wat andere focus dan die bij de drie overige soorten in dit rapport. Bij die soorten was het hoofddoel om door integratie van de gegevens over broedsucces en sterfte

inzicht te krijgen in de demografische 'gezondheid' of zelfredzaamheid van de populatie. Voor de twee soorten grote meeuwen hebben we hiervoor echter onvoldoende kennis over de reproductie. Er zijn wel gegevens (§6.2) maar die zijn waarschijnlijk niet representatief voor de totale Deltagebied-populaties, doordat de grote kolonies in industrie- en haventerreinen hierin zijn ondervertegenwoordigd. Dit betekent dat we uit de projecties van een populatiemodel gevoed met die gegevens geen conclusies kunnen trekken over de demografische balans. In de komende jaren zullen echter wel broedsuccesgegevens verzameld gaan worden op meer representatieve locaties in het Deltagebied. Vooruitlopend op het beschikbaar komen van die cijfers is het zinvol om met het populatiemodel te berekenen welke waarden van de reproductie naar verwachting zullen leiden tot populatiegroei, stabiele aantallen of juist een afname, gegeven onze huidige kennis over de overleving in het Delta-gebied. Hierop ligt dan ook de nadruk in deze paragraaf. We gebruiken de nu beschikbare reproductiegegevens om het model te parametriseren en een gevoeligheidsanalyse uit te voeren, maar ontlenen daaraan geen conclusies over te verwachten populatie-ontwikkeling.

Modelparametrisatie

De populatiemodellen voor Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw hebben beide dezelfde structuur en verschillen slechts in de demografische parameterwaarden. Het model kent acht leeftijdsklassen: juvenielen, 1 tot en met 6 jaar oude vogels, en vogels ouder dan 6 jaar. Deze indeling is gebaseerd op de variatie in leeftijden waarop de vogels voor het eerst broeden.

Voor de Zilvermeeuw zijn recruiteringsleeftijden gerapporteerd op basis van intensief ringonderzoek op Isle of May, Schotland, in de jaren 1960 en 1970 (Chabryk & Coulson 1976, Coulson *et al.* 1982). In deze periode vond een omvangrijke populatiereductie door mensenhanden plaats (vanwege 'overlast'), waarbij de broedaantallen met ruim een derde werden teruggebracht. De veel lagere populatiedichtheid

Tabel 6.11. Demografische parameters in de populatiemodellen voor Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw. S.e. is de standaardfout van het gemiddelde, c.v. de standaarddeviatie van de jaarschattingen gedeeld door het gemiddelde. De vogels broeden nooit op 1- of 2-jarige leeftijd: $B_1=B_2=0$.

demografische parameter	symbool	Zilvermeeuw			Kleine Mantelmeeuw		
		gemiddelde	s.e.	c.v	gemiddelde	s.e.	c.v
fractie 3 jr (4kj) broedend	B_3	0.02	0.01	-	0.16	0.03	-
fractie 4 jr (5kj) broedend	B_4	0.32	0.05	-	0.60	0.05	-
fractie 5 jr (6kj) broedend	B_5	0.68	0.07	-	0.76	0.08	-
fractie 6 jr (7kj) broedend	B_6	0.77	0.09	-	0.79	0.09	-
fractie >6 jr (>7kj) broedend	B_a	0.80	0.10	-	0.80	0.10	-
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.77	0.09	0.81	0.79	0.09	0.63
overleving 1 ^e jaar (1-2kj)	S_j	0.56	0.014	0.08	0.62	0.014	0.07
overleving 2 ^e -4 ^e jaar (2-5kj)	S_s	0.87	0.018	0.07	0.89	0.014	0.05
overleving 'adult' (vanaf 5kj)	S_a	0.85	0.007	0.03	0.89	0.006	0.02

had een groot effect op de recruiteringsleeftijden. Vóór de cull broedde 14% van de Zilvermeeuwen voor het eerst op vierjarige leeftijd en de rest tussen vijf (55%) en zeven jaar oud. Bij de lagere dichtheden erna broedde 5% van de vogels voor het eerst na drie jaar, 60% bij vier jaar en de overige 35% op vijfjarige leeftijd; de gemiddelde recruiteringsleeftijd daalde van 5.3 naar 4.3 jaar. Kennelijk konden door een sterk verminderde concurrentie om broedplaatsen veel meer jongvolwassen vogels zich vestigen in de kolonie. Omdat we niet goed weten hoe de broeddichtheden in kolonies in het Zuidwestelijk Deltagebied zich verhouden tot die op Isle of May zijn voor de leeftijdsspecifieke broedkansen B_x in het populatiemodel de Britse waarden uit de twee perioden gemiddeld. Daarbij is ook rekening gehouden met de observatie dat een deel van de volwassen vogels niet jaarlijks tot broeden komt. Voor de Zilvermeeuw is dit aandeel door Calladine & Harris (2008) geschat op 35% op basis van twee jaar gegevens. Dat geeft $B_a=0.65$, maar op basis van eigen waarnemingen (INBO en BEC) werd dit ingeschat als een (te) laag gemiddelde, en is $B_a=0.80$ gesteld. Leeftijdsafhankelijke broedkansen voor de Kleine Mantelmeeuw zijn gebaseerd op de boven-genoemde gegevens van Zilvermeeuwen, aangepast op basis van onderzoek in de kolonie van Zeebrugge door Bosman *et al.* (2013). Deze auteurs rapporteren dat de leeftijden waarop 211 individuen voor het eerst broedend werden waargenomen varieerde tussen drie en zeven jaar (net als bij de Zilvermeeuw), met een gemiddelde van 4.1 jaar (s.d.=0.05). Hierop is voor de Kleine Mantelmeeuw de voor de Zilvermeeuwen gebruikte verdeling aangepast tot de gemiddelde recruiteringsleeftijd uitkwam op 4.1 jaar. Het aandeel van de volwassen vogels dat jaarlijks tot broeden komt is door Calladine & Harris (2008) geschat op 63%, maar op basis van eigen indrukken (INBO en BEC) ingeschat als $B_a=0.80$. (In de modellering is voor beide soorten als alternatief ook gere-

kend met de waarden uit Calladine & Harris 2008.)

Leeftijdsafhankelijke jaarlijkse overlevingskansen zijn ontleend aan de ringanalyse in §6.3. Mede omdat deze analyse wees op een afname van de overleving gedurende de onderzoeksjaren 2003-2019 zijn in het basismodel de gemiddelde schattingen uit de laatste 10 jaar gebruikt. Als alternatief scenario is ook gerekend met de lagere waarden voorspeld voor het laatste onderzoeksjaar 2019. Voor de reproductie is het berekende gemiddelde broedsucces in het Deltagebied over de laatste 10 jaar gebruikt, waarbij hier nogmaals wordt benoemd dat de representativiteit ervan voor de Deltagebied-populaties als geheel twijfelachtig is. Dit leidt tot de parameterwaarden in tabel 6.11 voor het basismodel.

Resultaten

Zilvermeeuw

Met de parameterwaarden uit tabel 6.11 voorspelt het model een afname van de populatie Zilvermeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied met ongeveer 4% per jaar ($\lambda=0.96$). Dit komt precies overeen met de waargenomen trend in het aantal broedparen over de laatste tien jaar, maar dat kan heel goed toeval zijn gegeven de grote onzekerheid over de reproductie.

Voor de overleving beschikken we nu over schattingen uit het Deltagebied. Op basis van de gemiddelde waarden over de afgelopen 10 jaar en bij een adulte broedkans $B_a=0.80$ is een gemiddeld broedsucces van 1.10 vliegvlugge jongen per broedpaar noodzakelijk voor een stabiele aantalsontwikkeling. Als gerekend wordt met $B_a=0.65$ zoals gerapporteerd door Calladine & Harris (2008) stijgt deze benodigde reproductie tot 1.22 vj/bp. Als we, gezien de afname gesuggereerd door de data, niet de gemiddelde overleving gebruiken maar de schattingen voor het laatste jaar ($S_j=0.53$, $S_{sa}=0.80$, $S_a=0.84$) zou de vereiste

Tabel 6.12. Gevoeligheid van de populatieontwikkeling van Zilvermeeuw in het Zuidwestelijk Deltagebied. De sensitiviteit en de elasticiteit zijn de absolute resp. proportionele verandering in λ teweeggebracht door een bepaalde absolute resp. proportionele verandering in de demografische parameter. LTRE is de elasticiteit vermenigvuldigd met de c.v. van de jaarvariatie in de parameter (uit tabel 5.4), en geeft de relatieve bijdrage weer van de parameter aan korte-termijn variatie in populatiegroei (voor de broedkansen B_x kan deze niet worden berekend doordat de jaarvariatie onbekend is). De laatste kolom geeft weer welke waarde elke parameter moet hebben om een stabiele populatie te verkrijgen, als alle andere parameters de waarden uit tabel 6.11 behouden.

parameter Zilvermeeuw	symbool	waarde	sensitiviteit	elasticiteit	LTRE	nodig voor $\lambda = 1$
fractie 3 jr (4kj) broedend	B_3	0.02	0.013	0.000	.	-
fractie 4 jr (5kj) broedend	B_4	0.32	0.010	0.003	.	-
fractie 5 jr (6kj) broedend	B_5	0.68	0.010	0.007	.	-
fractie 6 jr (7kj) broedend	B_6	0.77	0.010	0.008	.	-
fractie >6 jr (>7kj) broedend	B_a	0.80	0.060	0.050	.	-
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.77	0.110	0.073	0.059	1.10
overleving 1 ^e jaar (1-2kj)	S_j	0.56	0.115	0.067	0.005	0.94
overleving 2 ^e -4 ^e jaar (2-5kj)	S_s	0.87	0.164	0.148	0.010	-
overleving 'adult' (vanaf 5kj)	S_a	0.85	0.865	0.778	0.019	0.91

reproductie zelfs 1.67 vj/bp bedragen, nog iets meer dan de hoogste waarden gerapporteerd in de literatuur voor deze soort (tabel 6.1).

Dit grote effect van aannames over de overleving op de vereiste reproductie hangt samen met de gevoeligheid van de populatieontwikkeling voor de verschillende demografische parameters (tabel 6.12). Deze is veel groter voor de (met name adulte) overleving dan voor het broedsucces en, in nog sterkere mate, dan voor de jaarlijkse broedkansen en variatie in recruiteringsleeftijden. (De berekende LTRE in tabel 6.12 suggereren dat vanwege de grote jaarvariatie de invloed van reproductiesucces op korte-termijn fluctuaties in λ echter groter is dan die van variatie in de overleving, maar ook hierbij geldt het grote voorbehoud over de beschikbare reproductiecijfers.)

Kleine Mantelmeeuw

Met de parameterwaarden uit tabel 6.11 voorspelt het model een vrijwel stabiele ontwikkeling van de populatie Kleine Mantelmeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied ($\lambda=0.99$). De exacte overeenkomst met de waargenomen trend over de laatste tien jaar ($\lambda=0.99$) kan echter best toevallig zijn, gegeven de grote onzekerheid over de parameterwaarde voor reproductie.

Op basis van de gemiddelde schattingen voor de overleving over de afgelopen 10 jaar en bij een adulte broedkans $B_a=0.80$ is een gemiddelde broedsucces van 0.63 vliegvlugge jongen per broedpaar noodzakelijk voor een stabiele aantalsontwikkeling. Als we rekenen met $B_a=0.63$ zoals gerapporteerd door Calladine & Harris (2008) stijgt deze benodigde reproductie tot 0.75 vj/bp. Als we, gezien de af-

Tabel 6.13. Gevoeligheid van de populatieontwikkeling van Kleine Mantelmeeuw in het Zuidwestelijk Deltagebied. De sensitiviteit en de elasticiteit zijn de absolute resp. proportionele verandering in λ teweeggebracht door een bepaalde absolute resp. proportionele verandering in de demografische parameter. LTRE is de elasticiteit vermenigvuldigd met de c.v. van de jaarvariatie in de parameter (uit tabel 5.4), en geeft de relatieve bijdrage weer van de parameter aan korte-termijn variatie in populatiegroei (voor de broedkansen B_x kan deze niet worden berekend doordat de jaarvariatie onbekend is). De laatste kolom geeft weer welke waarde elke parameter moet hebben om een stabiele populatie te verkrijgen, als alle andere parameters de waarden uit tabel 6.11 behouden.

parameter KI Mantelmeeuw	symbool	waarde	sensitiviteit	elasticiteit	LTRE	nodig voor $\lambda = 1$
fractie 3 jr (4kj) broedend	B_3	0.16	0.010	0.002	.	-
fractie 4 jr (5kj) broedend	B_4	0.60	0.010	0.006	.	-
fractie 5 jr (6kj) broedend	B_5	0.76	0.010	0.008	.	-
fractie 6 jr (7kj) broedend	B_6	0.79	0.010	0.008	.	-
fractie >6 jr (>7kj) broedend	B_a	0.80	0.070	0.057	.	0.98
vliegvlugge jongen / broedpaar	R	0.79	0.130	0.073	0.046	0.63
overleving 1 ^e jaar (1-2kj)	S_j	0.62	0.122	0.077	0.005	0.71
overleving 2 ^e -4 ^e jaar (2-5kj)	S_s	0.89	0.163	0.148	0.008	0.93
overleving 'adult' (vanaf 5kj)	S_a	0.89	0.868	0.781	0.016	0.91

name gesuggereerd door de data, niet de gemiddelde overleving gebruiken maar de schattingen voor het laatste jaar ($S_j=0.45$, $S_{sa}0.91$, $S_a=0.84$), dan zou de vereiste reproductie 1.27 vvj/bp bedragen, wat erg hoog is maar nog wel binnen de spreiding valt van waarden gerapporteerd in de literatuur (tabel 6.2). Net als bij de Zilvermeeuw is de populatieontwikkeling van Kleine Mantelmeeuwen veel gevoeliger voor variatie in de (met name adulte) overleving dan voor het broedsucces (en, in nog sterkere mate, dan voor de jaarlijkse broedkansen en variatie in recruteringsleeftijden; tabel 6.13). (De berekende LTRE in tabel 6.13 suggereren dat vanwege de grote jaarvariatie de invloed van reproductiesucces op korte-termijn fluctuaties in λ echter groter is dan die van variatie in de overleving, maar ook hierbij geldt het grote voorbehoud over de nu beschikbare reproductiecijfers.)

6.6. Conclusies

Zilvermeeuw

Over het gemiddelde broedsucces van Zilvermeeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied is nog veel onzekerheid doordat het tot dusver nauwelijks is gemeten in de grootste kolonies gelegen in industrie- en havengebieden. Het gemiddelde van de wel gemeten waarden (0.63 vvj/bp) is aan de lage kant in vergelijking met andere studies, maar onduidelijk is hoe representatief dit is. Er is een duidelijke behoefte aan broedsuccesmetingen in de kernkolonies.

De gemiddelde overlevingscijfers voor adulte Zilvermeeuwen uit het Deltagebied komen goed overeen met schattingen uit buitenlandse studies. Dat lijkt ook te gelden voor eerstejaars en subadulte vogels, maar daarvoor is minder vergelijkingsmateriaal voorhanden. Er zijn echter wel aanwijzingen dat de overleving in het laatste decennium is gedaald, vooral bij subadulte en eerstejaars vogels.

Bij overlevingscijfers zoals geschat voor de meest recente 10 jaar, en een jaarlijkse kans dat adulte vogels tot broeden komen $B_a=0.8$, moeten Zilvermeeuwen

in het Deltagebied gemiddeld 1.10 vliegvlugge jongen per broedpaar grootbrengen om de populatie op termijn stabiel te houden. Bij $B_a=0.65$ stijgt deze vereiste reproductie tot 1.22 vvj/bp.

Kleine Mantelmeeuw

Ook het gemiddelde broedsucces van Kleine Mantelmeeuwen in de Zuidwestelijke Delta is onzeker want nauwelijks gemeten in de grootste kolonies in haven- en industrieterreinen. Het gemiddelde van de wel gemeten waarden (0.55 vvj/bp) zit in de middenmoot in een vergelijking met andere studies, maar de representativiteit ervan is dus twijfelachtig. Er is een duidelijke behoefte aan broedsuccesmetingen in de kernkolonies.

De gemiddelde overlevingscijfers voor adulte Kleine Mantelmeeuwen uit het Zuidwestelijk Deltagebied komen goed overeen met schattingen uit buitenlandse studies. Voor eerstejaars en subadulte vogels is geen vergelijkingsmateriaal voorhanden. Er zijn echter wel aanwijzingen dat de overleving in het laatste decennium is gedaald, vooral bij adulte en eerstejaars vogels.

Bij de overlevingscijfers zoals geschat voor de meest recente 10 jaar, en een jaarlijkse kans dat adulte vogels tot broeden komen $B_a=0.8$, moeten Kleine Mantelmeeuwen in het Deltagebied gemiddeld 0.63 vliegvlugge jongen per broedpaar grootbrengen om de populatie op termijn stabiel te houden. Bij $B_a=0.63$ stijgt deze vereiste reproductie tot 0.75 vvj/bp.

De in de ringanalyse gevonden afname in overleving wijst erop dat overleving een bepalende factor kan zijn in de geconstateerde afname van de broedpopulatie. Vanwege de onzekerheid over het broedsucces moet hierbij echter nog een slag om de arm gehouden worden. Dat de afname in overleving het sterkst is bij juveniele en adulte vogels kan een aanwijzing zijn dat zij vooral door ongunstige omstandigheden in het broedgebied wordt veroorzaakt (aangezien subadulte Kleine Mantelmeeuwen dit gebied veel minder bezoeken).

7. Drukfactoren voor kustbroedvogels in de Zuidwestelijke Delta

In de voorgaande hoofdstukken is de ‘demografische gezondheid’ van populaties van Kluut, Visdief, Grote Stern, Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw in het Zuidwestelijk Deltagebied beschreven op basis van bestaande gegevens over reproductie, overleving en dispersie, die zijn geïntegreerd in populatiemodellen. In dit hoofdstuk worden deze resultaten verbonden met de drukfactoren voor deze soorten in het Deltagebied door middel van een zogenaamde DPSIR-analyse.

7.1. DPSIR systematiek

DPSIR staat voor *Drivers-Pressures-Stresses-Impact-Response* (o.a. Smeets & Weterings 1999). De implementatie van deze benadering voor vogels, ontwikkeld door Vogelbescherming Nederland (2013), is bedoeld als hulpmiddel om systematisch(er) de drukfactoren die van invloed zijn op onze vogelpopulaties te kunnen beoordelen en vergelijken. De basis van de DPSIR-tabel bestaat uit een lijst van circa 120 mogelijke drukfactoren (*pressures*), in de tabel geordend in hoofdgroepen die weer zijn onderverdeeld in subgroepen, en soms nog verder zijn gespecificeerd. Deze tabellen zijn voor de vijf voornoemde soorten ingevuld voor het Zuidwestelijk Deltagebied (digitale bijlagen 5-9; zie pagina 94). Op basis van verzamelde informatie en *expert judgement* zijn de *pressures* in het DPSIR-formulier gescoord. Er zijn hierbij volgens de richtlijnen drie kolommen ingevuld:

- Huidige presentie: de huidige aanwezigheid (schaal waarop de *pressure* voorkomt in het Zuidwestelijk Deltagebied) in klassen (0= afwezig, tot 4 = zeer algemeen voorkomend (in >50% van het leefgebied)).
- Huidige effect: kwalitatieve en kwantitatieve impact van de *pressure* op kwaliteit leefgebied binnen onderzochte regio in kwalitatieve klassen (1 = impact gering, tot 4 = impact zeer groot).
- Ontwikkeling (2020 - 2030): de prognose voor de presentie en impact van de drukfactor tot 2030, in kwalitatieve klassen (0,25 = zal sterk afnemen, tot 4 = zal sterk toenemen).

De uitkomst zijn twee kolommen met scores (gebaseerd op het product van de presentie- en effectscores) die een maat vormen voor de beschermingsrelevantie in 2020 en in 2030.

Vervolgens dienen voor de gescoorde drukfactoren de zogenaamde *stresses* te worden ingevuld. Dit zijn de werkingsmechanismen via welke de drukfactoren

van invloed zijn op de (aut)ecologische vereisten van de soort in kwestie. Denk hierbij aan habitatverlies, verslechterde habitatkwaliteit of verstoring van aanwezige vogels. Het is mogelijk dat aan één *pressure* meerdere *stresses* verbonden zijn. Aan de *stresses* zijn een van drie kwalitatieve klassen voor de mate van belangrijkheid van het effect toegekend. Deze beoordeling is ook weer gedaan op basis van verzamelde informatie en *expert judgement*. Daarna is de *impact* bepaald. Dat is in feite de demografische parameter waarop de *pressure* inwerkt, bijvoorbeeld verlaagd reproductiesucces.

In eerste instantie is de tabel ingevuld redenerend vanuit kennis over de *pressures* voor de soorten in het Zuidwestelijke Deltagebied. Dus: welke *stresses* horen bij de *pressure* en welke *impact* (demografische parameter) hoort bij de stressfactor. Vervolgens is ook de omgekeerde weg bewandeld door in eerste instantie te kijken naar de demografische knelpunten die naar voren kwamen uit de demografische analyses in hoofdstukken 3-6 en welke *stresses* dan het meest relevant zijn. De tabellen zijn ingevuld door Sovon-medewerkers (André van Kleunen en Maja Roodbergen) en vervolgens voorgelegd aan de soortspecialisten met kennis van het Zuidwestelijk Deltagebied (Floor Arts, Roland-Jan Buijs en Eric Stienen).

De tabellen zijn ingevuld voor het gehele Zuidwestelijke Deltagebied, waarbij per deelgebied(groep) van de Delta is aangegeven of de betreffende *pressure* daar relevant is. Deelgebieden (zoals gebruikt in de rapportages over broedsucces en dispersie in hst 4) zijn daarbij gegroepeerd in ecologisch vergelijkbare groepen om het aantal kolommen in de tabel te beperken. Dit zijn: havens en kustwerken (Europoort/Maasvlakte en Voordelta), zoet-stagnante bekkens (Haringvliet, Hollands Diep, Krammer-Volkerak en Zoommeer-Markiezaat), Grevelingen (zout-stagnant), Oosterschelde (zout-getijde), Westerschelde (zout/brak estuarien getijde) en de Vlaamse kustzone.

7.2. Bespreking DPSIR tabellen

Hieronder worden per soort de DPSIR-tabellen (digitale bijlagen 5-9) toegelicht. De benaming van (groepen van) knelpunten in de tekst volgt die in de tabellen in de bijlagen. In de toelichting wordt onderscheid gemaakt tussen de belangrijkste knelpunten, die in sterke mate optreden of (vrijwel) overal in het Zuidwestelijk Deltagebied (in de DPSIR-tabellen

aangegeven in rood), en overige belangrijke knelpunten (met minder grote of meer lokale invloed; in de tabellen aangegeven met oranje). Overige drukfactoren, die wel een rol spelen maar geen grote invloed op de populatie hebben of worden verwacht te krijgen, zijn alleen aangegeven in de tabellen.

7.2.1. Kluut

Kluten broeden verspreid over de Zuidwestelijke Delta, tegenwoordig vooral in inlagen en kreken, maar vooral in de noordelijke Delta ook op buitendijkse terreinen in de voormalige zeearmen. Bijna twee derde van de populatie broedt tegenwoordig in natuurontwikkelingsgebieden. De belangrijkste actuele drukfactoren voor de soort zijn vegetatiesuccessie op de broedplaatsen en actief peilbeheer. Naar verwachting zal de impact van predatie van nesten en jongen en van klimaatverandering (droogte en hoogwaters) de komende jaren toenemen.

Belangrijkste knelpunten

Ingrepen in oppervlaktewatersystemen: Actief waterpeilbeheer vormt in sommige afgesloten bekkens een knelpunt. In het Haringvliet en het Krammer-Volkerak worden nesten geregeld overspoeld bij hoge waterstanden na onvoldoende proactief spuien bij hoge afvoer door de grote rivieren. In de Slufter op de Maasvlakte gaan geregeld nesten verloren door spuien in de broedtijd.

Habitatveranderingen onder invloed van (semi) natuurlijke successie of actief terreinbeheer: Veel broedhabitat voor de Kluut wordt tegenwoordig kunstmatig gecreëerd of in stand gehouden. Vegetatiesuccessie wordt op deze locaties uiteindelijk toch vaak een probleem voor een pionierssoort als de Kluut. Rond de Westerschelde en Oosterschelde broeden de Kluten vooral binnendijks in inlagen waar dit ook speelt. Alleen in de Voordelta wordt vegetatiesuccessie van broedhabitats geregeld op natuurlijke wijze teruggezet.

Overige belangrijke knelpunten

Recreatief (mede)gebruik: Hoewel de meeste broedlocaties van Kluten in beschermde natuurgebieden liggen, kunnen recreatie-activiteiten op sommige plekken leiden tot verstoring en mogelijk zijn sommige geschikt ogende locaties niet bezet omdat ze dicht bij wandel- en fietspaden en/of drukke watersportgebieden liggen. De grootste verstoringe werking lijkt uit te gaan van loslopende honden en struinende wandelaars. Dit speelt vooral langs de Ooster- en Westerschelde. Gezien de voortschrijdende uitbreiding van recreatiefaciliteiten in de Delta is de verwachting dat de recreatiedruk op broedgebieden van Kluten de komende jaren zal toenemen.

Veranderingen in concurrentieverhoudingen tussen soorten: Een veel genoemde drukfactor is predatie van nesten en jonge Kluten. Dit lijkt een grote impact te hebben op het broedsucces en speelt het meest in binnendijkse broedgebieden rondom alle bekkens, doordat deze in het algemeen het gemakkelijkst toegankelijk zijn. Gezien de toename van grondpredatoren (uitbreiding Vos, mogelijke kolonisatie door Steenmarter) wordt verwacht dat predatie de komende jaren verder kan toenemen.

Weersextremen: Klimaatverandering heeft via een aantal wegen al impact op de populatie Kluten in de Delta en deze zal naar verwachting gaan toenemen. Zo nemen extreem droge en natte periodes in frequentie toe. Voorjaars- en zomerdroogtes leiden er toe dat broedlocaties uitdrogen, waardoor broedeilanden bereikbaar worden voor grondpredatoren, en de voedselbeschikbaarheid afneemt, vooral ook voor kuikens, als ondiep water en slikranden volledig uitdrogen. Perioden met hoge rivierafvoer kunnen in de (bijna) afgesloten bekkens in de noordelijke Delta leiden tot zomerhoogwaters waarbij nesten worden overspoeld, als het spuipeil hier onvoldoende op kan inspelen.

Demografische knelpunten en beheer

We zien bij de Kluut in het Zuidwestelijk Deltagebied een tamelijk stabiele aantalstrend over de laatste ca. tien jaar. De demografische analyse wijst echter op een veel te laag broedsucces, en wijst erop dat de aantallen in stand worden gehouden door immigratie. Hiervoor blijken ook aanwijzingen te zijn: ringaflezingen van Kluten uit Frankrijk. Dit betekent in feite dat de populatie Kluten in de Delta zichzelf niet in stand kan houden een *sink* is. Ook omdat de andere demografische parameters al op een vrij hoog niveau liggen, liggen verbetermogelijkheden voor de populatie Kluten in de Delta dus vooral bij het verhogen van het broedsucces. Vermindering van verschillende van de voornoemde drukfactoren en *stresses* kunnen hieraan bijdragen. De belangrijkste handvatten daarvoor liggen bij het tegengaan van predatie, van vegetatiesuccessie op broedlocaties, van het droogvallen van broedeilanden, en van overspoeling van legsel in de noordelijke Deltabekken door actief peilbeheer.

7.2.2. Visdief

Visdieven broeden verspreid over de Zuidwestelijke Delta met de grootste kolonies in de noordelijke Delta. De soort broedt in inlagen, kreken en vooral in de noordelijke Delta ook op buitendijkse terreinen. Ook wordt gebroed op industrieterreinen. In de toekomst wordt een grote impact verwacht van de uitbreiding van industrie, aanleg en ingebruikname van windmolenparken langs de Deltawateren, preda-

tie van nesten en jongen en verstoring/concurrentie door grote meeuwen op broedplaatsen.

Belangrijkste knelpunten

Er zijn in de actuele situatie geen knelpunten die in de zwaarste categorie (code rood) vallen.

Overige belangrijke knelpunten

Industrievestiging en/of havenontwikkeling:

Ontwikkeling van havens en industrieterreinen is een belangrijke drukfactor in de Voordelta (Maasvlakte) en de Westerschelde. Hierdoor zijn in het verleden ook belangrijke broedplaatsen verloren gegaan (o.a. de sluis en bedrijfsterreinen van DOW bij Terneuzen). Deze ontwikkelingen zullen ook in de toekomst impact blijven hebben.

Windturbineparken: Windturbines kunnen leiden tot verhoogde sterfte onder Visdieven ten gevolge van aanvaringen. Daarnaast kunnen ze een verstoring effect hebben op foeragerende en broedende Visdieven. De huidige impact wordt nog als vrij laag ingeschat. Op land en langs grote zoete wateren staan turbines geregeld vlak bij broedplaatsen. Het verstoring effect lijkt in het algemeen beperkt. Aanvaringen zijn lokaal een groter issue, maar sterk afhankelijk van de grootte van de turbines (grotere turbines, vooral met een rotorvlak dat hoger begint dan 50-60m boven de grond) en van de lokale configuratie (plaatsing tussen kolonie en foerageergebied is problematischer dan “aan de achterkant”). De verwachting is dat in verband met de opgave die er ligt voor windenergie (aanleg van meer windparken langs de Deltawateren en mogelijk in de foerageergebieden voor de kust de impact groter zal worden (vooral in de afgesloten bekkens). In de broedtijd foerageren Visdieven op zee vooral nabij de kust en zijn ze dus voornamelijk gevoelig voor *nearshore* windparken, maar na de broedtijd foerageren ze vaak verder op zee en zijn dan dus ook gevoelig voor *offshore* windparken.

Recreatief (mede)gebruik: De recreatiedruk op bestaande visdievenkolonies is relatief beperkt omdat ze vaak in ontoegankelijke natuurgebieden liggen of op ontoegankelijke of voor recreatie onaantrekkelijke industrieterreinen. Recreatieactiviteiten kunnen er echter wel toe leiden dat potentieel geschikte broedlocaties in opengestelde gebieden of nabij wegen en paden (inclusief fietspaden langs de buitenzijde van dijken zoals tegenwoordig op veel locaties langs de Ooster- en Westerschelde) niet worden bezet. Verder is een aandachtspunt dat bestaande zonerings van recreatie-activiteiten niet of onvoldoende wordt gehandhaafd. Dit speelt bij kite- en windsurfen, maar ook bij kleine recreatievaart in de Voordelta, Wester- en Oosterschelde. Gezien de al-

gemene toename van recreatie-activiteit in de Delta wordt verwacht dat dit in de toekomst een groter knelpunt gaat worden voor de Visdief.

Ingrepen in oppervlaktewatersystemen: Actief waterpeilbeheer vormt in sommige afgesloten bekkens een knelpunt. Dit kan leiden tot het wegspoelen van nesten bij hoge peilen door verhoogde afvoer door de grote rivieren. (Overigens leidt het huidige spui-beheer in het Haringvliet wel tot een groot aanbod van voedsel bij de sluisen in de vorm van uitgeslagen zoetwatervis). Andersom vallen broedkolonies in natuurontwikkelingsgebieden aan de zuidkust van Schouwen steeds vaker droog. Naast klimaatverandering heeft dit ook te maken met peilbeheer ten behoeve van de landbouw.

Habitatveranderingen onder invloed van (semi) natuurlijke successie of actief terreinbeheer: In veel bekkens is in inlagen/natuurontwikkelingsgebieden te weinig natuurlijke dynamiek aanwezig om de vegetatiesucces te vertragen of resetten. Zonder beheersmaatregelen verruigen en verstruiken broedgebieden daardoor na verloop van tijd. In de Grevelingen en het Haringvliet wordt gekeken naar herstel van getijdenwerking. De impact daarvan op de vegetatiesuccessie op broedplaatsen van Visdief zal mede afhangen van het peilbeheer, maar de kans lijkt vrij groot dat de dynamiek te gering blijft voor een duidelijk positief effect. Een beperkt getijverschil kan zelfs ook negatief uitpakken door oeverafkalving zonder nieuwvorming.

Veranderingen in concurrentieverhoudingen tussen soorten: Predatie van legsels en jonge Visdieven is toegenomen door de toename van grondpredatoren en roofvogels. Door de in recent jaren vaker voorkomende lange perioden van droogte in het voorjaar en de zomer worden broedeilanden gemakkelijker bereikbaar voor grondpredatoren. Beheer van grote meeuwen op broedlocaties waar ze ongewenst zijn leidt ertoe dat ze broedplaatsen van onder meer Visdieven bezetten, wat dan tot verstoring/verdringing en een toename van predatie kan leiden.

Weersextremen: Net als bij de Kluut zijn er effecten van voorjaars- en zomerdroogtes op de toegankelijkheid van broedgebieden voor grondpredatoren en anderzijds effecten van zomerhoogwaters in de noordelijke Delta (wegspoelen van nesten). Verwacht wordt dat deze weersextremen door klimaatverandering vaker gaan voorkomen. De gevolgen van een stijging in de watertemperatuur op het voedselaanbod van de Visdief zijn niet geheel duidelijk. Vooralsnog lijkt het visaanbod hierdoor zelfs eerder toe dan af te nemen.

Demografische knelpunten en beheer

We zien bij deze soort een tamelijk stabiele aantalstrend over de laatste ca. tien jaar. Het broedsucces is (zeer) laag maar lijkt mede doordat de overleving van volwassen vogels hoog is, is dit nog net voldoende voor de instandhouding van de aantallen in het Zuidwestelijk Deltagebied. De langjarige trend van het broedsucces is echter negatief. Tot nu toe leidt de impact van de drukfactoren nog niet tot een *sink*-populatie van Visdieven in de Delta, maar dit zou in de toekomst dus wel kunnen gebeuren. Bescherming en beheer van Visdieven in deze regio zouden zich dus vooral moeten richten op het terugdringen van drukfactoren die op het broedsucces inwerken. Predatie speelt een belangrijke rol in de afname van het broedsucces, maar er is ook toenemende druk op de broed- en foerageergebieden door recreatie en energiewinning (windmolens). Daarnaast vraagt actief peilbeheer in de stagnante bekkens van het noordelijke Deltagebied om aandacht.

7.2.3. Grote Stern

Tegenwoordig broeden Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied vooral in natuurontwikkelingsgebieden, zoals de grote kolonie op de Scheelhoek-eilanden in het Haringvliet. Daarnaast zijn er enkele kleinere vestigingen. Er is behoorlijk wat dynamiek in de bezetting van kolonies; verplaatsingen komen geregeld voor. De enige kolonie in een grotendeels natuurlijk milieu is die van de Hooge Platen in de Westerschelde. In de toekomst wordt een grote impact verwacht van offshore-windmolenparken, predatie van nesten en jongen en extreem weer ten gevolge van klimaatverandering.

Belangrijkste knelpunten

Er zijn in de actuele situatie geen knelpunten die in de zwaarste categorie (code rood) vallen

Overige belangrijke knelpunten

Bodemvisserij: De invloed van bodemvisserij (met name in de Voordelta) op prooivissen van Grote Sterns beperkt zich grotendeels tot de zandspiering; op door de sterns geprefereerde pelagische vissoorten zoals Haring is het effect beperkt. Rekening houdend met effecten van andere omgevingsvariabelen vonden Tien *et al.* 2017 een negatieve correlatie tussen de abundantie van drie soorten zandspiering en de intensiteit van visserij op garnaal of platvis voor de zuidelijke Nederlandse kust.

Windturbineparken: Grote Sterns hebben weliswaar relatief weinig last van windturbine-opstellingen op land (die staan tot dusver niet nabij de broedlocaties), maar er zijn wel *offshore* windparken (in ontwikkeling) in de foerageergebieden van de soort. Hier is in de toekomst een verdere uitbreiding te ver-

wachten in verband met de energietransitie. Dit kan in toenemende mate een knelpunt gaan vormen voor de soort hoewel nog onduidelijk is hoe groot de impact is van vermindering en aanvaringen. Studies naar deze aspecten op zee zijn momenteel gaande.

Recreatief (mede)gebruik: De effecten van kite en windsurfen en kleine recreatievaart op foeragerende Grote Sterns zijn vermoedelijk beperkt, doordat deze soort veelal verder uit de kust foerageert. Verstoring van rust- en baltsplekken op stranden door wandelaars en honden is wel iets dat speelt in de Voordelta, bijvoorbeeld op de Verklikker op Schouwen. Na de broedtijd speelt dit ook langs dijken langs de Ooster- en Westerschelde, waar op buitendijkse onderhoudspaden veel wordt gewandeld en gefietst, hierbij worden ook rustende vogels op piertjes soms verstoord. Gezien de algehele toename van recreatieactiviteiten in de Zuidwestelijke Delta wordt verwacht dat recreatie in de toekomst een groter knelpunt gaat worden voor rustende Grote Sterns.

Ingrepen in oppervlaktewatersystemen: Actief waterpeilbeheer vormt in sommige afgesloten bekkens (Haringvliet) een knelpunt. Dit kan leiden tot het wegspoelen van nesten bij hoogwaters door verhoogde rivierafvoer. Andersom kunnen in sommige natuurontwikkelingsgebieden (vooral langs de Oosterschelde) bij aanhoudende droogte broedeilandjes droogvallen, wat behalve met klimaatverandering ook te maken heeft met peilbeheer ten behoeve van de landbouw.

Habitatveranderingen onder invloed van (semi)natuurlijke successie of actief terreinbeheer: In veel bekkens is er in inlagen en natuurontwikkelingsgebieden te weinig natuurlijke dynamiek, waardoor zonder beheersmaatregelen broedgebieden na verloop van tijd verruigen. De Hooge Platen vormen hierop een uitzondering, maar ook hier heeft zich in de afgelopen decennia meer vegetatie ontwikkeld. Sommige binnendijkse kolonies zijn in warme voorjaren met veel zonlicht al sterk overgroeid met vegetatie als de vogels eieren leggen. In koudere (bewolkte) jaren blijven ze veel langer kaal. Een wat hogere begroeiing biedt bescherming aan grote kuikens, maar vroeg in het seizoen is het alleen maar lastig voor de vogels. Als de successie leidt tot struweelvorming worden broedplaatsen ontruimd. In de Grevelingen en het Haringvliet wordt gekeken naar herstel van getijdenwerking. De impact daarvan op de vegetatiesuccessie op broedplaatsen van Visdief zal mede afhangen van het peilbeheer, maar de kans lijkt vrij groot dat de dynamiek te gering blijft voor een duidelijk positief effect.

Veranderingen in concurrentieverhoudingen tussen soorten: Predatiedruk door grondpredatoren

speelt bij deze soort wat minder dan bij bijvoorbeeld Visdief en Kluut omdat ze vrijwel uitsluitend op eilandjes broedt. Predatie door grote meeuwen neemt wel toe, mede als gevolg van dispersie van meeuwen uit haven- en industrieterreinen waar ze onder druk staan.

Weersextremen: Bij langdurige droogteperiodes kunnen binnendijkse broedplaatsen in inlagen en natuurontwikkelingsgebieden (Oosterschelde) droogvallen vallen waardoor ze bereikbaar worden voor grondpredatoren. De gevolgen van een stijging van de watertemperatuur op het voedselaanbod voor Grote Sterns zijn niet geheel duidelijk. Vooralsnog lijkt het visaanbod hierdoor zelfs toe te nemen, doordat de intrek van jonge Haring in de zoute Delta-wateren bij een hogere zeevatertemperatuur vroeger plaatsvindt en beter overlapt met de kuikenperiode. In recente jaren correleert de conditie van vliegvlugge jonge Grote Sterns in de Zuidwestelijke Delta positief met het aanbod van Haring in de kuikenperiode (W. Courtens; Tulp *et al.* 2018).

Demografische knelpunten en beheer

We zien bij de Grote Stern sinds begin deze eeuw een lichte afname in de aantallen broedparen, maar met grote schommelingen. In de jaren 1990 maakte het broedsucces nog een groei van de Deltapopulatie mogelijk, maar het (ook in vergelijking met elders) lagere niveau van de afgelopen tien jaar doet dat niet meer. De waargenomen aantalsschommelingen hebben ook deels te maken met grootschalige verhuizingen tussen regio's, een bekend verschijnsel bij deze soort. De overleving is relatief hoog. Verschillende van de hierboven genoemde drukfactoren kunnen bijdragen aan het huidige lage broedsucces. Bescherming en beheer van Grote Sterns in het Deltagebied richten zich daarom met name op de beschikbaarheid van voldoende predatievrije (of -luwe) broedgelegenheden met een gunstige vegetatiestructuur in de nabijheid van de Noordzee. In en nabij die foerageergebieden is aandacht nodig voor de effecten van windturbineparken en van recreatie op en nabij potentiële rustplaatsen.

7.2.4. Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw

De drukfactoren in het Zuidwestelijk Deltagebied zijn voor de twee soorten zeer vergelijkbaar en worden hier dan ook gezamenlijk besproken.

Belangrijkste knelpunten

In de zuidwestelijke Delta broeden verreweg de meeste Kleine Mantel- en Zilvermeeuwen op industrie- en haventerreinen, met name het Rotterdams havengebied (Europoort – Maasvlakte), industriegebied Moerdijk (Hollands Diep), het Sloegebied bij Vlissingen, en het havengebied van Zeebrugge.

Slechts een klein deel van de populaties broedt in meer natuurlijk habitat, zoals eilanden en duinen, bijv. op Neeltje Jans, de Ventjagers- en de Veermansplaten, Spuitkop en Meeuwenduinen. De belangrijkste knelpunten zijn havenontwikkeling, met daaraan gerelateerde verjaging en bestrijding, en toename in predatiedruk.

Industrievestiging en/of havenontwikkeling (in combinatie met verjaging en verzamelen terrestrische soorten): In de grote havengebieden in de Zuidwestelijke Delta worden vooral in recente jaren veel terreinen uitgegeven voor ontwikkeling en vervolgens bebouwd. Omdat het verstoren van broedende vogels verboden is worden hiervoor voormalige of potentiële broedterrein voor grote meeuwen broedvrij gehouden, zelfs wanneer tijdens het betreffende broedseizoen nog geen werkzaamheden plaatsvinden. Deze druk op de broedruimte leidt ertoe dat adulte broedvogels emigreren naar elders. Bij Kleine Mantelmeeuw vindt vestiging van nieuwe kolonies plaats tot ver in het binnenland (bv. Oost-Brabant). Zilvermeeuwen dispergeren minder ver; de verjaagde broedvogels vestigen zich meer individueel verspreid op daken in bebouwd gebied, vooral in de (zuidelijke) Randstad. Zo worden in Zuid-Hollandse steden momenteel steeds meer geringde adulte meeuwen uit de Rotterdamse haven als broedvogel waargenomen. Vestiging in stedelijk gebied leidt tot (o.a. geluids)overlast voor bewoners, wat weer aanleiding geeft voor verjagings- en bestrijdingsacties aldaar. Beide soorten vestigen zich daarnaast ook in bestaande broedgebieden van kustbroedvogels overal in de Delta, met negatieve gevolgen voor die soorten door predatie en verdringing of vermijding. Bovengenoemde ruimtedruk, met verplaatsingen tot gevolg, speelt niet alleen in de Rotterdamse havens, maar ook in het Sloegebied (Westerschelde) en in Vlaanderen. Verwacht wordt dat in de toekomst meeuwen vanuit het Sloegebied naar de Hoge Platen zullen verhuizen. Bij Moerdijk (Hollands Diep/Haringvliet) is een meeuwengebied ingericht op een voormalige slibstort (eiland) vlakbij, om overlast door verplaatsingen te voorkomen. Naast verstoring en verjaging worden in haven- en industriegebieden op grote schaal eieren met olie behandeld en nesten verwijderd om overlast te bestrijden. Dit zorgt voor verminderde reproductie. Hier en daar zijn er ook ontwikkelingen met impact op de overleving. Zo is in de Maasvlakte een 80km-weg dwars door een kolonie Zilver- en Kleine Mantelmeeuwen aangelegd, waardoor sterfte van adulte broedvogels optreedt door aanrijdingen. De gevolgen van deze grootschalige havenontwikkelingen zijn duidelijk zichtbaar; de broedpopulaties van beide soorten nemen in havengebied sterk af. Verwacht wordt dat de gevolgen op populatieniveau bij de Zilvermeeuw groter zijn,

omdat deze soort al kwetsbaarder is qua demografie en minder ver dispergeert (vooral naar het binnenland) dan de Kleine Mantelmeeuw. Verwacht wordt dat de havenontwikkeling in de toekomst verder toe zal nemen.

Verandering in predatiedruk: De Vos is sterk in opkomst in de hele Delta, en veroorzaakt overal predatie van eieren en jongen. Permanente aanwezigheid van Vossen leidt tot het verlaten van broedplaatsen. Inmiddels speelt in de oostelijke Delta (Moerdijk) ook al predatie door Steenmarters. Denkbaar is dat grondkolonies uiteindelijk vrijwel geheel gaan verdwijnen, zoals eerder langs de Hollandse Kust en in Saefthinghe.

Overige belangrijke knelpunten

Bodemvisserij: Historisch is visserij de pijler geweest onder de sterke toename van de Kleine Mantelmeeuw in het Noordzegebied, en in mindere mate ook die van de Zilvermeeuw. Bodemvisserij maakt via *discards* voedsel beschikbaar dat anders onbereikbaar is. De EU heeft in 2013 in de zeevisserij een aanlandingsplicht (*discard ban*) ingesteld, die deze voedselbron drastisch heeft verminderd. Een aanwijzing dat Kleine Mantelmeeuwen hier al last van hebben is dat kolonies in het westelijke deel van de Delta, waar de vogels voornamelijk op zee foerageren, slechter reproduceren dan kolonies in het oosten, waar meer vogels in het binnenland foerageren. De aanlandingsplicht geldt vooralsnog alleen voor vissoorten met een ongunstige stand. Verwacht wordt dat de regels in de toekomst verder worden verscherpt, dus het effect van de aanlandingsplicht zal waarschijnlijk voorlopig toenemen.

Vaste afvalstoffen: Beide soorten zijn gevoelig gebleken voor de afsluiting van vuilnisbelten. Deze artificiële maar belangrijke voedselbron gaat op termijn structureel verloren.

Windturbineparken: Windturbines worden in toenemende mate geplaatst nabij de open wateren en in de nabijheid van kolonies van grote meeuwen, en op zee in mogelijke foerageergebieden. Juist in en om havengebieden (met name Rotterdams Havengebied en Sloegebied) zijn al veel windturbines geplaatst en voor de kust van Zeeland ligt een groot *offshore* windmolenpark. Turbines langs de kust nabij kolonies zijn hier en daar problematisch m.b.t. aanvaringen (bv. Sloe, Slufter op de Maasvlakte). In Zeebrugge hebben aanvaringen een significant effect op lokale populaties. De Kleine Mantelmeeuw is gevoeliger voor windparken offshore dan de Zilvermeeuw, doordat deze soort meer pelagisch foerageert. Het effect op de overleving en populatie is nog onzeker, maar de soort wordt beschouwd

als risicosoort. Meeuwen uit het Hollands Diep en Krammer-Volkerak gaan in de broedperiode nauwelijks naar zee en zullen dus weinig last ondervinden van offshore windparken. Het is nog onbekend of windturbines ook een negatief effect hebben op de voedselbeschikbaarheid door vermijding/verstoring.

(Semi)natuurlijke successie/degradatie: Grote meeuwen hebben minder last van verruiging van broedterreinen dan kleinere soorten kustbroedvogels, maar ruimen uiteindelijk toch het veld bij struweel- en bosvorming. Het probleem van verregaande successie is het grootst in de Voordelta, waar duingebieden dichtgroeien met struweel. Ook op broedeilanden in stagnante bekkens treedt snelle vegetatiesuccessie door het gebrek aan natuurlijke waterdynamiek; sommige eilanden in het Veerse Meer en de Grevelingen zijn hierdoor al een poos terug ontruimd. Hier en vindt dit tot actief habitatbeheer voor meeuwen plaats, bv. in de duinen van Schouwen. In de Ooster- en Westerschelde speelt dit minder omdat de successie hier langzamer gaat.

Ziekteverwekkers: Zowel Zilvermeeuw als Kleine Mantelmeeuw zijn kwetsbaar voor botulisme en voor toxische stoffen geproduceerd door blauwalgen. De kans op sterfte hierdoor neemt toe door opwarming; zo is botulisme tegenwoordig geregeld al aanwezig in het broedseizoen, waar het voorheen vooral later (vanaf augustus) opspeelde. Botulisme en blauwalg spelen vooral in de grote zoete wateren (Haringvliet, Hollands Diep, Krammer-Volkerak, Zoommeer) en kleinere wateren op land. In 'binnenlandkolonies' in de Delta lijkt zichtbare adultensterfte ook meer voor te komen dan in 'zeekolonies'. De Kleine Mantelmeeuw heeft daarnaast in het wintergebied last van *Paralytic Shellfish Poisoning* (PSP), met name in Zuid-Spanje en Zuid-Portugal. Dit blijkt uit geringde vogels uit de Delta die terecht komen in opvanglocaties aldaar. Ook het optreden van PSP lijkt toe te nemen door klimaatverandering.

Klimaatverandering en weersinvloeden: Meeuwenkuikens zijn gevoelig voor sterfte door oververhitting in kolonies. Dit speelt niet alleen tijdens extreme hittegolven; elke verhoging in temperatuur wordt uitvergroot door het microklimaat in de beschutting van vegetatie, in duinpannen en op geasfalteerde daken. In droge perioden (die in de toekomst door klimaatverandering naar verwachting zullen toenemen) wordt voedsel in landbouwgebieden moeilijker bereikbaar; dit is al na een paar dagen zichtbaar aan de voedselaanvoer voor kuikens, en speelt in alle kolonies (en vooral bij Kleine Mantelmeeuwen, die veel meer in agrarisch gebied foerageren). Bovendien kunnen door droogte broedeilanden bereikbaar worden voor grondpredatoren.

Demografische knelpunten en beheer

Bij beide soorten zijn de aantallen in het Deltagebied afgenomen, bij Zilvermeeuw sterker dan bij Kleine Mantelmeeuw. De beperkte beschikbare reproductiegegevens uit de Zuidwestelijke Delta wijzen op een te laag broedsucces om de huidige sterfte te compenseren, maar de representativiteit ervan is onzeker omdat juist in de grote kolonies in haven- en industriegebied weinig metingen zijn verricht. Factoren die het broedsucces onder druk zetten zijn toenemende predatie van legsels en kuikens, het grootschalig behandelen van eieren met maïsolie, en een verminderd voedselaanbod als gevolg van de invoer van de aanlandingsplicht, het sluiten van vuilnisbelten en droogte. De ringanalyse wijst er bovendien op dat de overleving van grote meeuwen in het Deltagebied is afgenomen. Mogelijk speelt de sluiting van vuilnisbelten bij beide soorten een rol, terwijl de aanlandingsplicht vooral de Kleine Mantelmeeuw parten speelt. Onduidelijk is hoe groot het effect is op de overleving van windturbines, botulisme en blauwalg.

De twee met afstand belangrijkste knelpunten in het beheer van populaties grote meeuwen in het Deltagebied zijn de druk op grote haven- en industrieterreinen en de toename in predatiedruk door met name Vos. De gevolgen zijn niet alleen een afname van aantallen en broedsucces in de belangrijkste kolonies, maar ook een ongewenste verspreiding naar broedterreinen van andere kustbroedvogels elders in de Delta (waar problemen ontstaan door predatie en verdringing), en naar steden in de wijde omgeving (met overlast voor menselijke bewoners). Stilleggen van de economische ontwikkeling van de havengebieden is ongewenst, maar maatregelen die de negatieve effecten op zowel de meeuwenpopulaties zelf als de druk op natuurwaarden elders in de Delta en op de stedelijke samenlevingen kunnen verminderen zijn wel mogelijk. Met name moet hierbij worden gedacht aan het reserveren en in stand houden of aanleggen van een ruim oppervlak aan geschikt (vos-, verkeers- en verstoringvrij) broedhabitat in of op korte afstand van de oude havenbolwerken, dat als opvang kan dienen voor de verdreven broedvogels.

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1. Inleiding

In deze studie is gepoogd meer inzicht te krijgen in de gezondheid van de populaties van vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied, door het analyseren en integreren van demografische gegevens. Een belangrijk onderdeel daarvan was het uitwerken van over een lange periode opgebouwde maar nog niet eerder voor dit doel geanalyseerde ringterugmeldingen en -aflezingen tot schattingen van jaarlijkse overlevingskansen. Door bij de integratie voor zowel voor reproductie als overleving gegevens te gebruiken die afkomstig zijn uit het Deltagebied zelf wordt de zeggingskracht ervan voor de regionale situatie groter dan wanneer gemeten broedsucces wordt afgezet tegen gepubliceerde overlevingscijfers uit andere populaties. Bovendien zijn zulke overlevingsschattingen voor deze soorten in de literatuur nog (erg) schaars. De resultaten van deze studie hebben daardoor een grotere bruikbaarheid en waarde dan alleen als onderdeel van een regionale gezondheidscheck.

De voornaamste reden waarom schattingen van overleving zo veel minder beschikbaar zijn dan cijfers over broedsucces is dat ze aanzienlijk meer gegevens en ingewikkelder analyses vergen. Die complexiteit heeft ons ook in dit project parten gespeeld: voor verschillende van de geanalyseerde soorten lukte het niet om uit de beschikbare data afzonderlijke schattingen per jaar af te leiden, maar alleen gemiddelden over langere perioden. Ook die zijn echter heel waardevol. Naast de data-honger van de toegepaste rekenmethoden heeft hierbij ook een rol gespeeld dat de historische ringactiviteiten die de gegevens hebben gegenereerd meestal niet waren opgezet met dit gebruiksdoel voor ogen. Zo zijn er in de loop der jaren grote fluctuaties geweest in aantallen geringde vogels en hun verdeling over leeftijdsklassen, die de analyses compliceren. Studies zoals deze brengen dergelijke aspecten voor het voetlicht en kunnen daardoor helpen toekomstig ringwerk meer rendement te geven.

Een tweede onderdeel van deze studie was het identificeren van belangrijke drukfactoren voor de onderzochte kustbroedvogels in het Deltagebied (hoofdstuk 7). In combinatie met de demografische analyse geeft dit meer inzicht in belangrijke knelpunten die hun populaties in deze regio ondervinden, dat richting helpt geven aan beleid en beheermaatregelen voor deze soorten. Daarbij gaat het niet alleen om nieuwe inzichten, maar ook om het onderbouwen van al bestaande vermoedens met feitelijke gegevens.

In dit hoofdstuk vatten we de voornaamste resultaten van de analyses van demografie en drukfactoren samen. Daarbij bespreken we eerst de resultaten per soort afzonderlijk en vervolgens in hoeverre ook gemeenschappelijke patronen zijn te ontwaren. In tabel 8.1 is de demografische informatie voor de vijf soorten samengevat in kengetallen, en tabel 8.2 geeft een overzicht van de belangrijkste drukfactoren geïdentificeerd in de DIPSR analyse in hoofdstuk 7 en de bijbehorende Bijlagen. Vervolgens formuleren we op basis van de resultaten van deze analyse aanbevelingen voor beleid en beheer.

8.2. Belangrijkste resultaten van de analyse

8.2.1. Resultaten per soort

Kluut

De integratie van demografische gegevens wijst erop dat het reproductiesucces van Kluten in het Zuidwestelijk Deltagebied niet in balans is met de sterfte, en dat de populatie wordt aangevuld door immigranten van elders. De overlevingsschatting voor volwassen Kluten is iets lager dan verwacht, maar vooral het reproductiesucces is geringer dan in sommige buitenlandse studies, en zou bijna vier maal zo hoog moeten liggen om een stabiele populatie te verkrijgen. Een te laag reproductiesucces is daarmee het belangrijkste demografische ‘probleem’ van Kluten in het Deltagebied.

De overlevingsschatting voor Kluten is niet erg nauwkeurig, en na de eeuwwisseling nog onzekerder geworden doordat in het Deltagebied nauwelijks meer Kluten werden geringd. Hernieuwde (kleur) ringinspanning, zowel aan kuikens als volwassen vogels, is nodig om deze kennislacune op te vullen. Dit is inmiddels ook opgepakt. Het zal ook meer inzicht opleveren in dispersie en uitwisseling van Kluten met gebieden binnen en buiten de Delta, waaronder de herkomst van de veronderstelde immigranten. Belangrijke drukfactoren voor Kluten in het Zuidwestelijk Deltagebied zijn predatie van legsels en jongen, vegetatiesuccessie op broedlocaties, het droogvallen van broedeilanden in perioden van droogte, en in de noordelijke Deltabekken soms overspoeling van legsels door hoge waterstanden bij hoge rivierafvoer. De beide laatstgenoemde factoren worden mede versterkt door klimaatverandering.

Visdief

De beschikbare gegevens geven aan dat de visdiefvenpopulatie van het Zuidwestelijk Deltagebied in de

Tabel 8.1. Samenvatting van de demografie van vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied. Per aspect zijn weergegeven: de belangrijkste kengetallen (voor s.e./s.d.'s zie hoofdstuk 4), trends hierin (afname, = stabiel, + toename), en vergelijking met niveaus in populaties elders (laag, normaal, hoog). Bij 'integratie' wordt de o.b.v. reproductie en overleving gemodelleerde populatiegroeisnelheid λ vergeleken met de waargenomen trend, vermeld welk broedsucces (vvj/bp) leidt tot een stabiele populatie en of die waarde wordt gehaald, en de demografische parameter genoemd die het meest beperkend is voor de populatieontwikkeling. Ten slotte is aangegeven over welke parameters betere informatie nodig is.

demografisch aspect	Kluut	Visdief	Grote Stern	Zilver-meeuw	Kl. Mantelmeeuw	
aantallen	broedparen in B	500	1200	0	2000	2300
	broedparen in NL (2019)	2430	5020	5560	14.300	37.700
	N2000-doel (regionaal, NL) ¹	2000	6500	6200	n.v.t.	n.v.t. ²
	trend NL sinds 1990	-	=	+	--	
	trend NL laatste 10 jr	=	=	-	-	
reproductie	reproductie gemiddeld vvj/bp (laatste 10 jr)	0.26	0.39	0.49	(0.63?)	(0.55?)
	reproductie trend	+	--	-	?	?
	niveau reproductie t.o.v. populaties elders	vrij laag	(zeer) laag	(zeer) laag	matig?	matig?
	overleving 1 ^e jaar	0.47	.	.	0.56	0.62
overleving	.	0.47	0.65	0.87	0.89	
	0.83	0.93	0.94	0.86	0.89	
	=?	=	=(+)	-	--	
niveau overleving t.o.v. populaties elders	normaal/ vrij laag	hoog	hoog	normaal	normaal/ vrij laag	
integratie	voorspelde populatiegroei λ	0.88	1.01	1.00	(0.96)	(0.99)
	waargenomen λ (broedparen)	0.99	0.99	0.97	0.96	0.99
	interpretatie van verschil	stabiel door immigratie?	goede match	vrij goede match	?	?
	reproductie nodig voor $\lambda=1$	1.0-1.1	0.33	0.46	1.1-1.2	0.6-0.7
	vereiste reproductie gehaald?	nee	ja	ja	nee?	nee?
	grootste demografische knelpunt in de populatieontwikkeling	reproductie	reproductie	reproductie	? (ruimte)	? (ruimte)
data	behoefte aan betere informatie (nauwkeuriger schattingen)	overleving	overleving 1 ^e -2 ^e jaar	overleving 1 ^e 2 ^e jr, broedkans ad	reproductie, broedkans adulten	reproductie, broedkans adulten

¹ Regionale N2000 doelen voor het Nederlandse Deltagebied hebben betrekking op een kleiner gebied dan beschouwd in dit rapport, namelijk *niet* op: Voordelta, Maasvlakte/Europoort, Hollands Diep, Veerse Meer.

² Voor Kleine mantelmeeuw is alleen een gebiedsdoel vastgesteld voor N2000-gebied Veerse Meer: 590 broedparen. Aanwezig in 2019: 105.

afgelopen jaren demografisch gezien vrijwel in balans was. De op basis van reproductie en overleving voorspelde populatieontwikkeling komt ook goed overeen met de waargenomen trend, zodat er geen aanleiding is te veronderstellen dat er substantiële netto immigratie of emigratie optreedt. Deze balans is echter vooral te danken aan een in vergelijking met schattingen voor visdiefpopulaties elders hoge adulte overleving. Het gemiddelde broedsucces in de Delta lijkt daardoor weliswaar voldoende om de sterfte te compenseren, maar is in vergelijking met andere studies laag, en voorkomt dat de populatie een verdere groei doormaakt of een netto exporteur kan zijn van jonge vogels. Bovendien is de langjarige trend van het broedsucces negatief. Tot nu toe leidt

de impact van de drukfactoren dus nog niet tot een *sink*-populatie van Visdieven in de Delta, maar dit zou op vrij korte termijn wel kunnen gebeuren. Een belangrijke drukfactor die inwerkt op het broedsucces van Visdieven in het Deltagebied is predatie, maar er is ook toenemende druk op de broed- en foerageergebieden door recreatie en energiewinning (windturbines). Daarnaast zorgt het peilbeheer in de voormalige zeearmen van het noordelijke Deltagebied soms voor overspoeling van legsels.

Grote Stern

Ook voor de Grote Stern indiceren de beschikbare gegevens dat de reproductie in het Zuidwestelijk Deltagebied in de afgelopen jaren demografisch ge-

zien net in balans was met de sterfte, maar er geen marge is voor eigen groei of export van jonge vogels naar andere populaties. De in vergelijking met (schaarse) schattingen in de literatuur tamelijk hoge overleving is *de* pijler onder die balans, want het gemiddelde reproductiesucces in de Delta zit juist helemaal onderin de spreiding van elders gemeten waarden. De op basis van de demografische informatie voorspelde stabiele populatietrend was iets gunstiger dan de licht afnemende trend in de getelde aantallen broedparen. Forse schommelingen in de broedpopulatie van het Nederlandse Deltagebied in de afgelopen 10 jaar zijn waarschijnlijk te verklaren door uitwisseling met kolonies in België en Noord-Nederland. De voorafgaande fase van groei rond de jaren 1990 is vermoedelijk grotendeels gevoed door de eigen reproductie, die destijds hoger lag dan nu. Onzekerheden met betrekking tot de demografie van Grote Sterns betreffen vooral de overleving van jonge vogels en het aandeel van de adulte vogels dat per jaar tot broeden komt. Ook de schatting van adulte overleving is nog niet optimaal, maar zal binnenkort kunnen worden verbeterd met meer gegevens uit een lopend kleurringproject.

Belangrijke drukfactoren die van invloed zijn op het huidige lage broedsucces zijn vegetatiesuccessie en geringe kustdynamiek die leiden tot een beperkte beschikbaarheid van broedgelegenheid met een gunstige vegetatiestructuur in de nabijheid van de visgronden op de Noordzee. Predatie speelt op de voorkeurslocaties van Grote Sterns een kleinere rol dan bij de Visdief, maar predatie door grote meeuwen is op sommige plekken wel significant. In en nabij de foerageergebieden op zee spelen mogelijke negatieve effecten van windturbineparken en van recreatie op en nabij potentiële rustplaatsen.

Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw

Over het broedsucces van deze twee soorten grote meeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied bestaat veel onzekerheid doordat tot dusver te weinig is gemeten in de grote kolonies in industrie- en havengebieden. Door het ontbreken van betrouwbare reproductieschattingen valt ook de populatieontwikkeling niet goed te modelleren. Wel is berekend dat bij de overlevingscijfers voor de meest recente 10 jaar Zilvermeeuwen in het Deltagebied 1.1-1.2 vliegvlugge jongen per broedpaar moeten grootbrengen voor een stabiele populatie, afhankelijk van de jaarlijkse broedkans van adulte vogels, en Kleine Mantelmeeuwen 0.6-0.7 vj/bp. Het gemiddelde van de wel gemeten reproductie-waarden ligt bij de Zilvermeeuw onder deze waarde en is ook aan de lage kant in vergelijking met andere studies. Bij de Kleine Mantelmeeuw zit het in de middenmoot en is wellicht net voldoende, maar voor beide soorten is dus de representativiteit voor de Delta-populatie als

geheel twijfelachtig.

De gemiddelde overlevingscijfers voor adulte grote meeuwen uit de Zuidwestelijke Delta komen goed overeen met schattingen uit buitenlandse studies. Dat lijkt ook te gelden voor eerstejaars en subadulte Zilvermeeuwen; voor jonge Kleine Mantels is geen vergelijkingsmateriaal voorhanden. De ringanalyse wijst er echter wel op dat de overleving van grote meeuwen in het Deltagebied in het laatste decennium is afgenomen. Bij de Kleine Mantelmeeuw betreft dit met name die van eerstejaars en adulte vogels en bij de Zilvermeeuw vooral die van subadulte. Dit kan erop wijzen dat de belangrijkste oorzaken bij de Kleine Mantelmeeuw in het broedgebied liggen, aangezien jonge Kleine Mantelmeeuwen tijdens het broedseizoen veelal verder weg verblijven, en voor een deel zelfs in de wintergebieden. De adulte overleving is bij Kleine Mantelmeeuw afgenomen in zowel kolonies die op zee foerageren als die in het binnenland foerageren; bij Zilvermeeuw alleen in kolonies die in het binnenland foerageren. Mogelijk speelt de sluiting van vuilnisbelten bij beide soorten een rol, terwijl de aanlandingsplicht vooral de Kleine Mantelmeeuw parten speelt. Onduidelijk is hoe groot het effect op de overleving is van windturbines, botulisme en blauwalg.

De twee met afstand belangrijkste knelpunten in het beheer van populaties grote meeuwen in het Zuidwestelijk Deltagebied zijn op dit moment de ontwikkeling van terreinen en verstoring in grote haven- en industrieterreinen en de toename in predatiedruk door met name Vos. De gevolgen zijn niet alleen een afname van aantallen en broedsucces in de belangrijkste kolonies in havengebieden, maar ook een ongewenste verspreiding naar broedlocaties van andere kustbroedvogels elders in de Delta (waar problemen ontstaan door predatie en verdringing), en naar steden in de wijde omgeving (met overlast voor menselijke bewoners).

8.2.2. Soortoverschrijdende patronen

Demografie

In hoeverre komen de vijf hier beschouwde soorten overeen in de demografische toestand van hun populaties in het Deltagebied en belangrijkste knelpunten daarin? Compleet te beantwoorden is deze vraag nog niet, omdat we van Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw nog onvoldoende broed-succesgegevens hebben voor een volledige geïntegreerde analyse. Met de in 2019 en 2020 ingezette monitoring in grote kolonies zal zo'n analyse over enkele jaren wel zijn te maken. Tussen de Kluut en de twee sterns zijn er duidelijke overeenkomsten, maar ook enkele verschillen. Waar bij de Kluut het huidige reproductiesucces onvoldoende lijkt om de sterfte te compenseren, zodat de recente vrijwel stabiele populatietrend

Tabel 8.2. Samenvatting van belangrijke drukfactoren voor vijf soorten kustbroedvogels in het Zuidwestelijk Deltagebied. De indeling van drukfactoren volgt de DIPSR-systematiek gehanteerd in de tabellen in Bijlagen 5-9. De kleuren geven de mate van ernst weer, gebaseerd op de scores en kleuren in de Bijlagen. Voor een inhoudelijke toelichting per soort zie hoofdstuk 7.

sturende factoren hoofdgroep	sturende factoren subgroep	Kluut	Visdief	Grote Stern	Zilvermeeuw	Kl. Mantelmeeuw
Bebouwing, inrichting, aanleg infrastructuur	Recreatie-, toerisme- of sportvoorzieningen					
	Industrievervestiging, havenontwikkeling					
Energieproductie en transport	Windturbines: op land / langs grote wateren					
	Windturbines: op zee					
Visserij, jagen en oogsten	Bodemvisserij: effect op visstand					
	Aanlandingsplicht zeevisserij (<i>discard ban</i>)					
	Verjaging (bestrijding, eieren onklaar maken)					
Recreatief gebruik	Recreatie op land: wandelen, honden					
	Recreatie op water: kite- en windsurfen, recreatievaart, oeverrecreatie					
Actief waterbeheer	Kunstmatig peilbeheer: spuien i.r.t. rivierafvoer in noordelijke Deltabekkens					
Veranderingen in natuurlijke systeemkenmerken	Habitatverandering o.i.v. (semi)natuurlijke successie					
	Veranderingen in predatiedruk					
	Actief soortenbeheer (vestiging grote meeuwen door verjaging elders)					
Verontreiniging	Sluiting/ afdekken van vuilstorten					
Exoten, ziekten	Ziekte(verwekkers)					
Klimaatverandering en weersinvloeden	Klimaatverandering: temperatuur en neerslag algemeen					
	Weersextremen: hitte of droogte, extreme neerslag					

Legenda:	
	nu nog niet ernstig, maar toekomstverwachting (matig) ernstig
	nu en toekomstverwachting matig ernstig
	nu matig ernstig, toekomstverwachting ernstig
	nu ernstig

in stand gehouden moet worden door immigratie, zijn reproductie en sterfte bij Visdief en Grote Stern vrijwel in balans. Ruimte voor populatiegroei of export van rekruten naar de omgeving geeft die balans echter ook bij deze soorten niet, wat te denken geeft omdat de huidige aantallen broedparen nog onder de regionale N2000 instandhoudingsdoelen liggen. Een in vergelijking met waarden gevonden in andere studies laag broedsucces is iets wat Visdief, Grote Stern en Kluut in het Zuidwestelijk Deltagebied ge-

meen hebben. De disbalans met de sterfte wordt bij Kluut mogelijk mede veroorzaakt door een matige overleving, al is hierover geen zekerheid vanwege de nogal onnauwkeurige schatting. Bij Visdief en Grote Stern steekt de berekende overleving juist gunstig af tegen die in buitenlandse studies. Al met al is voor alle drie soorten de ontoereikende productie van vliegvlugge jongen het belangrijkste demografische knelpunt in het Deltagebied. Voor Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw is dit zoals vermeld nog niet

goed te zeggen, maar de beschikbare gegevens wijzen ook voor de Zilvermeeuw op een mogelijk knelpunt in de reproductie.

Daarnaast is de afname in de overleving die naar voren kwam uit de ringanalyse voor beide grote meeuwen een punt van aandacht. De gemiddelde waarden over de meest recente 10 jaar liggen nog niet duidelijk beneden waarden uit andere studies, maar de op de afnemende trend gebaseerde schattingen voor de laatste paar jaren doen dat wel. De oorzaken ervan zijn nog ongewis, maar mogelijk spelen diverse beperkingen in het voedselaanbod een rol.

Drukfactoren

Een grote gemene deler die naar voren komt uit de bespreking van drukfactoren in hoofdstuk 7 is de grote en veelomvattende druk op de ruimte in het Zuidwestelijk Deltagebied. Die druk omvat een grote diversiteit aan aspecten van ruimtegebruik. Wonen, industrie, havens en transport, energiewinning, intensieve landbouw, visserij en schepdierkweek, recreatie op land en water, kustveiligheid en natuur(ontwikkeling) claimen allemaal een groter of kleiner stuk van de ruimte. Hierdoor wordt het voor kustbroedvogels in de Delta steeds moeilijker om geschikte (nieuwe of vervangende) vestigingsplaatsen te vinden om zich voort te planten, behalve waar die bewust worden ontwikkeld of aangelegd. Tegelijkertijd wordt het door diezelfde druk steeds lastiger om locaties te vinden voor ontwikkeling of aanleg, bijvoorbeeld ter compensatie van elders verloren gegaan leefgebied. Op potentiële locaties liggen vaak al andere claims, waaronder geregeld ook andere (wettelijk vastgelegde) natuurdoelstellingen. Tabel 8.2 geeft een samenvattend overzicht van de belangrijke drukfactoren die in hoofdstuk 7 en Bijlagen 5-9 zijn geïdentificeerd voor de vijf soorten behandeld in dit rapport. In de tabel is een globale tweedeling waarneembaar tussen enerzijds de Kluut en de twee soorten sterns en anderzijds de twee grote meeuwen. Binnen de eerste groep is de overeenkomst in drukfactoren het grootst tussen Kluut en Visdief, en iets minder groot met Grote Stern. Het geconcentreerde broeden op geïsoleerde eilanden in natuurgebieden en het foerageren op zee maken Grote Sterns iets minder gevoelig voor predatie door grondpredatoren en voor verstoring door land- en waterrecreatie. De twee grote meeuwen ondervinden een aantal specifieke drukfactoren, vooral gerelateerd aan hun grote kolonies in haven- en industriegebieden en hun foerageer-ecologie. De gevolgen daarvan, met name van habitatverlies en actieve bestrijding in havengebieden, leiden op hun beurt tot druk op de populaties van de andere soorten. Adequaate beheer van de grote meeuwenkolonies is daardoor van belang voor alle soorten kustbroedvogels in het Deltagebied.

Er zijn drie (hoofdgroepen van) drukfactoren die bij alle vijf soorten een rol spelen (maar waarbij de details van werkingsmechanismen kunnen verschillen; zie hst 7):

- Vegetatiesuccessie op broedplaatsen, met name in gebieden met weinig natuurlijke dynamiek (binnendijks en afgesloten zeearmen) en zoet water, leidt tot afnemend broedsucces en uiteindelijk verlaten van broedplaatsen (door grote meeuwen in een later stadium dan door Kluut en sterns).
- Toenemende predatiedruk door toename van grondpredatoren (w.o. Vos), maar ook van grote meeuwen verdreven uit broedgebieden elders.
- Aspecten van klimaatverandering, waaronder uitdrogen van broedplaatsen en foerageergebieden, maar ook peilfluctuaties door pieken in rivierafvoer na extreme neerslag, en frequentere zomerstormen.

Bij de uitwerking van deze en andere drukfactoren spelen ook veel onderlinge interacties. Zo leiden toenemende droogteperiodes in het broedseizoen tot verhoogde toegankelijkheid voor predatoren wanneer broedeilandjes in inlagen en natuurontwikkelingsgebieden droogvallen, wat op zich weer mede kan samenhangen met peilbeheer in omliggend landbouwgebied. En leidt vegetatiesuccessie geregeld tot een toename van het aantal (soorten) predatoren.

Twee andere ontwikkelingen die nu of in de toekomst op meerdere soorten aanzienlijke invloed hebben of krijgen, zijn de voortgaande toename in recreatiedruk en windenergiewinning, vooral op zee. Voor het reguleren van recreatiedruk zijn op veel plaatsen al (zonerings)maatregelen ingevoerd, maar de handhaving daarvan laat vaak te wensen over. Windenergiewinning is een drukfactor die via directe sterfte impact kan hebben op de overlevings-kant van de demografie van kustbroedvogels. Deze kwam bij de nu bestudeerde soorten nog niet naar voren als het belangrijkste demografische knelpunt, maar een beperkte reductie in de overleving kan bij deze langlevende soorten een relatief groot effect hebben op de populatie-ontwikkeling, zoals ook blijkt uit de gevoeligheidsanalyses van de modellen in dit rapport.

8.3. Aanbevelingen voor beleid, beheer en onderzoek

Een studie als deze, op het niveau van de regionale populaties, leidt niet direct tot gedetailleerde aanbevelingen voor specifieke beheeringrepen in met name genoemde gebieden. Het helpt wel te identificeren bij welke richting van maatregelen de soorten het meeste baat zullen hebben, zoals een keuze tussen inzetten op kwantiteit van broedhabitat, verbe-

teren van reproductiesucces, of verhogen van overleving, en welke drukfactoren hierin het belangrijkste zijn om aan te pakken. De waarde van dergelijke studies ligt niet alleen in het genereren van nieuwe inzichten en aanbevelingen, maar ook in het onderbouwen van al bestaande vermoedens met feitelijke gegevens.

Beheer van kustbroedvogels algemeen

- Beleid en beheer gericht op kustbroedvogels in de Zuidwestelijke Delta moeten zich met prioriteit richten (en doen dat veelal ook al) op het verminderen van (de impact van) drukfactoren die negatief inwerken op hun reproductiesucces. Bij de meeste onderzochte soorten lijkt de overleving op dit moment geen knelpunt te vormen.
- De primaire opgave hierbij is het beschikbaar houden of maken van voldoende oppervlak aan geschikt broedgebied met de volgende kenmerken:
 - in een vroeg stadium van de (vegetatie)succes- sie (te bewerkstelligen door actief vegetatie- beheer, periodieke *resets* of ontwikkeling van nieuwe locaties),
 - met beperkte toegang voor predatoren (ei- landen, locaties omgeven door ringsloten of (electrische) afrasteringen, actief predatoren- beheer),
 - en veilig voor overspoeling.
- De mogelijkheid tot en aandacht voor een ade- quaat beheer van waterpeilen is van belang bij alle drie de bovengenoemde aspecten. Dit geldt zowel op een lokale schaal (bv. voorkomen dat ei- landjes in inlagen droogvallen) als meer regionaal (inspelen op rivierafvoer om overspoeling van broedeilanden in de noordelijke deltawateren te voorkomen).
- Bij het mitigeren van effecten van de toenemende recreatiedruk ligt de sleutel in het rustig houden van broed- en foerageergebieden door zonering. Daarbij is het niet altijd nodig om een grote af- stand te creëren tussen recreanten en vogels, maar wel essentieel om door effectieve handha- ving te waarborgen dat rustgebieden en bufferzo- nes ook daadwerkelijk rustig blijven.
- De effecten van windenergiewinning op kust- broedvogelpopulaties lijken tot dusver tamelijk beperkt, maar aandacht is met name nodig voor twee aspecten:
 - Bij windturbine-opstellingen langs de grote wateren zijn de exacte locatie en configuratie in relatie tot nabije broedkolonies van belang om verstoring en sterfte door aanvaringen te voor- komen.
 - De mogelijke gevolgen van grootschalige uit- breiding op zee zijn nu nog niet duidelijk maar onderwerp van diverse studies. Het is mogelijk

dat deze aanleiding zullen geven tot aanpassing van plannen of tot mitigatie- of compensatie- maatregelen.

Beheer van kustbroedvogels per soort

- Verbetermogelijkheden voor de populatie van **Kluut** in de Zuidwestelijke Delta liggen primair bij het verhogen van het broedsucces, door het verminderen van predatie van legsels en jongen, vegetatiesuccessie op broedlocaties, het droogval- len van broedeilanden in perioden van droogte, en in het voorkomen van overspoeling van legsels door hoge waterstanden bij sterke rivierafvoer door proactief peilbeheer in de (semi-)stagnante bekkens van het noordelijke Deltagebied.
- Ook bescherming en beheer van **Visdief** in deze regio moet zich vooral richten op het terugdrin- gen van drukfactoren die op het broedsucces inwerken. Predatie speelt hierin een belangrijke rol, naast vegetatiesuccessie, maar er is ook toenemende druk op de broed- en foerageergebieden door recreatie en door energiewinning (wind- turbines). Daarnaast vraagt actief peilbeheer in de voormalige zeearmen van het noordelijke Deltagebied om aandacht.
- Ook bescherming en beheer van **Grote Stern** in het Deltagebied moeten zich vooral richten op het verminderen van de drukfactoren die leiden tot het huidige lage broedsucces. Het gaat daar- bij vooral om de beschikbaarheid van voldoende predatievrije (of -luwe) broedgelegenheid met een gunstige vegetatiestructuur in de nabijheid van de Noordzee. In en nabij de foerageergebieden op zee is aandacht nodig voor de effecten van windturbi- neparken en van recreatie op en nabij potentiële rustplaatsen.
- Hoewel de demografie van **Zilvermeeuw** en **Kleine Mantelmeeuw** in het Zuidwestelijk Deltagebied nog niet compleet ontrafeld kon worden is wel duidelijk dat op dit moment de ontwikkeling van terreinen en verstoring in grote haven- en industriegebieden en predatiedruk door met name Vos de twee belangrijkste knelpunten vormen in het beheer van hun populaties. Deze leiden niet alleen tot een afname van de aantal- len en vrijwel zeker broedsucces maar ook tot een ongewenste verspreiding naar steden in de wijde omgeving, met overlast voor menselijke bewo- ners, en naar kustbroedvogelhabitats elders in de Delta waar problemen ontstaan door predatie en verdringing. Adequaat beheer van de grote meeuwenkolonies is daardoor van belang voor alle soorten kustbroedvogels in het Deltagebied. Stilleggen van de economische ontwikkeling van de havengebieden is maatschappelijk ongewenst, maar de negatieve effecten zijn te verminderen door het reserveren en in stand houden, of zelfs

nieuw aanleggen, van een ruim oppervlak aan geschikt (vos, verkeers- en verstoringsvrij) broedhabitat dat als opvang kan dienen voor de verdreven broedvogels, in of op korte afstand van de bestaande havenbolwerken.

Monitoring en onderzoek

- Een belangrijke kennislacune ligt nu nog bij het broedsucces van Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw, door het grotendeels ontbreken van cijfers uit de grote kolonies in haven- en industriegebied. Met het vullen van deze leemte is vanaf 2019 een begin gemaakt; het is van belang dit werk voort te zetten en daarbij ook gegevens mee te nemen over bestrijdingsacties uitgevoerd in deze terreinen (aantallen beoefende legsels etc.).
- Zodra over enkele jaren voldoende representatieve gegevens over de reproductie van deze twee soorten voorhanden zijn kan een volledige integratie van de demografische gegevens plaatsvinden. Het is van belang om daarbij ook de analyse van ringgegevens te updaten om te zien of de in dit rapport geconstateerde afname in de overlevingsschattingen blijvend is.
- Aanbevelingen om ringgegevens nog beter geschikt te maken voor toekomstige berekeningen aan de overleving van alle (kustbroed)vogelsoorten zijn het ringen van zowel volwassen (broed)vogels als nestjongen in een jaarlijks minimumaantal, en het gebruik van kleurringen, vooral in combinatie met gerichte afleesinspanning. Op punten wordt dit inmiddels al opgepakt in het Deltagebied, maar dit vraagt om blijvende aandacht. Voor een blauwdruk voor geïntegreerde demografische monitoring in de Zuidwestelijke Delta, zie Arts & Schekkerman 2019.
- Voor de Kluut is er behoefte om de ringinspanning, die in het Deltagebied na de eeuwwisseling vrijwel was weggefallen, te hervatten om betere overlevingsschattingen mogelijk te maken en inzicht te krijgen in (internationale) uitwisseling van individuen, die voor de Deltapopulatie van groot belang lijkt. In 2020 is een begin gemaakt met het kleurringen van Kluten in diverse Nederlandse broedgebieden, waaronder de Zuidwestelijke Delta.
- Onzekerheden met betrekking tot de demografie van Grote Sterns betreffen vooral de overleving van jonge vogels en het aandeel van de adulte vogels dat per jaar tot broeden komt. Ook de schatting van adulte overleving is nog niet optimaal. Met meer gegevens uit het sinds enkele jaren lopende kleurringproject zullen in de toekomst nauwkeuriger overlevingsschattingen mogelijk zijn. Onderzoek waarbij Grote Stern worden uitgerust met meerjarig werkende GPS-zenders zal ook informatie opleveren over de jaarlijkse broedkans.

Literatuur

- ALLARD K.A., BRETON A.R., GILCHRIST H.G. & DIAMOND A.W. 2006. Adult survival of Herring Gulls breeding in the Canadian Arctic. *Waterbirds*, 29: 163–168.
- ARTS F.A., HOEKSTEIN K.D., LILIPALY S.J., VAN STRAALEN M.S.J., SLUIJTER M. & WOLF P.A. 2018. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2017. Rijkswaterstaat, Centrale informatievoorziening Rapport nr. 2018-04, Vlissingen.
- ARTS F.A., HOEKSTEIN K.D., LILIPALY S.J., VAN STRAALEN M.S.J., SLUIJTER M. & WOLF P.A. 2019. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2018. Rijkswaterstaat, Centrale informatievoorziening Rapport nr. 2019-05, Vlissingen.
- BARATI A. & NOURI V.S. 2009. Breeding ecology of the Pied Avocet *Recurvirostra avosetta* in AghGol wetland, Hamedan Province, Iran. *Avocetta* 33: 43-47.
- Barker R.J., Burnham K.P. & White G.C. 2004. Encounter history modelling of joint mark-recapture, tag-resighting and tag-recovery data under temporary emigration. *Statistica Sinica* 14: 1037-1055.
- BECKER P.H., DISTELRATH F., FRANK D., FRICK S., GLASMACHER M., MEYER B.C. & SUDMANN S.R. 1994. Vergleich des Bruterfolgs der Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Wattenmeer und am Niederrhein. *Charadrius* 30: 152-156.
- BECKER P.H. 1998. Seevogelmonitoring: Brutbestände, Reproduktion, Schadstoffe. *Vogelwelt* 113: 262-272.
- BECKER P.H., WENDELN H. & GONZALEZ-SOLIS J. 2001c. Population dynamics, recruitment, individual quality and reproductive strategies in Common Terns *Sterna hirundo* marked with transponders. *Ardea* 89: 241–52.
- BELJERSBERGEN R. 2001. Grote Sterns op de Hooge Platen. *De Levende Natuur* 102: 98-99.
- BENTZ P.G., KARLSSON L. & KRISTERSSON M. 2011. The Pied Avocet in Vellinge – an example of successful conservation measures. Falsterbo Fågelstasjon, Falsterbo, www.falsterbofagelstation.se/arkiv/pdf/270.pdf
- BRADBURY C.J. & OLNEY P.J.S. 1978. Avocet population dynamics in England. *British Birds* 71: 102-121.
- BRETON A., FOX G. & CHARDINE J. 2008. Survival of adult Herring Gulls (*Larus argentatus*) from a Lake Ontario colony over two decades of environmental change. *Waterbirds* 31: 15–23.
- BRETON A.R., NISBET I.C.T., MOSTELLO C.S. & HATCH J.J. 2014. Age-dependent breeding dispersal and adult survival within a metapopulation of common terns *Sterna hirundo*. *Ibis* 156: 534–547.
- BROUWER A., SPAANS A.L. & DE WIT A.A. 1995. Survival of Herring Gull *Larus argentatus* chicks : an experimental analysis of the need for early breeding. *Ibis* 137: 272–278.
- BROWN R.G.B. 1967. Breeding success and population growth in a colony of Herring and Lesser black-backed gulls *Larus argentatus* and *L. fuscus*. *Ibis* 109: 502–515.
- BROWNE C., HINES J.E., NICHOLS J.D., POLLOCK K.H. & HESTBECK J.B. 1993. Capture-recapture studies for multiple strata including non-Markovian transitions. *Biometrics* 49: 1173–1187.
- BRUDERER D. & SCHMID H. 1988. Die Situation der Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo*) in der Schweiz und im angrenzenden Ausland 1976-1987. *Ornithologische Beobachtungen* 85: 159-172
- BUIJ R., JONGBLOED S., VAN DER JEUGD H., KLOP E., LAGERVELD S., LIMPENS H., MEEUWSEN H., OTTBURG F., SCHIPPERS P., TAMIS J., VERBOOM J., VAN DER WAL T., WEGMAN R., WINTER E. & SCHOTMAN A. 2018. Kwetsbare soorten voor energie-infrastructuur in Nederland; overzicht van effecten van hernieuwbare energie-infrastructuur en hoogspanningsleidingen op de kwetsbaarste soorten vogels, vleermuizen, zeezoogdieren en vissen, en oplossingsrichtingen voor een natuurinclusieve energietransitie. Wageningen Environmental Research Rapport 2883.
- BURNHAM K.P. 1993. A theory for combined analysis of ring recovery and recapture data. *In*: J.-D. Lebreton and P. M. North, editors. *Marked individuals in the study of bird population*. Birkhauser, Basel: 199–213.
- BURNHAM K.P. & ANDERSON D.I. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer, New York.
- CAMPHUYSEN C.J. & GRONERT A. 2012. Apparent survival and fecundity of sympatric Lesser Black-Backed Gulls and Herring Gulls with contrasting population trends. *Ardea* 100: 113–122.
- CAMPHUYSEN C.J. 2013. A historical ecology of two closely related gull species (*Laridae*): Multiple adaptations to a man-made environment. PhD thesis University of Groningen, Groningen.
- CARLONI J.M. 2018. Analysis of long-term productivity monitoring and foraging area identification of breeding Common Terns in coastal New Hampshire. MSc Thesis, University of New Hampshire, Durham. <https://scholars.unh.edu/thesis/1263>
- CAPANDEGUI E. 2006. Factors influencing the breeding success of two ecologically similar gulls the Lesser black-backed gull *Larus f. fuscus* and Herring gull *Larus argentatus* at Stora Karlsö. Stockholms Universitet, Stockholm.
- CHAMBON R., GÉLINAUD G., PAILLISSON J.-M., LEMESLE C., YSNEL F. & DUGRAVOT S. 2019. The first winter influences lifetime wintering decisions in a partially migrant bird. *Animal Behaviour* 149: 23-32.

- COOCH E. G. & WHITE G.C. 2016. Program MARK - a gentle introduction (16th ed.). Available at: <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>
- CORMACK R.M. 1964. Estimates of survival from sightings of marked animals. *Biometrika* 51: 429-438.
- COULSON J.C. & BUTTERFIELD J. 1986. Studies on a colony of colour-ringed Herring Gulls *Larus argentatus*: I. Adult survival rates, *Bird Study* 33: 51-54.
- DAVIS S.E., SHARPS E., BROWN A., LOCK L., WILSON L.J. & BOLTON M. 2018. Breeding success of sympatric Herring Gulls *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus* breeding at two adjacent colonies with contrasting population trends. *The Lodge, Sandy*.
- DERKS P. & DE KRAKER K. 2005. De ontwikkeling van de kolonie grote sterns in het Grevelingenmeer in vergelijking met de rest van Nederland, België en aangrenzend Noord-Frankrijk. *Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep* 6(3):2-4.
- DUNN E.K. 1972. Studies on terns with particular reference to feeding ecology. Doctoral thesis, Durham University.
- FIJN R.C., COURTENS W., ARTS F.A., BEUKER D., DAELEMANS R., ENGELS B.W.R., HOEKSTEIN M.S.J., DE JONG J.W., JONKVORST R.J., LILIPALY S.J., SLUIJTER M., VAN STRAALLEN K.D., VANERMEN N., VAN DE WALLE M., VERSTRAETE H., WOLF P.A. & STIENEN E.W.M. 2018. PMR-NCV onderzoek sterns in de Delta en Voordelta. Jaarrapport 2018. Bureau Waardenburg Rapportnr. 18-277. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- FOPPEN F., VAN ROOMEN M., VAN DEN BREMER L. & NOORDHUIS R. 2016. De ecologische haalbaarheid van de Natura 2000 instandhoudingsdoelen voor vogels. *Sovon-rapport 2016/51*. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- FREEMAN S.N. & MORGAN B.J.T. 1992. A modelling strategy for recovery data from birds ringed as nestlings. *Biometrics* 48:217-235.
- GYIMES, A., BOUDEWIJN T. J., BUIJS R., SHAMOUN-BARANES J. Z., DE JONG J. W., FIJN R. C., VAN HORSSSEN P. W. & POOT M. J. M. 2016. Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus* thriving on a non-marine diet. *Bird Study* 63: 241-249.
- HESTBECK J. B., NICHOLS J. D. & MALECKI R. A. 1991. Estimates of movement and site fidelity using mark-resight data of wintering Canada geese. *Ecology*: 523-533.
- HÖTKER H. & SEGEBADE A. 2000. Effects of predation and weather on the breeding success of Avocets *Recurvirostra avosetta*. *Bird Study* 47: 91-101.
- HÜPPOP O. & WURM S. 2000. Effects of winter fishery activities on resting numbers, food and body condition of large gulls *Larus argentatus* and *L. marinus* in the south-eastern North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 194: 241-247.
- VAN DER JEUGD H.P., ENS B.J., VERSLUIJS M., & SCHEKKERMAN H. 2014. Geïntegreerde monitoring van vogels van de Nederlandse Waddenzee. Vogeltrekstation rapport 2014-01, CAPS-rapport 2014-01, Sovon-rapport 2014-18, Wageningen.
- KADLEC J.A. 1976. A Re-evaluation of mortality rates in adult Herring Gulls. *Bird-Banding* 47: 8-12.
- KENTIE, R., VAN DER VELDE E., HOOIJMEIJER J. & PIERSMA T. 2017. De Grutto Monitor 2016. Onderzoeksrapport Conservation Ecology Group, GELIFES, Rijksuniversiteit Groningen.
- KOFFIJBERG K., CREMER J. S. M., DE BOER P., NIENHUIS J., SCHEKKERMAN H., OOSTERBEEK K. & POSTMA J. 2017. Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee. Resultaten 2015-2016 en trends in broedsucces in 2005-2016. WOT-technical report 112; Sovon-rapport 2017/66; Wageningen Marine Research-rapport C100/17, Wageningen / Nijmegen.
- VAN KOOTEN T., SOUDIJN F., TULP I., CHEN C., BENDEN D. & LEOPOLD M. 2019. The consequences of seabird habitat loss from offshore wind turbines; displacement and population level effects in 5 selected species. Wageningen Marine Research report C063/19, Wageningen.
- LAAKE J. L. 2013. RMark: An R Interface for Analysis of Capture-Recapture Data with MARK. Seattle. Available at: <http://www.afsc.noaa.gov/Publications/ProcRpt/PR2013-01.pdf>
- LEBRETON J.-D. 2001. The use of bird rings in the study of survival. *Ardea* 89: 85-100.
- LEBRETON J.-D., BURNHAM K.P., CLOBERT J. & ANDERSON D.R. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62: 67-118.
- LENGYEL S. 2002. Investigation of parental care in Avocets from the perspectives of behavioural ecology and conservation biology. *Acta Biologica Debrecina* 24: 177-186.
- LIF M., HJERNQUIST M., OLSSON O. & ÖSTERBLUM H. 2005. Long-term population trends in the Lesser Black-backed Gull *Larus f. fuscus* at Stora Karlsö and Lilla Karlsö, and initial results on breeding success. *Ornis Svecica* 15: 105-112.
- LILIPALY S.J., SLUIJTER M., ARTS F.A., HOEKSTEIN M., VAN STRAALLEN D. & WOLF P.A. 2019. Broedsucces van kustbroedvogels in het Deltagebied in 2019. Deltamilieu Projecten Rapportnr. 2020-01, Vlissingen.
- LILIPALY S.J., ARTS F.A., HOEKSTEIN M.S.J., VAN STRAALLEN K.D., SLUIJTER M. & WOLF P.A. 2020. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2019. Rijks-waterstaat, Centrale informatievoorziening Rapport BM 20.04. Deltamilieu Projecten Rapportnr. 2020-04, Vlissingen.
- LUDWIGS J-D. & BECKER P.H. 2002. The hurdle of recruitment: influences of arrival date, colony experience and sex in the Common Tern *Sterna hirundo*. *Ardea* 90, special issue: 389-399.
- MAVOR R.A., HEUBECK M., SCHMITT S. & PARSONS M. 2008. Seabird numbers and breeding success in

- Britain and Ireland, 2006. Peterborough, Joint Nature Conservation Committee. (UK Nature Conservation, No. 31.).
- NISBET I.C.T. & CAM E. 2002. Test for age-specificity in survival of the Common Tern. *Journal of Applied Statistics* 29: 65–83.
- ORO D., BOSCH M. & RUIZ X. 1994. Effects of a trawling moratorium on the breeding success of the Yellow-legged Gull *Larus cachinnans*, 137: 547–549.
- PALESTIS B.C. & HINES J.E. 2015. Adult survival and breeding dispersal of Common Terns (*Sterna hirundo*) in a declining population. *Waterbirds* 38: 221–228.
- PANNEKOEK J. & VAN STRIEN A. 2005. TRIM 3 Manual. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg.
- PERRINS C.M. & SMITH S.B. 2000. The breeding *Larus* gulls on Skomer Island National Nature Reserve, Pembrokeshire. *Atlantic seabirds*, 2(3/4): 195–210.
- PONS J.-M. & MIGOT P. 1995. Life history strategy of the Herring Gull: changes in survival and fecundity in a population subject to various feeding conditions. *Journal of Animal Ecology* 64: 592–599.
- R CORE TEAM 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. Available at: <https://www.r-project.org/>
- Rakhimberdiev E., Duijns S., Karagicheva J., Camphuysen C.J., VRS Castricum, Dekinga A., Dekker R., Gavrilov A., ten Horn J., Jukema J., Saveliev A., Soloviev M., Tibbitts T.L., van Gils J.A. & Piersma T. 2018. Fuelling conditions at staging sites can mitigate Arctic warming effects in a migratory bird. *Nature Communications* 9: 4263. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06673-5>
- ROBINSON R.A. 2010. Estimating age-specific survival rates from historical ringing data. *Ibis* 152: 651–653.
- SANDVIK H., ERIKSTAD K.E. & SÆTHER B. 2012. Climate affects seabird population dynamics both via reproduction and adult survival. *Marine Ecology Progress Series* 454: 273–284.
- SALVIG J. 1995. Migratory movements and mortality of Danish Avocets *Recurvirostra avosetta*. *Ringling & Migration* 16: 79–90.
- SEBER G.A.F. 1965: A note on the multiple-recapture census. *Biometrika* 52: 249–259
- SCHEKKERMAN H., ARTS F., VAN DER JEUGD H.P., STIENEN E.W.M., & VAN ROOMEN M. 2017. Naar een demografische analyse van populaties van karakteristieke vogels van het Deltagebied. Sovon rapport 2017-58, CAPS-rapport 2017/01, Nijmegen.
- SMEETS E. & WETERINGS R. 1999. Environmental Indicators: Typology and overview. Technical Report No. 25, European Environment Agency, Copenhagen.
- SPAANS A.L. 1998a. Breeding Lesser Black-backed Gulls *Larus graellsii* in The Netherlands during the 20th century. *Sula* 12: 175–184.
- SPAANS A.L. 1998b. The Herring Gull *Larus argentatus* as a breeding bird in The Netherlands during the 20th century. *Sula* 12: 185–198.
- STIENEN E. & BRENNINKMELJER A. 1992. Ecologisch profiel van de grote stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-Rapport 92-17, DLO Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- STUBBINGS E., BÜCHE B., RIORDAN J., BAKER B. & WOOD M.J. 2018. Seabird monitoring on Skomer Island in 2018. Report, JNCC, Edinburgh.
- TASKER M.L., CAMPHUYSEN C.J., COOPER J., GARTHE S., MONTEVECCHI W.A. & BLABER S.J.M. 2000. The impacts of fishing on marine birds. – *ICES Journal of Marine Science*, 57: 531–547.
- TIEN N.S.H., CRAEYMEERSCH J., VAN DAMME C., COUPERUS A.S., ADEMA J. & TULP I. 2017. Burrow distribution of three sandeel species relates to beam trawl fishing, sediment composition and water velocity, in Dutch coastal waters. *Journal of Sea Research* 127: 194–202.
- TOUZALIN F. 2017. Evolutionary demography of a partial migrant shorebird species. Ph.D. dissertation, University of Toulouse.
- TULP I., PRINS T.C., CRAEYMEERSCH J.A.M., IJFF S. & VAN DER SLUIS M.T. 2018. Synthese rapport PMR-NCV. Wageningen Marine Research rapport C014/18, IJmuiden.
- VEEN J. 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna sandvicensis* Lath.). Brill, Leiden.
- VERMEERSCH G., DEVOS K., DRIESSENS G., EVERAERT J., FEYS S., HERREMANS M., ONKELINX T., STIENEN E.W.M. & T'JOLLYN F. 2020. Broedvogels in Vlaanderen 2013-2018. Recente status en trends van in Vlaanderen broedende vogelsoorten. Mededelingen van het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek 2020 (1), Brussel.
- VOGELBESCHERMING NEDERLAND 2013. Toelichting op gebruik van de DPSIR-tabel bij analyse knelpunten soorten of soortgroepen. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- WALSH P.M., SEARS J. & HEUBECK M. 1991. Seabird numbers and breeding success in 1990. Nature Council CSD Report 1235.
- WANLESS S., HARRIS M.P., CALLADINE J. & ROTHERY P. 1996. Modelling responses of herring gull and lesser black backed gull populations to reduction of reproductive output: implications for control measures. *Journal of Applied Ecology* 33: 1420–1432.
- WENDELN H. & BECKER P.H. 1998. Populationsbiologische Untersuchungen an einer Kolonie der Flußseeschwalbe *Sterna hirundo*. *Vogelwelt* 119: 209–13.
- WHITE G.C. & BURNHAM K.P. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46: S120–S139.
- WILLIAMS B.K., NICHOLS J.D. & CONROY M.J. 2002. Analysis and management of animal populations. Academic Press, San Diego.
- VAN DER WINDEN J., DE FOUW J., DREEF C., VAN HORSSSEN P.W. & DIRKSEN S. 2017. Deltagebied; nationaal en internationaal topgebied voor vogels.

Rapport Sjde17-02, Sjoerd Dirksen Ecology, Utrecht /
Vogelbescherming Nederland, Zeist.
VAN DER WINDEN J., DIRKSEN S., DOODEMAN D.,
HOGEWEG N., VAN HORSSSEN P., KELDER L., TULP I.
& POOT M. 2019. Visdieven in het IJsselmeergebied:

broedplaatskeuze en broedsucces in een wetland met
weinig dynamiek. *Limosa* 92: 49-64.
ZINTL H.1998. Bestandsentwicklung der Flussee-
schwalbe *Sterna hirundo* in Bayern. *Vogelwelt* 119:
123-132.

Bijlagen

Bijlage 1. Overlevingsanalyse Kluut

A1.1. Details overlevingsanalyse

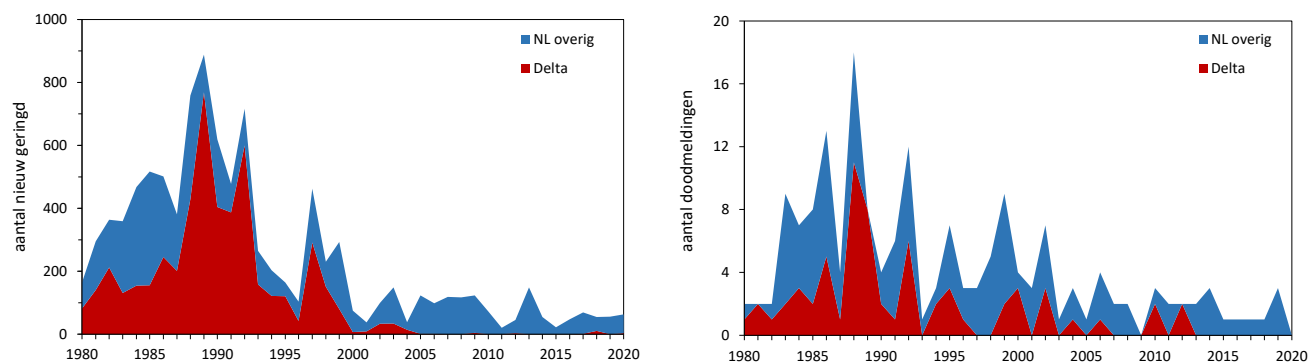
Gegevens

Ringgegevens die informatie bevatten over overleving en sterfte van Kluten zijn ontleend aan de database van het Vogeltrekstation. Uit de verkenning door Schekkerman et al. (2017) was al naar voren gekomen dat voor de Kluut de beschikbaarheid van voldoende data een *bottleneck* zou kunnen vormen bij schatten van de overleving, en dat werd bevestigd bij inspectie van de data. Om die reden is er voor gekozen om gegevens te selecteren uit een langere tijdperiode dan voor de overige soorten, namelijk vanaf 1980, en niet alleen gegevens te gebruiken van in het Zuidwestelijk Deltagebied geringde Kluten, maar alle Nederlandse ringgegevens. Naast het Deltagebied hebben die voornamelijk betrekking op Kluten geringd in het Waddengebied. Er is wel onderscheid gemaakt tussen de twee deelsets om in de analyse te kunnen nagaan of deze verschillende resultaten opleveren. Dit bleek nauwelijks het geval. In totaal ging het om 10730 records: 9854 ringgegevens, 704 meldingen van levende vogels (terugvangsten en aflezingen) en 172 doodmeldingen. Kluten zijn in Nederland niet op systematische schaal geringd met kleurringen; de dataset vermeldde voor slechts 27 vogels dat kleurringen wa-

ren aangelegd. Deze vogels zorgden wel voor een groot deel van de levend-meldingen, met soms vele meldingen van dezelfde individuen. Op basis van deze ongelijke verdeling van levend-meldingen is besloten de overlevingsanalyse alleen te baseren op de informatie uit doodmeldingen. Tabel 4.1 geeft de aantallen geringde en dood gemelde vogels weer. Bijna de helft (48%) van de gegevens betreft Kluten uit het Deltagebied, maar daar zijn vrijwel alleen jonge vogels (voor het overgrote deel pulli) geringd en nauwelijks adulte. Elders in Nederland is dat laatste wel op enige schaal gebeurd (tabel 4.1). Ook de verdeling in de tijd verschilt tussen de deelsets; in het Deltagebied is de ringactiviteit in de jaren '90 sterk teruggelopen en vanaf ongeveer 2000 vrijwel gestopt, terwijl na de eeuwwisseling elders in het land nog wel Kluten zijn geringd (figuur A1.1). De aantallen doodmeldingen volgen deze veranderingen met enige vertraging. Dit was nog een reden om alle Nederlandse gegevens te betrekken in de analyse en niet alleen vogels uit het Deltagebied. Van een klein aandeel van de geringde Kluten (0,5%) was geen leeftijd opgegeven. Omdat we de overleving per leeftijdsgroep willen schatten zijn deze vogels niet meegenomen in de analyse. Eveneens niet gebruikt zijn doodmeldingen van als kuiken geringde vogels die afkomstig zijn van de ringlocatie en dood

Tabel 4.1. Aantallen Kluten geringd en dood gemeld in de periode 1980 - mei 2020, in het Zuidwestelijk Deltagebied en in de rest van Nederland.

leeftijd bij ringen	type	Deltagebied	NL overig	totaal
eerstejaars	geringd	4948	3597	8545
	dood gemeld	42	20	62
na eerstejaars (adult)	geringd	44	1219	1263
	dood gemeld	6	41	47



Figuur A1.1. Aantallen Kluten geringd (links) en dood teruggemeld (rechts) per jaar in het Zuidwestelijk Deltagebied en in overig Nederland (gestapeld, dus bovengrens is het landelijke totaal) in 1980-2019.

Tabel 4.2. Samenvatting van de MARK output met de 11 'beste' modellen gerangschikt op basis van het QAICc criterium. Verschillen (Δ QAICc) van meer dan 2 indiceren dat een model duidelijk plausibeler is dan modellen eronder in de lijst. De AICc-gewichten van deze 11 modellen representeren samen 80% van het gewicht in de totale set van 52 aangepaste modellen. A staat voor een effect van leeftijd, D voor deelset, T voor een lineaire trend over jaren, P voor twee perioden (1980-99 en 2000-19).

Model	QAICc	Δ QAICc	AICc gewicht	Model Likelihood	N parameters	QDeviance
1 {S(A) r(T)}	1166.67	0.00	0.185	1	4	284.65
2 {S(A+D) r(T)}	1168.03	1.36	0.094	0.5061	5	284.01
3 {S(A+T+A.T) r(T)}	1168.13	1.46	0.089	0.4829	6	282.10
4 {S(A+T) r(T)}	1168.16	1.49	0.088	0.4759	5	284.13
5 {S(A) r(A+T)}	1168.62	1.95	0.070	0.3766	5	284.60
6 {S(A) r(D+T)}	1168.63	1.96	0.069	0.3748	5	284.61
7 {S(A+P) r(T)}	1168.74	2.07	0.066	0.3556	5	284.71
8 {S(A+D+T) r(T)}	1169.61	2.94	0.043	0.2299	6	283.58
9 {S(A+D+T+A.T) r(T)}	1169.84	3.17	0.038	0.2046	7	281.82
10 {S(A+D+P) r(T)}	1170.10	3.43	0.033	0.1799	6	284.07
11 {S(A+P+A.P) r(T)}	1170.37	3.70	0.029	0.1574	6	284.34

gevonden binnen 1 maand na de ringdatum. Zulke meldingen betreffen hoogst-waarschijnlijk kuikens die niet de vliegvlugge leeftijd hebben gehaald. Ten slotte zijn ook doodmeldingen waarbij vermeld is dat de betrofene vogel al lange tijd (>6 weken) dood was niet verwerkt. De uiteindelijke dataset gebruikt in de analyse omvatte 109 terugmeldingen van in totaal 9808 geringde Kluten, waarvan 87% was geringd als kuiken.

Analyse

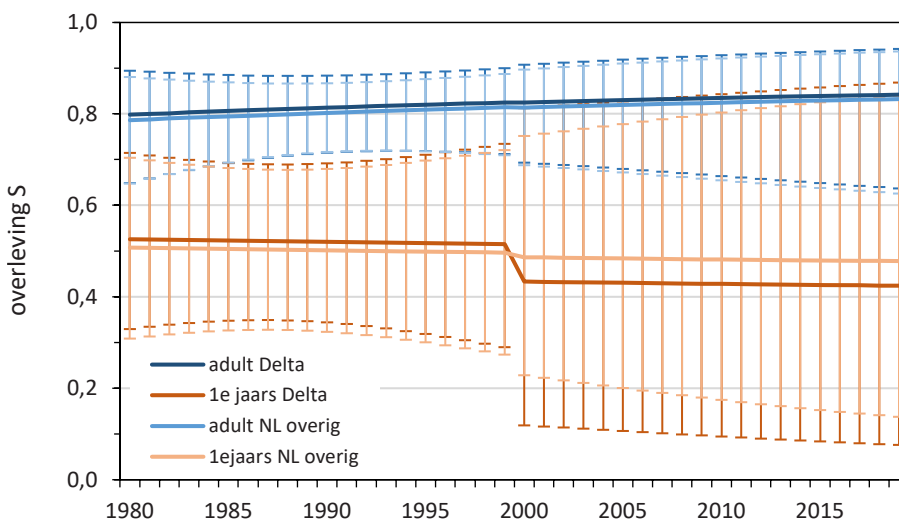
Uit de gegevens zijn met het 'dead recoveries' model (Seber parametrisatie) in MARK schattingen berekend van de jaarlijkse overlevingskans (S) en de meldkans r . In de analyse is gekeken naar mogelijke effecten op de overleving van leeftijd (eerste jaar of 'adult'), deelset (geringd in Deltagebied of elders in Nederland) en de tijd. De data bleek te schaars om de overleving per jaar afzonderlijk te kunnen schatten. Daarom zijn ook modellen aangepast met een

lineaire trend in de tijd, en met de jaren gegroepeerd tot twee perioden, voor (1980-1999) en na de eeuwwisseling (2000-2019).

In de analyse is eerst een zo uitgebreid model aangepast aan de data, met alle effecten (leeftijd, dataset, tijd) opgenomen voor zowel overleving S als meldkans r . Dit model is stapsgewijs vereenvoudigd, eerst wat betreft de meldkans en nadat het optimale model voor r was bereikt ook voor overleving S . Omdat voor S niet één of enkele modellen veel plausibeler bleken dan de overige, zijn schattingen voor gebruik in de populatiemodellering afgeleid door *model averaging* (Burnham & Anderson 2002) over de 11 beste modellen, die samen 80% van het QAICc-gewicht in de totale set van 52 aangepaste modellen representeren.

A1.2. Resultaten

Wat betreft de meldkans r voldeden modellen waarin deze lineair afneemt in de tijd het beste. Modellen met naast T ook een effect van leeftijd of van deelset



Figuur A1.2. Schattingen van jaarlijkse overlevingskansen van eerstejaars (bruin) en adulte (blauw) Kluten uit het Zuidwestelijk Deltagebied (donker) en overig Nederland (lichter), op basis van model averaging (zie tekst). De verticale lijnen geven het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de schattingen.

op de meldkans scoorden minimaal 1.95 QAICc units slechter (tabel 4.1). De schattingen indiceren dat de meldkans van een dode geringde Kluut afnam van *ca.* 2.1% in 1980 tot 0.5% rond 2000 en slechts 0,1% tegenwoordig.

In het beste model verschilde de overleving *S* tussen eerstejaars en oudere vogels, maar niet tussen de deelsets, en was er geen tijdseffect. Modellen met een klein verschil in overleving tussen Kluten uit de Delta en uit overig Nederland, of met een lineaire trend in de tijd (licht toenemend bij adulte, afnemend bij eerstejaars) scoorden echter niet duidelijk slechter (modellen 2-4, tabel 4.2). De schattingen op basis van *model averaging* tonen een duidelijk

verschil in overlevingskans tussen het eerste levensjaar (*ca.* 0.47) en latere jaren (*ca.* 0.82), met slechts een marginaal verschil tussen vogels uit de Delta en uit overig Nederland. Voor een verandering over de periode van gegevensbeschikbaarheid zijn er slechts zwakke aanwijzingen, alleen lijkt de overleving van eerstejaars Kluten uit het Deltagebied sinds de eeuwwisseling zo'n 10% lager te liggen dan daarvoor (figuur A1.2). De nauwkeurigheid van de schattingen is na 2000 echter duidelijk kleiner geworden doordat nauwelijks meer kuikens werden geringd in de Delta. Overigens zijn de onbetrouwbaarheidsmarges rond de schattingen in het algemeen aanzienlijk te noemen.

Bijlage 2. Overlevingsanalyse Visdief

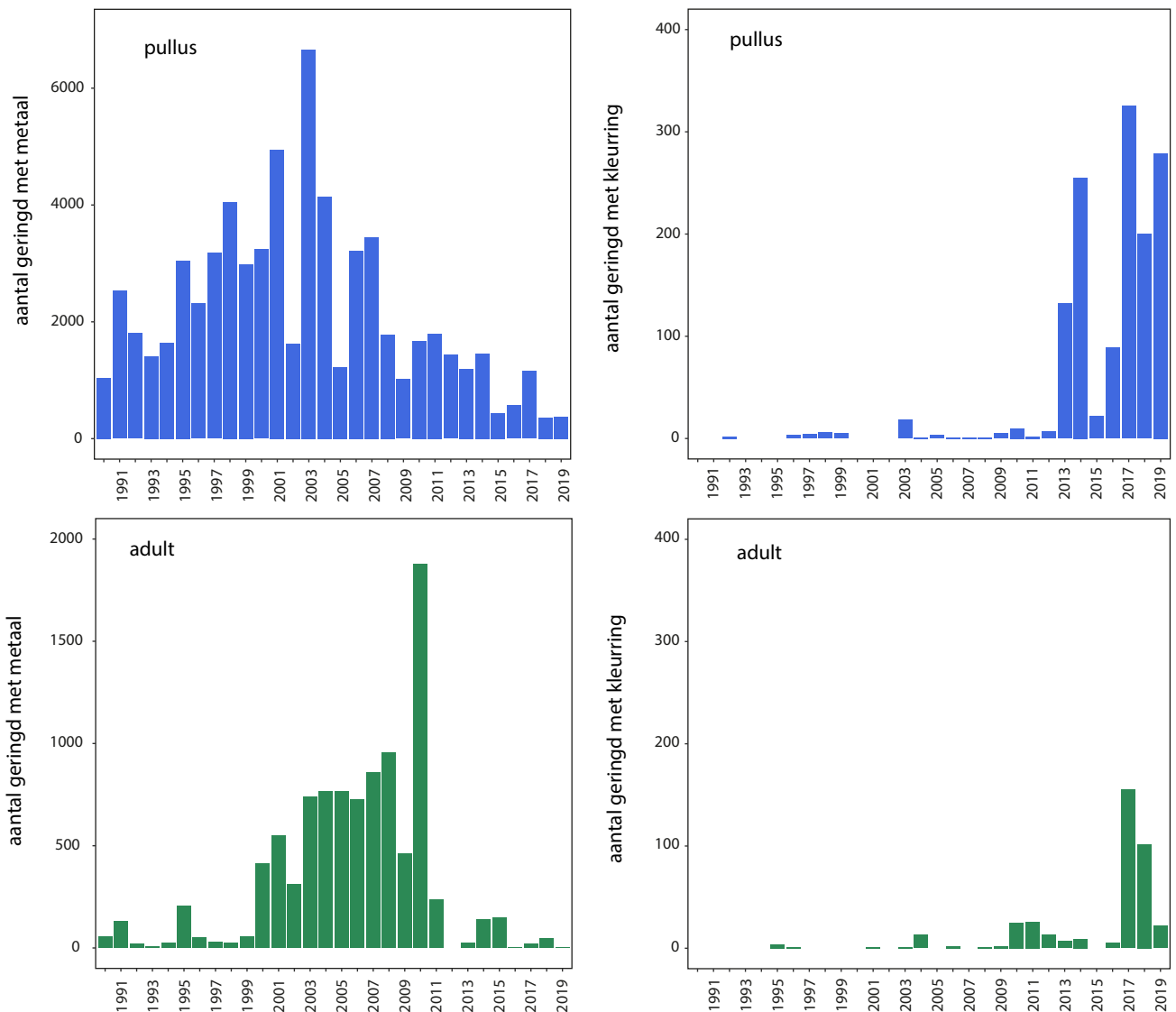
A2.1. Details overlevingsanalyse

Data en selectie

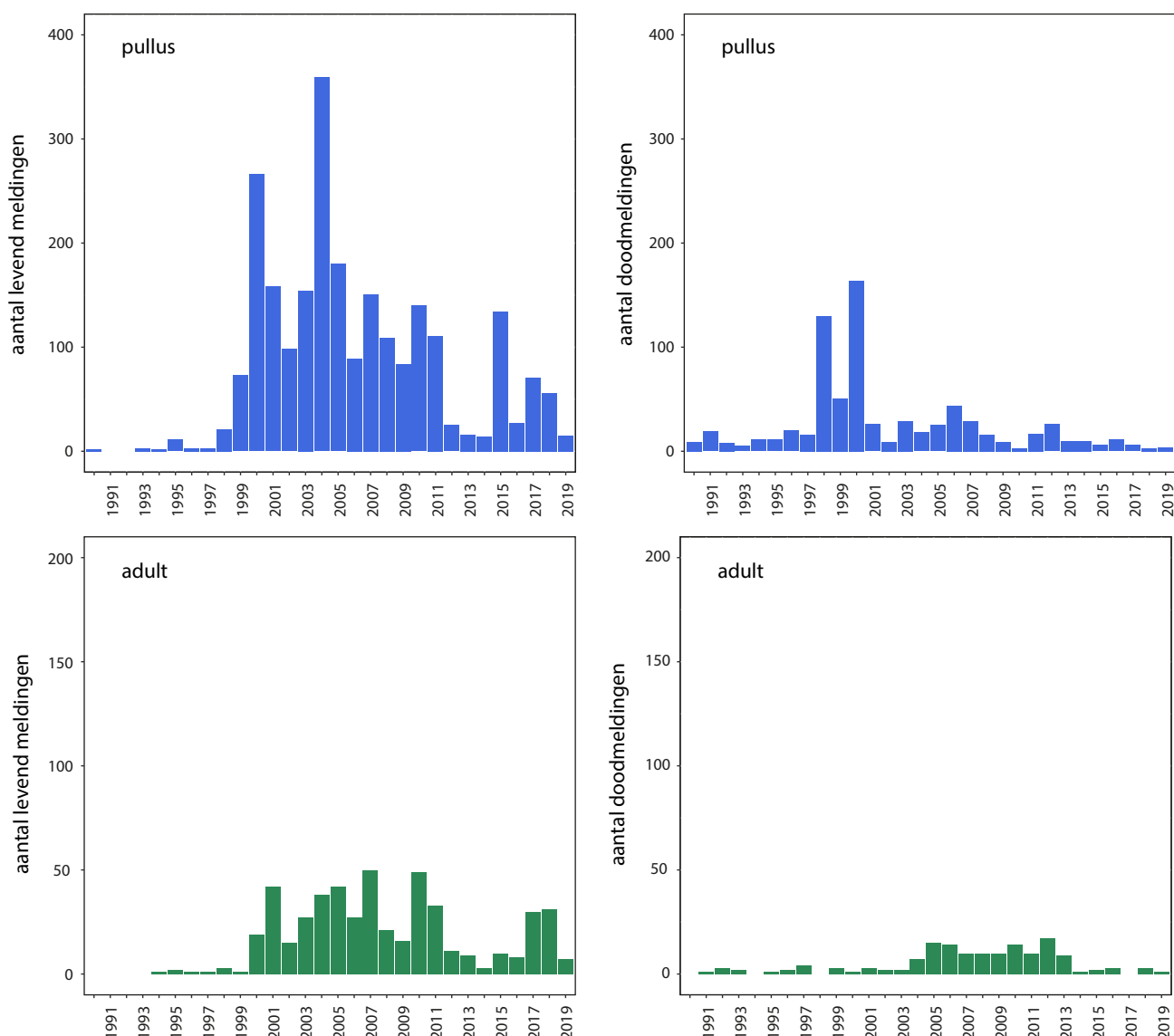
Voor de overlevingsanalyse voor Visdief zijn gegevens uit drie verschillende bronnen samengebracht:

- **Vogeltrekstation:** ringgegevens en terugmeldingen van Visdieven geringd in het Nederlandse deel van het Zuidwestelijk Deltagebied, periode 1990 t/m april 2020, zowel met metalen ringen als met kleurringen.
- **KBIN:** ringgegevens en terugmeldingen van Visdieven in het Vlaamse deel van het Deltagebied (oostwaarts tot kanaal Terneuzen-Gent), uit 1990-2020, zowel metalen ringen als kleurringen.
- **INBO/DMP:** aflezingen van kleurringen van Visdieven geringd in de Delta (2010-2019).

Voor gebruik in het overlevingsmodel zijn de gegevens opgeschoond en een aantal selecties toegepast. Om overlap tussen schattingen van het broedsucces en van de eerstejaars overleving te voorkomen zijn doodvondsten van kuikens binnen 10 dagen na het ringen uit de dataset verwijderd. Ook doodvondsten van adulte Visdieven binnen 2 dagen na het ringen zijn verwijderd, evenals terugvangsten waarbij een andere soort dan Visdief was opgegeven. Als een vogel was herringd met een nieuwe metalen ring of kleurring en de oorspronkelijke ringvangst niet achterhaald kon worden, is de vogel meegenomen vanaf het moment van herringen. Op basis van Schekkerman *et al.* (2017) is het broedseizoen gedefinieerd van 1 april t/m 31 juli. Terugvangsten en ringaflezingen van levende vogels zijn alleen ge-



Figuur A2.1. Aantallen Visdieven geringd in het Zuidwestelijk Deltagebied per jaar sinds 1990, onderverdeeld in vogels geringd met metalen ringen (links) en kleurringen (rechts), en geringd als pullus of als volwassen (broed)voegel (adult).



Figuur A2.2. Aantallen terugmeldingen van *Visdieven geringd* in het Zuidwestelijk Deltagebied per jaar sinds 1990, verdeeld in meldingen van levende vogels (terugvangsten en ringaflezingen; links) en doodmeldingen (rechts), van vogels geringd als pullus of als volwassen (broed)vogel (adult).

bruikt wanneer verricht in deze periode en in het Deltagebied (incl. West-Vlaanderen). Doodvondsten zijn meegenomen uit het gehele jaar en zowel binnen als buiten de Delta. Een overzicht van de gegevens na opschonen en selectie is gegeven in figuren A2.1 - A2.2.

Analyses

Op basis van Van der Jeugd *et al.* (2014) is gekozen voor een analyse met twee leeftijdsklassen. De overleving van jonge vogels wordt berekend over de eerste twee jaar en omvat alle *Visdieven* die zijn geringd als niet-vliegvlug kuiken (pullus). Hiervoor is gekozen omdat verreweg de meeste 'onvolwassen' *Visdieven* in hun eerste zomer niet terugkeren naar de broedgebieden maar in of nabij de wintergebieden blijven, waar de kans dat ze worden afgelezen of dood gemeld zeer gering is. Na deze twee jaar be-

schouwen we ze als 'adult'.

In eerste instantie is een poging gedaan de overleving te schatten op basis van zowel doodmeldingen als aflezingen en terugvangsten (Burnham model). Door problemen met het schatten van de recovery rate r was het echter niet mogelijk om realistische waarden voor de overleving S te schatten. Daarom is er uiteindelijk voor gekozen om de schattingen alleen te baseren op de terugvangsten en aflezingen van levende vogels (CJS model). Dit model schat de schijnbare (of lokale) overlevingskans φ en de meldkans p van een overlevende vogel. De 'onvolwassen' overleving is in deze analyse geschat over de eerste twee jaar.

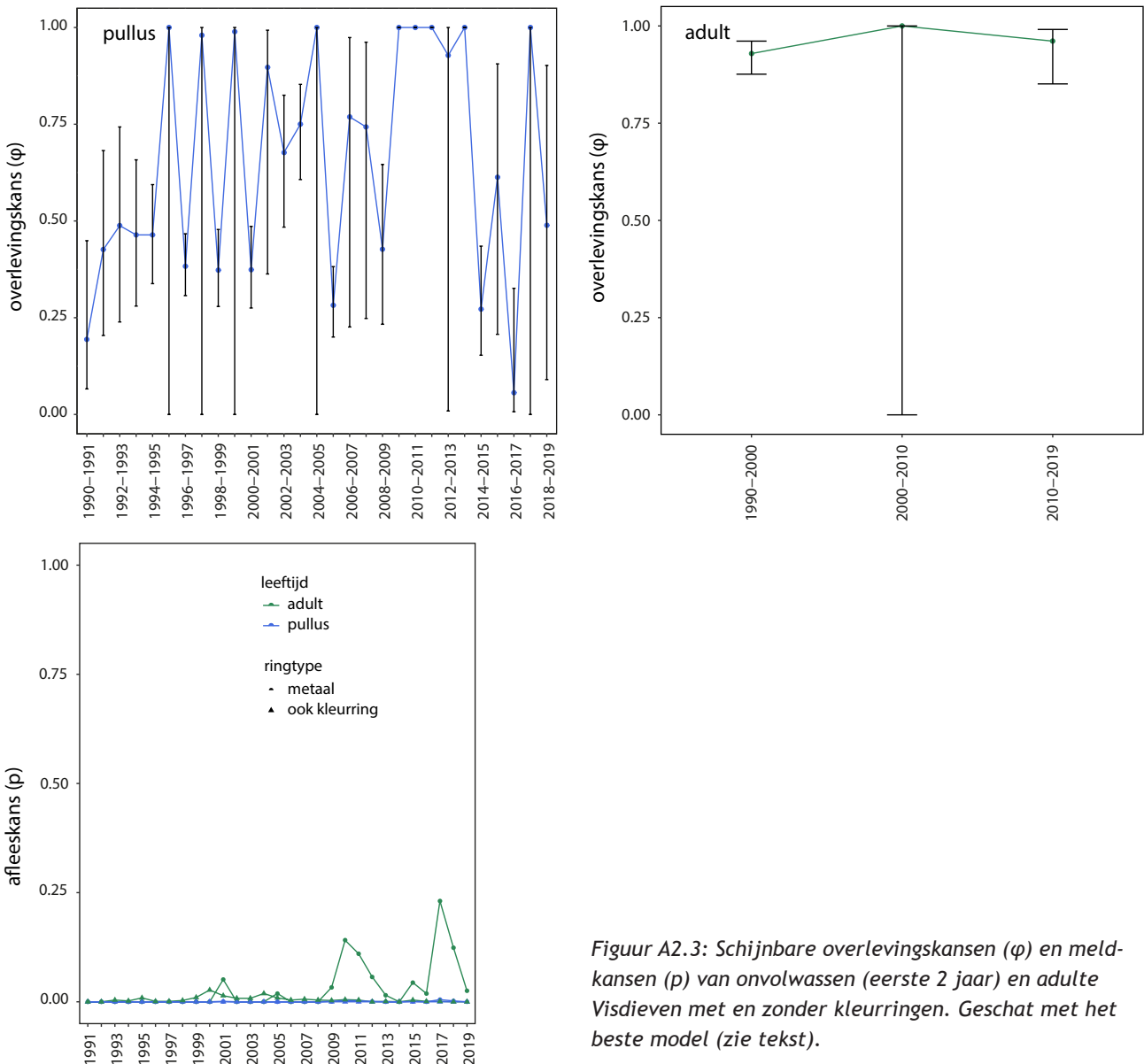
Om te bepalen welke variabelen van belang kunnen zijn voor de beide parameters zijn eerst testmodellen aangepast. Deze zijn gedefinieerd met alle mogelijke combinaties (zowel additief als met inter-

actie) van leeftijdsklasse (onvolwassen of adult), tijd (jaar) en ringtype (alleen metaal of kleurring), een van de parameters φ of p , terwijl voor de andere parameter één constante waarde werd geschat. Aan de hand van de QAICc-waarden is vervolgens bepaald welke variabelen van invloed zijn op φ of p . Nadat bleek dat het niet mogelijk was om voor alle jaren afzonderlijke overlevingswaarden te schatten, is de periode 1990-2019 opgedeeld in perioden van 5 en 10 jaar. Omdat het schatten van jaarspecifieke overlevingskansen vooral problemen opleverde bij adulte Visdieven zijn ook modellen aangepast waarin de onvolwassen overleving per jaar is geschat, maar de adulte per periode van 5 of 10 jaar.

Een *goodness of fit* test met het programma *Release* resulteerde in een dispersiecoëfficiënt $\hat{c}=2.10$. Met deze instelling is vervolgens aan de hand van de AICc waarden het best passende model bepaald.

A2.2. Overlevingsschattingen

In het beste model verschilde de meldkans p tussen onvolwassen en adulte Visdieven en tussen vogels met metalen ringen en kleurringen, waarbij de grootte van het verschil varieerde tussen jaren. De in het veld afleesbare kleurringen leveren daarbij een hogere meldkans op dan metaalringen (die veelal een terugvangst vergen), en onvolwassen Visdieven worden veel minder afgelezen dan de adulte die wel terugkeren naar het broedgebied. Dit model schat de onvolwassen overleving per jaar afzonderlijk maar die van adulten per periode van 10 jaar. Figuur A2.3 laat zien dat ook dit model de overleving in sommige jaren of perioden niet goed kan schatten ($\varphi=1$ en/of een betrouwbaarheidsinterval van 0-1). Als we deze schattingen weglaten (figuur 4.3, §4.3.2) blijkt de overleving van onvolwassen vogels variabel van jaar op jaar (s.d.=0.26), terwijl dit voor adulten niet te zien valt. De schattingen van de onvolwassen overle-



Figuur A2.3: Schijnbare overlevingskansen (φ) en meldkansen (p) van onvolwassen (eerste 2 jaar) en adulte Visdieven met en zonder kleurringen. Geschat met het beste model (zie tekst).

ving lijken in recente jaren lager uit te vallen dan in 2000-2010, maar over de gehele onderzoeksperiode sinds 1990 is geen systematische verandering aantoonbaar. Dit laatste geldt ook voor adulten. De gemiddelde overleving berekend over de gehele onderzoeksperiode sinds 1990 bedroeg 0.697 (s.e.=0.019, 95%-b.i. 0.658-0.733) over de eerste twee levensjaren, en 0.931 (s.e.=0.006, 95%-b.i. 0.919-0.941) per jaar voor adulte vogels. Over de meest recente tienjarige periode was dit respectievelijk 0.47 (onvolwassen, s.e.=0.17 over 5 jaarschattingen) en 0.961 (adult, s.e.=0.029, 95%-b.i. 0.851-0.991).

A2.3. Dispersie: multi-state

Methode

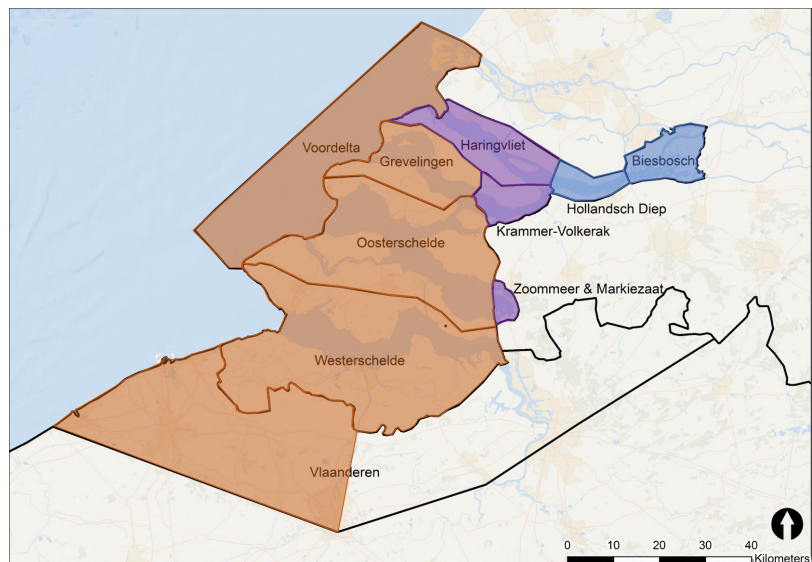
Om te kijken naar de uitwisseling van de Visdieven tussen verschillende gebieden binnen de Zuidwestelijke Delta is een *multi-state* analyse uitgevoerd met RMARK. Dit model maakt gebruik van terugmeldingen en schat naast een overlevingskans (S) en een afleeskans (p) in elk van twee of meer gedefinieerde strata (hier: gebieden) ook de verplaatsingskansen (*movement rate* ψ , psi) tussen de strata. In een eerdere, globale analyse van dispersie van Visdieven in het Zuidwestelijk Deltagebied definieerden Schekkerman *et al.* (2017) 11 verschillende deelregio's. Een *multi-state* analyse met zo veel strata heeft echter zo'n 140 te schatten parameters, en daarvoor zijn er onvoldoende gegevens. Voor een veel eenvoudiger maar toch ecologisch relevante indeling is de Delta verdeeld in 'zoete' (stratum 1) en 'zoute' (stratum 2) deelgebieden op basis van het belangrijkste foerageerhabitat van de er broedende Visdieven (zie figuur A2.4). De indeling is gebaseerd op inschattingen van veldonderzoekers uit het Deltagebied (m.n. van DMP). Visdieven die binnen één jaar in zowel een zoute als een zoete deelregio

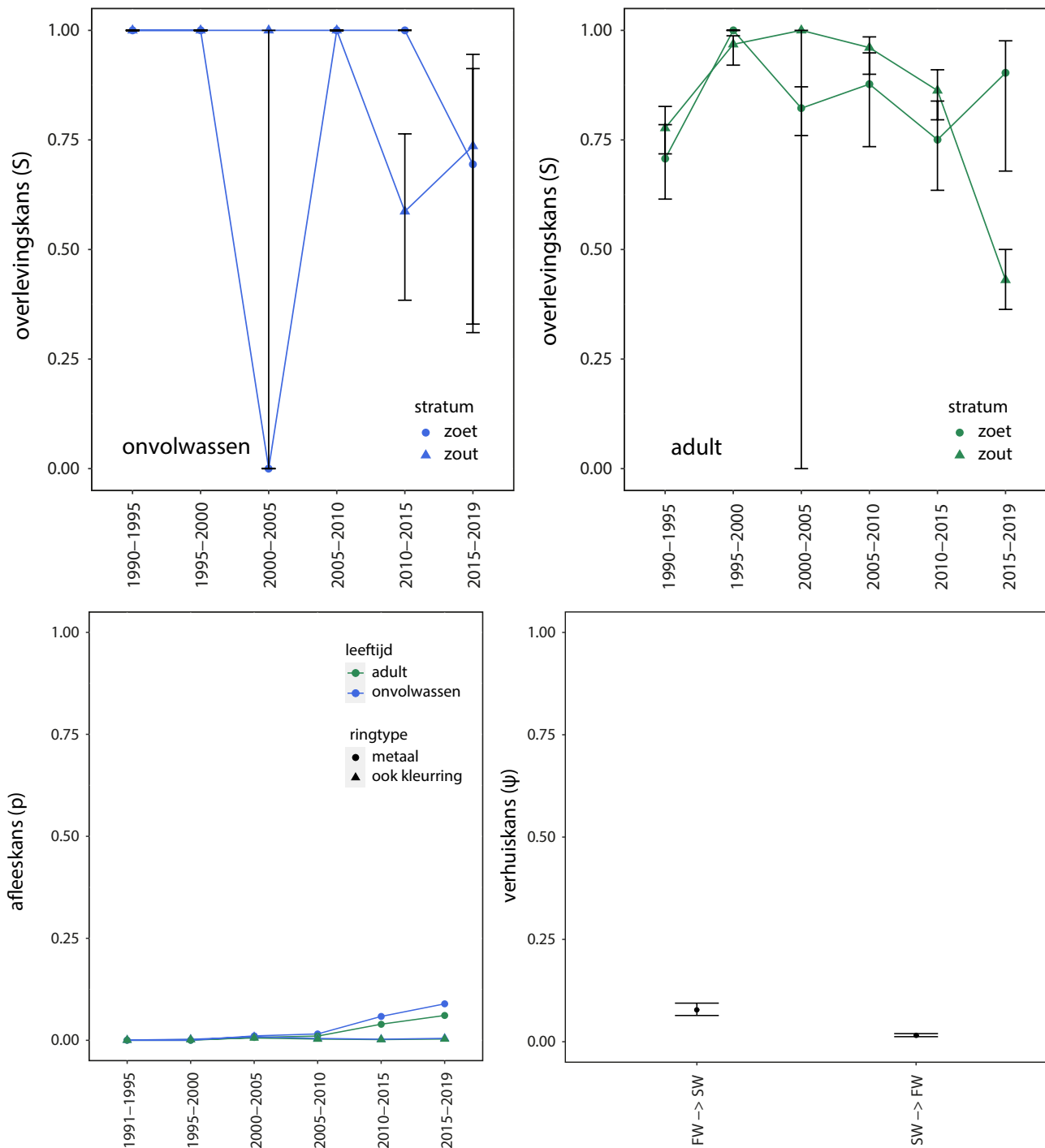
werden afgelezen, zijn verwijderd uit de analyse (25 vogels).

Analyse met RMARK verliep analoog aan die met het CJS-model in de vorige paragraaf. Om te bepalen welke variabelen van belang zouden kunnen zijn voor de drie parameters zijn eerst testmodellen aangepast. Hierbij zijn leeftijdsgroep, tijd, stratum (zoet/zout) en ringtype, inclusief additieve en interactie-modellen, voor de ene parameter gedefinieerd, terwijl voor de andere parameters alleen het intercept is geschat. Aan de hand van AICc waarden is vervolgens bepaald welke variabelen voor S , p of ψ van belang zijn. Omdat bleek dat het niet mogelijk was om voor alle jaren overlevingswaardes te schatten, is de periode 1990-2019 opgedeeld in periodes van 5 dan wel 10 jaar. Het uiteindelijk aangepaste model was $S(\text{leeftijd} * 5\text{jrperiode} * \text{stratum}) p(\text{leeftijd} + \text{ringtype} * 5\text{jrperiode}) \psi(\text{stratum naar stratum})$.

Figuur A2.5 laat zien dat het voor de meeste vijfjarige perioden niet mogelijk was om goede overlevings-schattingen te verkrijgen, zowel voor onvolwassen als voor adulte Visdieven. In de een na laatste periode lijkt de overleving van onvolwassen Visdieven te verschillen tussen vogels geboren in zoute en zoete gebieden, maar het is twijfelachtig of aan dit resultaat waarde moet worden toegekend. Gedurende de twee jaar waarop deze schattingen betrekking hebben verblijven alle jonge Visdieven voornamelijk in zout water, weg van het Zuidwestelijk Deltagebied. Voor adulte Visdieven overlappen de betrouwbaarheidsintervallen van de overlevingsschattingen in alle perioden behalve in de laatste, waarin die voor vogels in zoute kolonies lager uitvalt. Ook hier ligt het niet zo voor de hand dat een verblijf van enkele maanden in overwegend zoet danwel zout water een groot verschil veroorzaakt in de overleving over een heel jaar. In deze *multi-state* analyse gaat de belangstelling vooral uit naar de transitiekansen (*movement rates*)

Figuur A2.4: Indeling van de gebieden binnen de Delta in 'zoute' (rood) 'zoete' (blauw) en 'gemengde' deelgebieden wat betreft het foerageerhabitat van de meeste er broedende Visdieven. Voor de multi-state analyse met 2 strata zijn 'zoet' en 'gemengd' samen beschouwd als 'zoet'; in een tweede analyse zijn 3 strata gedefinieerd.



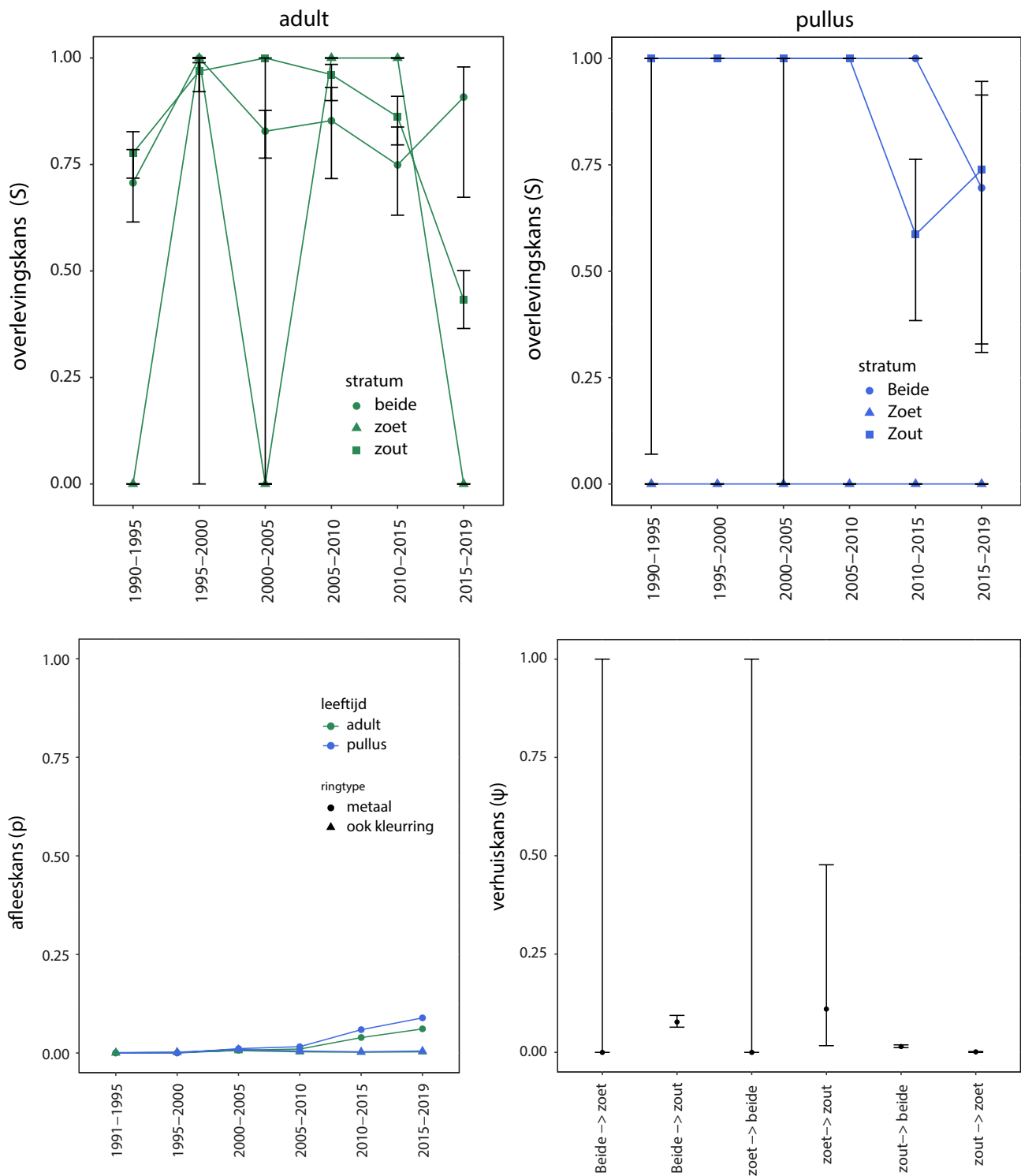


Figuur A2.5: Schattingen van overleving (S) voor onvolwassen en adulte Visdieven in de twee strata 'zout' en 'zoet' en meldkansen (p) voor adulte en onvolwassen vogels met en zonder kleurringen. Ook weergegeven zijn de movement rates (ψ) tussen de twee strata.

tussen de strata. Deze bedroegen gemiddeld $0,078 \pm 0,008$ (s.e.) van zoet naar zout en $0,016 \pm 0,002$ van zout naar zoet. Volgens dit resultaat verhuist dus jaarlijks een kleine 8% van de Visdieven die broeden in een 'zoete' kolonie naar een 'zoute' kolonie, ongeveer vier keer zo veel als er verhuizen in de omgekeerde richting. Omdat het van sommige deelregio's onduidelijk is of het overgrote deel van de broedvogels op zoet of zout water foerageert, of juist duidelijk is dat beide

Tabel A2.2: Jaarlijkse verhuiskansen (movement rates ψ) van Visdieven tussen deelgebieden met 'zout', 'gemengd' en 'zoet' foerageergebied volgens het model met 3 strata.

movement rate (ψ)	waarde \pm s.e.
gemengd naar zoet	(niet schatbaar)
gemengd naar zout	$0,077 \pm 0,008$
zoet naar gemengd	(niet schatbaar)
zoet naar zout	$0,110 \pm 0,100$
zout naar gemengd	$0,015 \pm 0,002$
zout naar zoet	$0,001 \pm 0,00$



Figuur A2.6: Schattingen van overleving (S) voor onvolwassen en adulte *Visdieven* in de drie strata 'zout', 'gemend' en 'zoet' en meldkansen (p) voor adulte en onvolwassen vogels met en zonder kleurringen. Ook weergegeven zijn de movement rates (ψ) tussen de strata.

gebeurt, is de bovenstaande analyse herhaald met toevoeging van een derde stratum, 'gemengd/onzeker' (figuur A2.5). Met drie strata bleek het voor de meeste tijdsperiodes niet mogelijk om de overleving goed te schatten, voor zowel onvolwassen als adulte *Visdieven* (figuur A2.6). Voor de (slechts twee kleine) deelregio's met zoet foerageergebied was dit

helemaal niet meer mogelijk. Transitiekansen tussen de strata staan vermeld in tabel A2.1, en variëren tussen 0% en 11% per jaar. Deze bevestigen het beeld dat verhuizen van een 'zoete' naar een 'zoute' deelregio vaker voorkomt dan andersom, en ook vogels uit 'gemengde' regio's lijken vooral te verhuizen naar 'zoute' regio's.

Bijlage 3. Overlevingsanalyse Grote Stern

A3.1. Details overlevingsanalyse

Data

Voor de overlevingsanalyse van Grote Stern zijn zowel gegevens van metaalringen afkomstig van de nationale ringcentrales gebruikt als gegevens van een kleurringproject in het Deltagebied. De gegevens van metalen ringen zijn afkomstig van het Vogeltrekstation en het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (BeBirds via Didier Vangeluwe). Deze dataset omvat de gegevens van alle geringde pulli en volgroeide Grote Sterns over de periode 1990 – 31 juli 2019 en alle daaruit volgende terugmeldingen tot en met begin 2020. De gegevens van kleurringen aangelegd door de Ringgroep Delta werden uitgelezen uit *CR-Birding Submit*, het online portaal voor het invoeren van kleurringaflezingen. Deze omvatten alle kleurringgegevens en daaruit volgende aflezingen over de periode 1990 t/m 31 juli 2019.

Om te zien of er ruimtelijke variatie in overleving is tussen deelregio's is het Deltagebied verdeeld in een

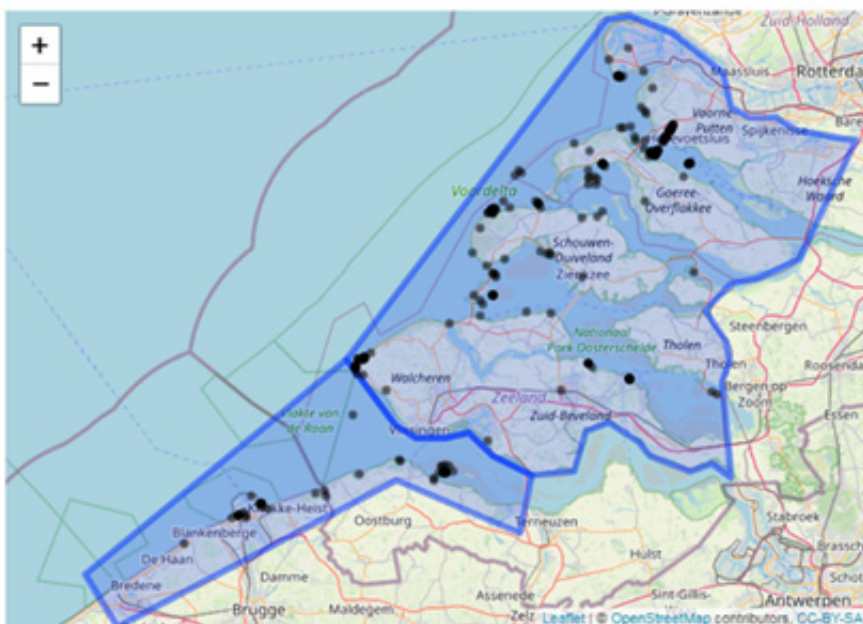
noordelijke en een zuidelijke deelregio (figuur A3.1). Deelregio Zuid omvat de Noordzeekust noordelijk van Oostende en de gehele Westerschelde (met als belangrijkste (ex-)kolonies Zeebrugge en Hooge Platen), deelregio Noord strekt zich noordelijk daarvan uit tot aan het Rotterdamse Havengebied (kolonies zuidkust Schouwen, Grevelingen en Haringvliet). Tabel A3.1 geeft de aantallen gegevens voor beide deelgebieden.

De ruwe gegevens zijn gecontroleerd en gefilterd voorafgaand aan de analyse in (R)MARK. Gegevens die onduidelijkheden of onlogische gebeurtenissen opleverden (ca. 0.2% van het totale aantal gegevens) werden verwijderd of aangepast:

- vogels die door mensen gemanipuleerd zijn (gevoerd, verplaatst, dood door ongeluk bij ringen)
- vogels met een onzekere terugmelddatum (onzekerheid >6 weken)
- tweede doodmeldingen van vogels die al eerder dood waren gemeld.
- in enkele gevallen van levende aflezingen na een

Tabel A3.1. Aantallen Grote Sterns geringd en teruggemeld in het Zuidwestelijk Deltagebied in 1990-2019, per deelregio, ringtype en leeftijd.

deelgebied	type ring	aantallen geringd, per leeftijd				aantallen gemeld	
		1 ^e jr	2 ^e jr	adult	onbek.	dood	levend
Noord	metaal	6624	0	40	0	384	304
	kleurring	3128	0	199	0	46	1802
Zuid	metaal	16538	1	1883	7	81	517
	kleurring	6	0	1	0	2	20
buiten Deltagebied	metaal	-	-	-	-	1679	5670
	kleurring	-	-	-	-	582	10448



Figuur A3.1. Begrenzing van de deelregio's Noord en Zuid met ring (zwarte stippen) en afleeslocaties (grijze stippen) van Grote Sterns.

Tabel A3.2. Aantallen gegevens gebruikt in de overlevingsanalyse, per deelregio, ringtype en leeftijd.

deelgebied	type ring	aantallen geringd, per leeftijd		aantallen gemeld	
		1 ^e jr	adult	dood	levend
Noord	metaal	6622	40	13	78
	kleurring	3019	185	6	1349
Zuid	metaal	16505	472	40	219
	kleurring	6	0	0	5
buiten Deltagebied	metaal	-	-	130	0
	kleurring	-	-	0	0

doodmelding na verificatie is de doodmelding gewijzigd in een aflezing, uitgaande van een foutieve melding als dood.

- bij vogels met twee ringdatums werd de meest waarschijnlijke gebruikt, afgaande op de aanlegdatum van ringen met aansluitende nummers.

Om overlap te vermijden tussen de schattingen van reproductiesucces en de overleving in het eerste jaar zijn alle vogels geringd als pullus die dood zijn gemeld voor 15 juli van het ringjaar uit de dataset verwijderd. Hiermee werd zo goed mogelijk voorkomen dat kuikens die stierven voordat ze vliegvlug waren zijn meegenomen in de analyse.

Modelkeuze en datasetselectie

In deze studie zijn zowel doodmeldingen als aflezingen en terugvangsten van levende vogels gebruikt in een gecombineerde analyse. Hoewel in tegenstelling tot in het model van Barker *et al.* (2004) aflezingen buiten de broedtijd niet worden gebruikt in het model van Burnham (1993), heeft de laatste toch de voorkeur gekregen omdat het eenvoudiger is en minder data vraagt. Om het Burnham model te kunnen gebruiken zijn verschillende aannames gedaan en selecties uitgevoerd, namelijk:

- Aflezingen en terugvangsten van levende vogels zijn alleen gebruikt uit het broedseizoen en uit het Zuidwestelijk Deltagebied. Doodmeldingen zijn gebruikt uit het gehele jaar en ongeacht de locatie.
- Het broedseizoen (1 mei – 30 juli) is beschouwd als een 'capture occasion' 1 Mei is gekozen als startdatum omdat in België nog relatief veel adulte sterns zijn gevangen in de laatste week van april. Dit zijn deels vogels op doortrek naar noordelijker broedgebieden (Texel, Denemarken etc.), die dus niet behoren tot de Delta-broedpopulatie.
- Omdat de doodmeldingen uit 2019 incompleet zijn (gegevens t/m 31 juli), zijn alle doodmeldingen uit 2019 verwijderd, en is de *recovery rate* r voor dit jaar op 0 gesteld.

Om in het model rekening te houden met lack-of-fit veroorzaakt doordat aan sommige van de onderliggende aannames niet geheel wordt voldaan is een dispersiecoëfficiënt \hat{c} berekend met de *parametric bootstrap goodness of fit* procedure in MARK (met

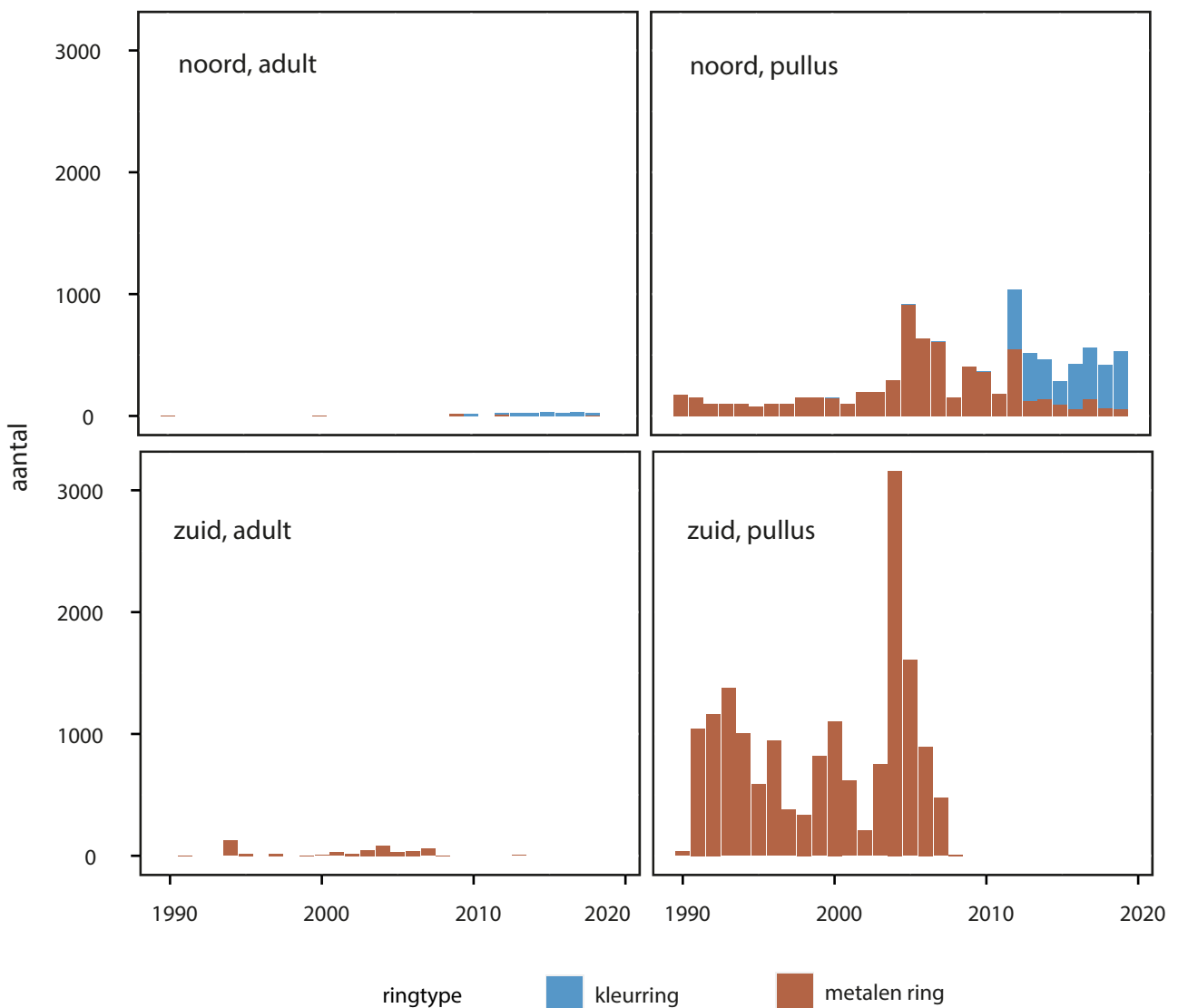
$N=500$). De zo geschatte waarde van \hat{c} was 2.4, en is gebruikt bij de modelselectie (bij waarden >1 krijgen modellen met minder parameters sneller een lage QAICc-waarde) en de berekening van standaardfouten en 95%-betrouwbaarheidsintervallen van de schattingen. Omdat MARK betrouwbaarheidsintervallen van schattingen nabij de grenswaarden 0 en 1 niet altijd optimaal berekent zijn de uiteindelijk geselecteerde modellen nog eens herberekend met de *profiling* optie.

Dataset voor de analyse

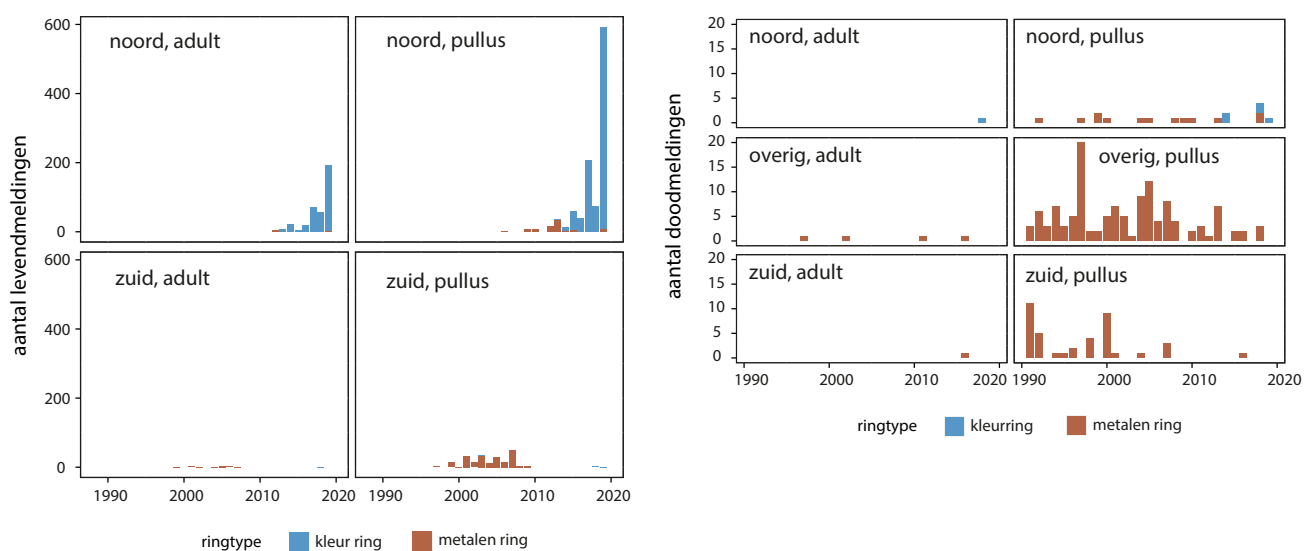
De uiteindelijk in de analyse gebruikte dataset bevatte 26,849 ringgegevens en 1651 aflezingen en 189 doodmeldingen van geringde vogels (tabel A3.2).

Figuur A3.2 toont de aantallen geringde pulli en adulte Grote Sterns in de twee deelregio's. In Zuid wordt het patroon volledig bepaald door de kolonie in Zeebrugge, waar veel geringd werd in de periode 1989-2008. Met name na 2000 werden ook jaarlijks tientallen adulte vogels geringd met metaal. Na 2008 verdween deze kolonie door predatie en verstoring door Vossen. Op de Hooge Platen in de Westerschelde zijn in de onderzoeksperiode geen Grote Sterns geringd. In deelregio Zuid zijn nooit kleurringen aangelegd, maar sommige vogels met Belgische metaalring zijn later teruggevangen in Nederland en hebben daar kleurringen gekregen. In deelregio Noord was de ringinspanning tamelijk constant van 1990 tot rond 2005, met jaarlijks 100-200 geringde kuikens. Daarna stegen de aantallen geringde kuikens scherp en vanaf 2012 zijn jaarlijks honderden kuikens gekleurringd. Tussen 2009 en 2018 zijn jaarlijks ook 15-30 adulte Grote Sterns geringd met metaal of kleurringen.

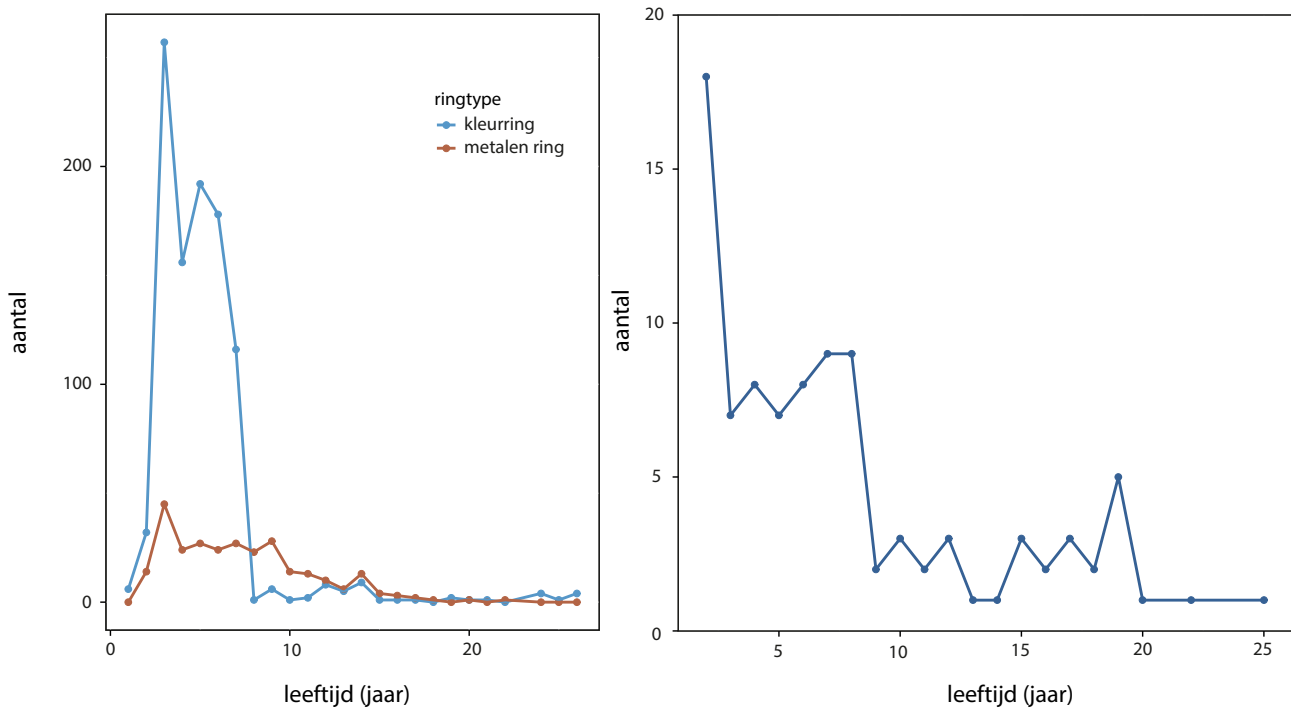
Figuur A3.3 (links) toont de aantallen aflezingen en terugvangsten van levende geringde Grote Sterns. In Zuid is het effect van de aanwezigheid van de Zeebrugge kolonie zichtbaar na 2000 (vooral door terugvangsten op het nest). In Noord resulteerden de start van intensiever onderzoek in de kolonie op de Scheelhoekeilanden vanaf 2009 en het grootschalig aanleggen van kleurringen in een sterke toename



Figuur A3.2. Jaarlijkse aantallen adulte Grote Sterns (links) en kuikens (rechts) geringd in het Noordelijke (boven) en Zuidelijke (onder) deel van het Zuidwestelijk Deltagebied.



Figuur A3.3. Jaarlijkse aantallen levende aflezingen/terugvangsten (linker 4 panelen) en doodmeldingen (rechter 6 panelen) van Grote Sterns geringd als adult (links) en als kuikens (rechts) in het Noordelijke (boven) en Zuidelijke (onder) deel van het Zuidwestelijk Deltagebied.



Figuur A3.4. Aantallen aflezingen/ terugvangsten (a, links) en doodmeldingen (b, rechts) van als kuiken geringde Grote Sterns met metalen ringen en kleurringen, op verschillende leeftijden. In B zijn 87 vogels dood gemeld in hun eerste jaar weggelaten uit de figuur.

van het aantal aflezingen, met name vanaf 2015. Doodmeldingen (figuur A3.3 rechts) zijn veel gelijkmatiger verdeeld in de tijd, maar vooral afkomstig van vogels geringd als kuiken. De kleine aantallen Grote Sterns geringd als adult leverden maar weinig doodmeldingen op.

Figuur A3.4a laat zien dat het aantal aflezingen van Grote Sterns dat als kuiken werd geringd erg beperkt is in de eerste twee levensjaren. In deze fase verblijven zij voornamelijk langs de kusten van Afrika. Er zijn ook weinig aflezingen van volwassen vogels ouder dan 7 jaar; dit komt doordat kleur-ringen vooral zijn aangelegd vanaf 2012. Veel van de aflezingen op latere leeftijden betreffen vogels die bij terugvangst als volwassen broedvogel op het nest een kleurring kregen. Vogels die alleen met metaal werden geringd genereerden maar heel weinig aflezingen. Doodmeldingen van geringde Grote Sterns vonden vooral plaats in de eerste twee levensjaren, daarna daalt het aantal scherp en vervolgens meer geleidelijk (figuur A3.4b).

Verkennde analyse

In eerste instantie is een verkennende analyse uitgevoerd met drie leeftijdsklassen in het model: eerstejaars, subadult (2^e en 3^e jaar) en adult (≥ 3 jaar oud). Doordat er zo weinig aflezingen zijn van vogels in hun 2^e en 3^e levensjaar (figuur A3.4a) bleek de overleving van eerstejaars en subadulte vogels niet goed te kunnen worden geschat. Daarom zijn

in vervolganalyses slechts twee leeftijdsgroepen onderscheiden: onvolwassen (eerste 3 levensjaren na uitvliegen) en adulte vogels. Verder bleken er niet voldoende gegevens te zijn om de overleving per deelregio (Noord en Zuid) afzonderlijk te schatten, zodat in vervolganalyses alle data uit het Deltagebied werden samengevoegd.

We probeerden modellen uit met en zonder tijdsafhankelijkheid in de overleving. Om het aantal te testen modellen te beperken is de modelselectie parameter voor parameter uitgevoerd. Het meest uitgebreide model bevatte alle variabelen waarvan werd verwacht dat ze een invloed kunnen hebben:

$$S(\text{leeftijd} * \text{tijd}) \quad p(\text{leeftijd} * \text{tijd} + \text{ringtype} * \text{tijd})$$

$$r(\text{leeftijd} * \text{Tijd}) \quad F(\text{leeftijd} * \text{Tijd}),$$

met 'tijd' = afzonderlijke schattingen per jaar en

'Tijd' = een lineaire trend over de jaren.

De overdispersie (median \hat{c}) voor dit model werd in MARK geschat op ≈ 2.4 . Deze waarde is gebruikt bij de modelselectie, met $\Delta\text{QAICc} > 2$ als criterium voor de selectie van best passende model.

A3.2. Overlevingsschattingen

Overlevingsschattingen zijn berekend voor onvolwassen en adulte sterns. Zowel modellen met S per jaar afzonderlijk en zonder tijdsafhankelijkheid zijn toegepast, alsmede alle mogelijke modellen met p , r en F afhankelijk van leeftijd, tijd of een combinatie daarvan, en vastgezet op 1. Vanwege een verwacht groot verschil in afleeskans tussen metalen ringen en kleurringen is ringtype opgenomen als co-variabele

Tabel A3.3. Overlevingsschattingen voor onvolwassen en adulte Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied voor tienjarige perioden en over de gehele onderzoeksperiode 1990-2019.

periode	onvolwassen*	95%-betr.	interval	adult	95%-betr.	interval
1990-1999	0.635	0.585	0.682	0.916	0.876	0.945
2000-2009	0.645	0.577	0.707	0.941	0.914	0.960
2010-2019	0.664	0.637	0.690	0.955	0.927	0.973
1990-2019**	0.652	0.627	0.676	0.940	0.888	0.969

* berekend over 3 jaar; ** als beste geselecteerde model

om r te schatten. Tabel A3.3 vat samen hoe een selectie van de meest plausible of illustratieve modellen voldeed in de modelselectie. Het beste (meest plausible) model was:

$$S(\text{leeftijd}) p(\text{leeftijd} \cdot \text{tijd} + \text{ringtype} \cdot \text{tijd}) r(\text{leeftijd}) F(\text{leeftijd})$$

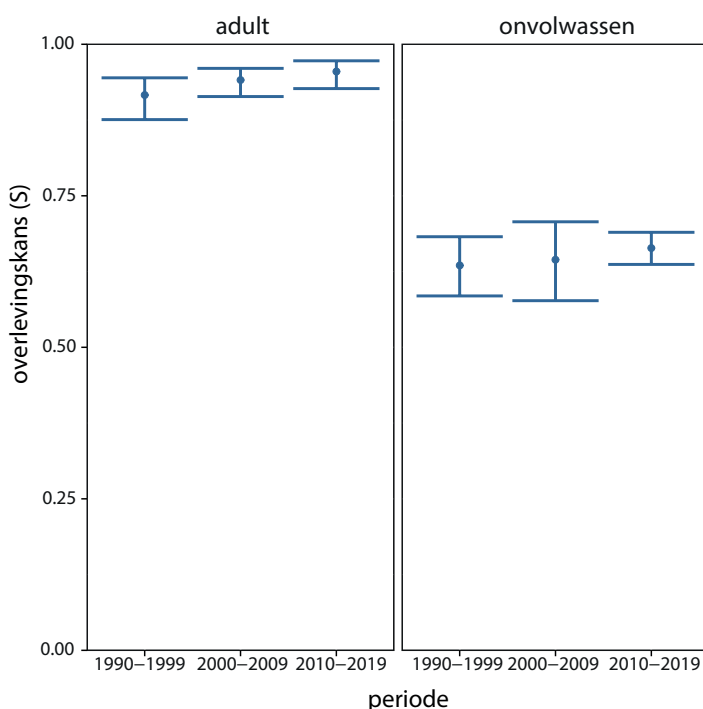
Dit model heeft geen tijdsafhankelijkheid in de S parameter, en schat dus één gemiddelde over de gehele onderzoeksperiode 1990-2019 voor zowel adulte als onvolwassen overleving. Deze schattingen bedroegen respectievelijk 0.94 (95%-betrouwbaarheidsinterval: 0.89-0.97) en 0.65 (95%-b.i. 0.63-0.68; tabel A3.4). Geen van de modellen met jaarverschillen in S produceerde vertrouwen wekkende overlevingsschattingen. Daarom is ook een model aangepast waarin S is geschat per 10-jarige periode, wat meer gegevens per categorie oplevert:

$$S(\text{leeftijd} \cdot \text{periode}10) p(\text{leeftijd} \cdot \text{tijd} + \text{ringtype} \cdot \text{Tijd}) r(\text{leeftijd}) F(\text{leeftijd})$$

Bij het aanpassen van dit model bleek er een sterke samenhang te ontstaan tussen de schattingen van S en F parameters (vermoedelijk als gevolg van gebrek aan data), die leidde tot onrealistische schattingen voor de overleving. Als oplossing hiervoor is de F pa-

rameter vastgezet op de waarden geschat in het model zonder tijdseffecten (0.93 voor adulte en 1 voor onvolwassen sterns). De schattingen van dit model zijn weergegeven in tabel A3.4 en figuur A3.5.

De overlevingsschattingen uit het Zuidwestelijk Deltagebied komen tamelijk goed overeen met literaturopgaven voor enkele andere populaties. Wel opvallend is de hoge schatting voor S van adulte sterns in de laatste 10 jaar (0.96). Het is denkbaar dat deze hoge schatting mede een gevolg is van de recente intensivering van het ringwerk. Terugmeldingen en aflezingen in deze periode betreffen voor een groot deel vogels geringd als kuiken, en voor zover het 'adulten' betreft daarmee vooral relatief jonge adulten van maximaal zo'n 7 jaar oud. Het is denkbaar dat jonge adulten een relatief hoge jaarlijkse overlevingskans hebben en dat op enig moment daarna verouderingsprocessen de overleving negatief gaan beïnvloeden. Voor Grote Sterns is niet goed bekend hoe de overleving van volwassen vogels varieert met de leeftijd, maar voor Visdieven lieten Breton *et al.* (2014) zien dat de overleving na het tweede levensjaar eerst toeneemt van *ca.* 0.80 tot 0.88 rond het



Figuur A3.5. Overlevingsschattingen, met 95%-betrouwbaarheidsinterval, voor onvolwassen en adulte Grote Sterns in het Zuidwestelijk Deltagebied per tienjarige periode.

Tabel A3.4. Overzicht van ‘performance’ van verschillende Burnham modellen voor Grote Stern. Modellen zijn gekarakteriseerd door de opgenomen covariabelen per parameter overleving S , afleeskans p , terugmeldkans r en ‘trouw aan het studiegebied’ F ; leeftijd=onvolwassen/adult, ringtype= metaal/ kleurring; tijd= jaren afzonderlijk, Tijd= lineaire trend over jaren, ‘~1’= vastgezet op 1. Npar=aantal parameters, QAICc= AIC aangepast voor kleine steekproeven en overdispersie.

model	npar	QAICc	QDeviance
$S(\sim \text{ageCl})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{Time})r(\sim \text{ageCl})F(\sim \text{ageCl})$	67	5783	1774
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{Time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	129	5838	1704
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{Time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	129	5846	1712
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{Time})r(\sim \text{ageCl})F(\sim \text{ageCl})$	125	5848	1722
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim 1)$	152	5876	1696
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim \text{ageCl})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	153	5883	1700
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	155	5883	1697
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim \text{ageCl} + \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	154	5884	1700
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim 1)F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	152	5884	1704
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} + \text{Time})$	154	5885	1701
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time} + \text{RingType} * \text{time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl})$	153	5888	1706
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{Time} + \text{RingType} * \text{Time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	74	5945	1922
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{Time} + \text{RingType})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	73	6008	1987
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	126	6107	1979
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} + \text{Time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	71	6419	2403
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl} * \text{Time})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	72	6420	2401
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim \text{ageCl})r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	70	6538	2523
$S(\sim \text{ageCl} * \text{time})p(\sim 1)r(\sim \text{ageCl} * \text{Time})F(\sim \text{ageCl} * \text{Time})$	69	6945	2933

achtste jaar, en daarna begin te dalen tot ca. 0.76 bij 20 jaar oude vogels.

Het berekenen van betrouwbare schattingen van de overleving voor verschillende leeftijdsgroepen in het Deltagebied bleek niet heel eenvoudig. Jaarlijks worden forse aantallen (vooral jonge) Grote Sterns geringd met metalen ringen, maar deze genereren niet veel doodmeldingen en bijzonder weinig levende aflezingen. Bovendien leidt het feit dat Grote Sterns hun eerste 2-3 levensjaren doorbrengen in de overwinteringsgebieden (vooral Afrika) leidt tot de afwezigheid van aflezingen van zulke vogels in de broedkolonies. Als gevolg hiervan waren er te weinig gegevens om overleving afzonderlijk te schatten voor de eerste drie jaren of voor de twee onderscheiden deelregio’s. Zelfs na het samenvoegen van de deelregio’s was er onvoldoende data om S per jaar apart te schatten, en bleken ook schattingen per tienjarige periode niet probleemloos.

In het kader van een andere studie (in het kader van

WOZEP) zullen in de komende tijd ringgegevens over de gehele Nederlandse populatie worden geanalyseerd, waarbij ook de aflezingen gegenereerd door kleurringprojecten in het Waddengebied zullen worden meegenomen.

A3.3. Dispersie

Bij de opzet van deze studie was het plan om ook voor Grote Stern uitwisseling van individuen tussen deelpopulaties en met de bredere omgeving nader te kwantificeren in een multi-state model (cf Visdief). Hiertoe werden binnen het Deltagebied een noordelijke en een zuidelijke deelpopulatie gedefinieerd (figuur A3.1). Bij de verkennende analyses voor overleving bleek echter al dat er onvoldoende gegevens waren om voor de deelgebieden afzonderlijke overlevingskansen te kunnen schatten (§A3.1). Omdat een multi-state model nog meer te schatten parameters heeft, en dus nog meer data vraagt, is afgezien van deze analyse.

Bijlage 4. Overlevingsanalyse Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw

A4.1. Details overlevingsanalyse

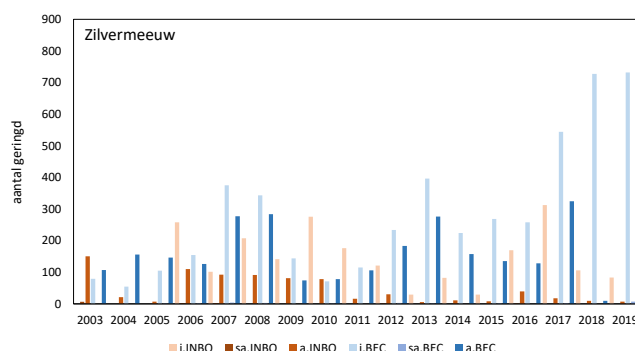
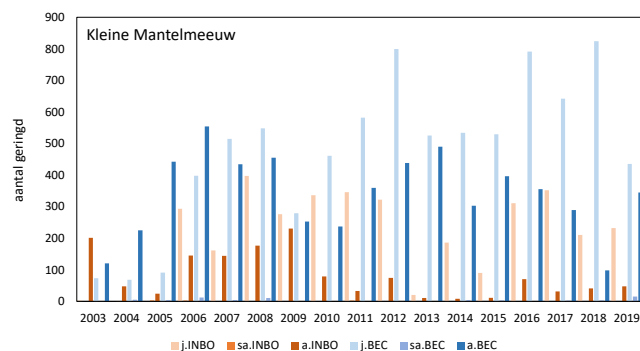
De analyse van ringgegevens van de twee soorten grote meeuwen kent twee hoofdonderdelen. Leef-tijdsspecifieke overlevingskansen van meeuwen uit het hele Zuidwestelijk Deltagebied zijn geschat met behulp van het model van Burnham (1993) op basis van zowel levende aflezingen en terugvangsten als doodmeldingen. Daarnaast is uitwisseling tussen kolonies in havens en overige broedgebieden ge-kwantificeerd met behulp van een *multi-state model* (Brownie *et al.* 1993; Hestbeck *et al.* 1991).

Data en databewerkingen

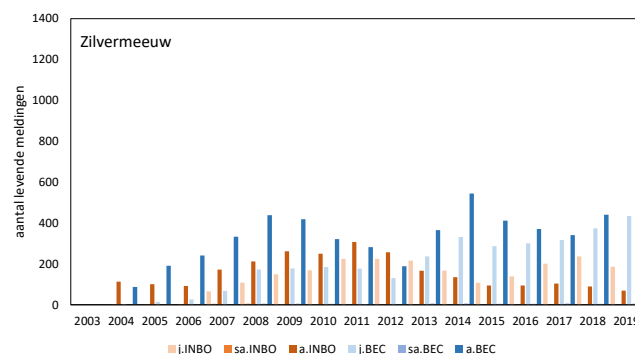
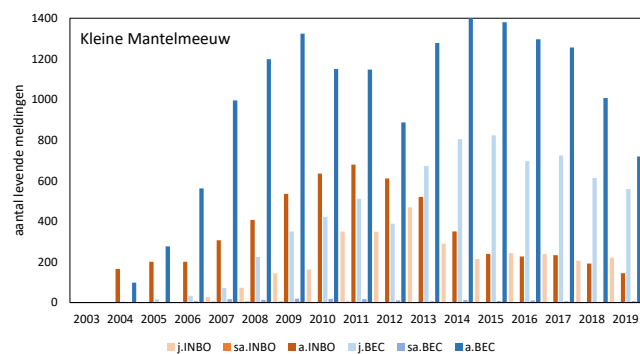
De gegevens van gekleuringde Zilver- en Kleine Mantelmeeuwen uit het Zuidwestelijk Deltagebied zijn afkomstig van kleurringprojecten opgezet en gecoördineerd door Buijs Eco Consult (BEC, R-J. Buijs) en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO, E. Stienen). In deze projecten is in respectievelijk 1999 en 2003 gestart met het kleurringen van zowel bijna vliegvlugge jongen als volwassen broedvogels van beide soorten. De kolonies waar het overgrote deel van de vogels is gemerkt liggen bij Zeebrugge en Oostende voor het INBO-project en in de havens van Rotterdam (m.n. Europoort en Maas-vlakte), Moerdijk en het Sloegebied bij Vlissingen

voor BEC. Aflezingen en doodmeldingen van de geringde vogels werden ingewonnen tijdens gericht veldonderzoek in de broedkolonies, en via een breed publiek (websites).

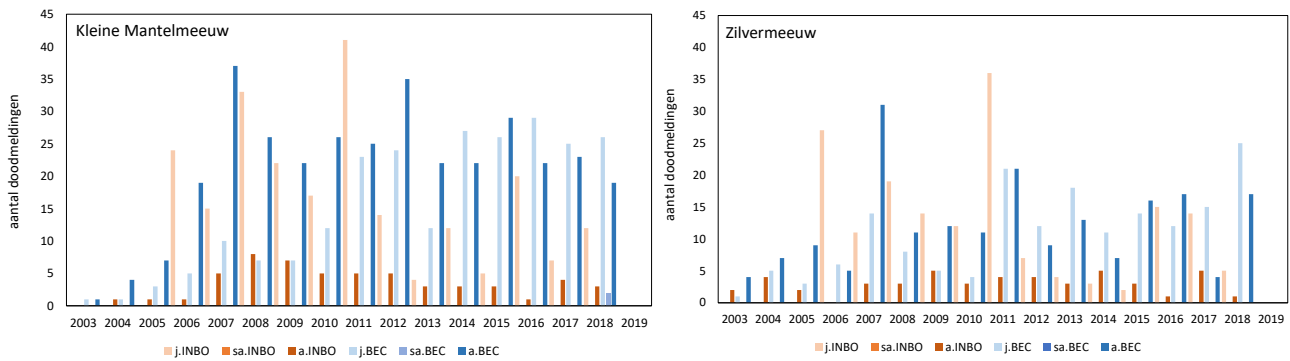
Omdat er in de jaren vóór 2003 slechts weinig vo-gels zijn geringd (met uitzondering van jongen in 1999), is de analyse beperkt tot de jaren 2003-2019. Gegevens van vogels die in eerste instantie alleen een metalen ring kregen en pas bij een latere hervangst kleurringen, zijn meegenomen vanaf het moment van kleurringen. De meeste jongen zijn gekleurringd ongeveer een week voor het uitvliegen; jonge vogels die binnen een week na het ringen op dezelfde loca-tie dood werden teruggemeld zijn verwijderd uit de dataset. Omdat beide typen overlevingsmodellen er van uit gaan dat de waarneemperiodes verwaarloosbaar kort zijn ten opzichte van de overlevingsinter-vallen, zijn voor beide analyses alleen levende terug-meldingen gebruikt uit het broedseizoen (1 april - 31 juli). Dit geldt niet voor de doodvondsten, die jaar-rond kunnen plaatsvinden. Daarnaast zijn levende terugmeldingen na 31 juli 2019 en doodvondsten na 31 maart 2019 verwijderd, omdat de data na het broedseizoen van 2019 niet meer volledig zijn (en in de analyse is de *recovery rate* voor 2019 vastgezet op 0).



Figuren A4.1 en A.4.2. Aantallen gekleurringde Kleine Mantelmeeuwen resp. Zilvermeeuwen per jaar, naar leeftijds-categorie (*j* = juveniel, *sa* = subadult, *a* = adult) en dataset (INBO/BEC), na dataselectie en bewerking.



Figuren A4.3 en A.4.4. Aantallen levende terugmeldingen van gekleurringde Kleine Mantelmeeuwen resp. Zilvermeeuwen per jaar, naar leeftijds-categorie (*j* = juveniel, *sa* = subadult, *a* = adult) en dataset (INBO/BEC), na dataselectie en -bewerking.



Figuren A4.5 en A4.6. Aantallen doodvondsten van gekleurringde Kleine Mantelmeeuwen resp. Zilvermeeuwen per jaar, naar leeftijdscategorie (j = juveniel, sa = subadult, a = adult) en dataset (INBO/BEC), na dataselectie en -bewerking.

Na de databewerkingen bevatte de dataset gegevens van 18,864 gekleurringde Kleine Mantelmeeuwen en 10442 gekleurringde Zilvermeeuwen. Een overzicht van de gegevens waarmee de overlevingsanalyses zijn uitgevoerd is gegeven in figuren A4.1-A4.6.

De broedkolonies zijn ingedeeld naar locatie binnen of buiten havengebied en naar foerageerhabitat van de oudervogels tijdens het broedseizoen: 'zee' (oudervogels halen voedsel voornamelijk op zee), 'binnenland' (oudervogels halen voedsel voornamelijk in het binnenland), 'gemengd' (zowel op zee als in binnenland foeragerende oudervogels) en onbekend (foerageerhabitat of broedkolonie onbekend).

Analyses

Het Burnham-model maakt gebruik van zowel levende terugmeldingen als doodvondsten, waardoor onderscheid kan worden gemaakt tussen overleving en plaatstrouw aan het studiegebied. De parameters die worden geschat zijn: S (survival: werkelijke overleving), F (fidelity: kans dat overlevende individuen in het studiegebied blijven en dus 'waarneembaar' zijn; hierbij wordt aangenomen dat verhuizingen permanent zijn), p (resighting rate: afleeskans van levende individuen in het studiegebied), en r (recovery rate: meldkans van dode individuen).

Zilvermeeuwen en Kleine Mantelmeeuwen zijn geringd in (grotendeels) dezelfde kolonies en jaren, met hetzelfde type ringen, en aflezingen en doodmeldingen zijn ingewonnen op dezelfde wijze en via dezelfde websites. Ook komen de soorten in behoorlijke mate overeen wat betreft hun *life history*, habitatkeuze en gedrag, al zijn er hierin ook wel een aantal verschillen (zo trekken Kleine Mantelmeeuwen 'winters over veel grotere afstanden weg dan Zilvermeeuwen). Dit leidt tot de verwachting dat de waarneemprocessen die leiden tot terugmeldingen en zo de meldkansen p en r beïnvloeden, in grote mate vergelijkbaar zullen verlopen bij beide soorten. Om deze reden zijn de gegevens van de twee soorten

samengevoegd in één analyse. Hierin worden de schattingen van overleving en gebiedstrouw wel voor beide soorten apart gemaakt, maar worden die voor de meldkansen waar mogelijk gebaseerd op gedeelde gegevens, waardoor naar verwachting alle parameters nauwkeuriger kunnen worden geschat. Zowel Zilver- als Kleine Mantelmeeuwen beginnen meestal in hun 4^{de} levensjaar met broeden. Onvolwassen vogels zwerven rond en bezoeken lang niet altijd de broedkolonies, waardoor het aantal aflezingen (in het broedseizoen) en terugmeldingen in deze levensfase relatief beperkt is. Daarom is een leeftijdsindeling gehanteerd met drie klassen: juveniel (eerste levensjaar), subadult (tweede tot en met vierde levensjaar) en adult (vijfde levensjaar en ouder).

In de analyse is als eerste stap een beste basismodel bepaald, door verschillende combinaties van de variabelen soort, dataset (BEC/INBO), leeftijdsklasse en tijd (als factor met aparte schattingen per jaar, t en/of als lineaire trend, T) in de modellen op te nemen. Om te verkennen of het model goed past bij de data is de *median- \hat{c}* uitgerekend voor het meest uitgebreide basismodel waarvan vrijwel alle parameters konden worden geschat ($\hat{c}=1.266$). Hiervoor werd het model gebruikt met voor S en F de driewegsinteractie tussen soort, leeftijd en tijd t (voor S), of tijd T (voor F en S), en voor de meldkansen p en r de driewegsinteractie tussen dataset, leeftijd en tijd T , plus een additief effect van soort. Vervolgens zijn, met het meest uitgebreide model als uitgangspunt, per parameter op basis van de QAICc-waarden (aangepast voor $\hat{c}=1.266$) de modellen geselecteerd die het best worden ondersteund door de data, beginnend bij F , dan r , dan p en tot slot S . Daarbij werden alle geneste submodellen van het meest uitgebreide model gerund. In modellen met een interactie tussen leeftijd en tijd t is gecorrigeerd voor het feit dat er geen subadulten zijn gevangen in 2003 en er dus voor die groep geen parameter kon worden geschat, door het aantal te schatten parameters naar beneden bij te stellen.

Tabel A4.1. Modelselectie voor Fidelity F, met meest uitgebreide model voor overige parameters ($S(\sim\text{soort} * \text{tijd} * \text{leeftijd})p(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})r(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$). Getoond zijn de 10 modellen met de laagste QAICc waarden.

F	npar	QAICc	Δ QAICc	weight	QDeviance
soort * lftklasse * Tijd	138	132010.6	0.00	0.21	24869.1
soort * Tijd	130	132010.7	0.07	0.20	24885.3
soort * Tijd + soort * lftklasse + lftklasse * Tijd	136	132010.8	0.19	0.19	24873.3
soort	128	132011.6	0.99	0.13	24890.2
soort + Tijd	129	132011.8	1.18	0.12	24888.4
soort * lftklasse + lftklasse * Tijd	135	132013.7	3.07	0.05	24878.2
soort + lftklasse	130	132014.2	3.60	0.03	24888.8
soort + Tijd + lftklasse	131	132014.8	4.18	0.03	24887.4
soort + lftklasse * Tijd	133	132015.6	4.99	0.02	24884.2
soort * Tijd + soort * lftklasse	134	132016.6	6.02	0.01	24883.2

Tabel A4.2. Modelselectie voor r, met meest uitgebreide model voor overige parameters ($S(\sim\text{soort} * \text{Tijd} * \text{lftklasse})p(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{lftklasse} * \text{Tijd})F(\sim\text{soort} * \text{lftklasse} * \text{Tijd})$). Getoond worden de 10 modellen met de laagste QAICc waarden.

r	npar	QAICc	Δ QAICc	weight	QDeviance
soort + dataset * lftklasse * Tijd	138	132019.2	0.00	0.88	24877.7
soort + dataset * lftklasse + Tijd	133	132025.1	5.95	0.05	24893.7
soort + dataset * lftklasse + lftklasse * Tijd	135	132026.3	7.15	0.02	24890.9
dataset * lftklasse + lftklasse * Tijd + dataset * Tijd	135	132027.2	7.99	0.02	24891.7
dataset * lftklasse + lftklasse * Tijd	134	132027.9	8.73	0.01	24894.4
dataset * lftklasse + dataset * Tijd	133	132028.0	8.80	0.01	24896.5
dataset * lftklasse * Tijd	137	132029.5	10.33	0.01	24890.0
soort + dataset * lftklasse + dataset * Tijd	134	132031.5	12.29	0.00	24898.0
soort + dataset * lftklasse + lftklasse * Tijd + dataset * Tijd	136	132031.8	12.68	0.00	24894.4
dataset * lftklasse + Tijd	132	132040.9	21.74	0.00	24911.5

Tabel A4.3. Modelselectie voor p, met meest uitgebreide model voor overige parameters ($S(\sim\text{soort} * \text{Tijd} * \text{lftklasse})r(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{lftklasse} * \text{Tijd})F(\sim\text{soort} * \text{lftklasse} * \text{Tijd})$). Getoond worden de 10 modellen met de laagste QAICc waarden.

p	npar	QAICc	Δ QAICc	weight	QDeviance
soort + dataset * lftklasse * Tijd	138	132127.3	0.00	0.97	24985.8
dataset * lftklasse * Tijd	137	132134.4	7.12	0.03	24994.9
soort + dataset * Tijd + Tijd * lftklasse + dataset * lftklasse	136	132231.2	103.91	0.00	25093.7
dataset * Tijd + Tijd * lftklasse + dataset * lftklasse	135	132238.0	110.74	0.00	25102.6
soort + dataset * Tijd + Tijd * lftklasse	134	132350.9	223.60	0.00	25217.4
dataset * Tijd + Tijd * lftklasse	133	132356.8	229.52	0.00	25225.4
soort + dataset * lftklasse + Tijd * lftklasse	135	132452.4	325.10	0.00	25316.9
dataset * lftklasse + Tijd * lftklasse	134	132459.3	332.02	0.00	25325.9
soort + dataset + Tijd * lftklasse	133	132534.9	407.63	0.00	25403.5
dataset + Tijd * lftklasse	132	132541.3	413.98	0.00	25411.8

Tabel A4.4. Modelselectie voor S , met meest uitgebreide model voor overige parameters ($p(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{lftkklasse} * \text{Tijd})r(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{lftkklasse} * \text{Tijd})F(\sim\text{soort} * \text{lftkklasse} * \text{Tijd})$) en median c -hat 1.266. Getoond worden de 10 modellen met de laagste QAICc waarden. Ter vergelijking is ook het beste model resulterend uit de modelselectie met $F(\sim\text{soort})$ (tabel A4.1) weergegeven.

S	npar	QAICc	DeltaQAICc	weight	QDeviance
soort + Tijd * lftklasse	89	132004.5	0.00	0.96	24961.3
soort * Tijd * lftklasse	138	132010.6	6.11	0.04	24869.1
Tijd + soort * lftklasse	60	132059.6	55.07	0.00	25074.5
soort + Tijd + lftklasse	58	132061.1	56.63	0.00	25080.1
soort + Tijd + lftklasse	43	132106.9	102.35	0.00	25155.8
soort * Tijd * lftklasse	50	132107.2	102.71	0.00	25142.2
soort * lftklasse + Tijd	45	132108.3	103.75	0.00	25153.2
soort + Tijd * lftklasse	45	132109.9	105.35	0.00	25154.8
soort * Tijd + lftklasse	44	132115.7	111.20	0.00	25162.7
soort * lftklasse	44	132147.1	142.55	0.00	25194.0
soort * Tijd * lftklasse	128	132011.4	6.93		24890.0

A4.2. Overleving algemeen

Het beste basismodel was voor alle parameters behalve S gelijk aan het meest uitgebreide model (tabellen A4.1-A4.3). In plaats van de drieweginteractie van soort met leeftijd en tijd zoals in het meest uitgebreide model had het beste basismodel een additief effect van soort op de overleving (tabel A.4.4):

$S(\sim\text{soort} + \text{tijd} * \text{lftklasse})$

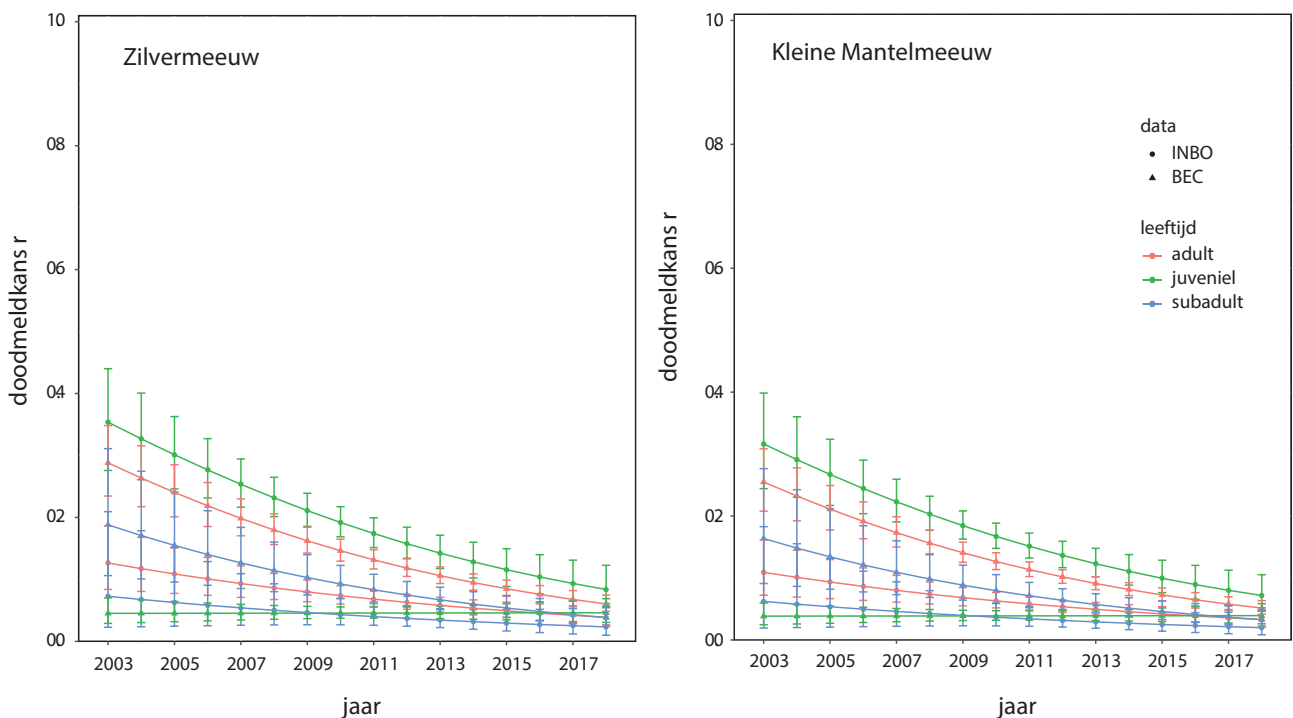
$p(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{lftklasse} * \text{Tijd})$

$r(\sim\text{soort} + \text{dataset} * \text{lftklasse} * \text{Tijd})$

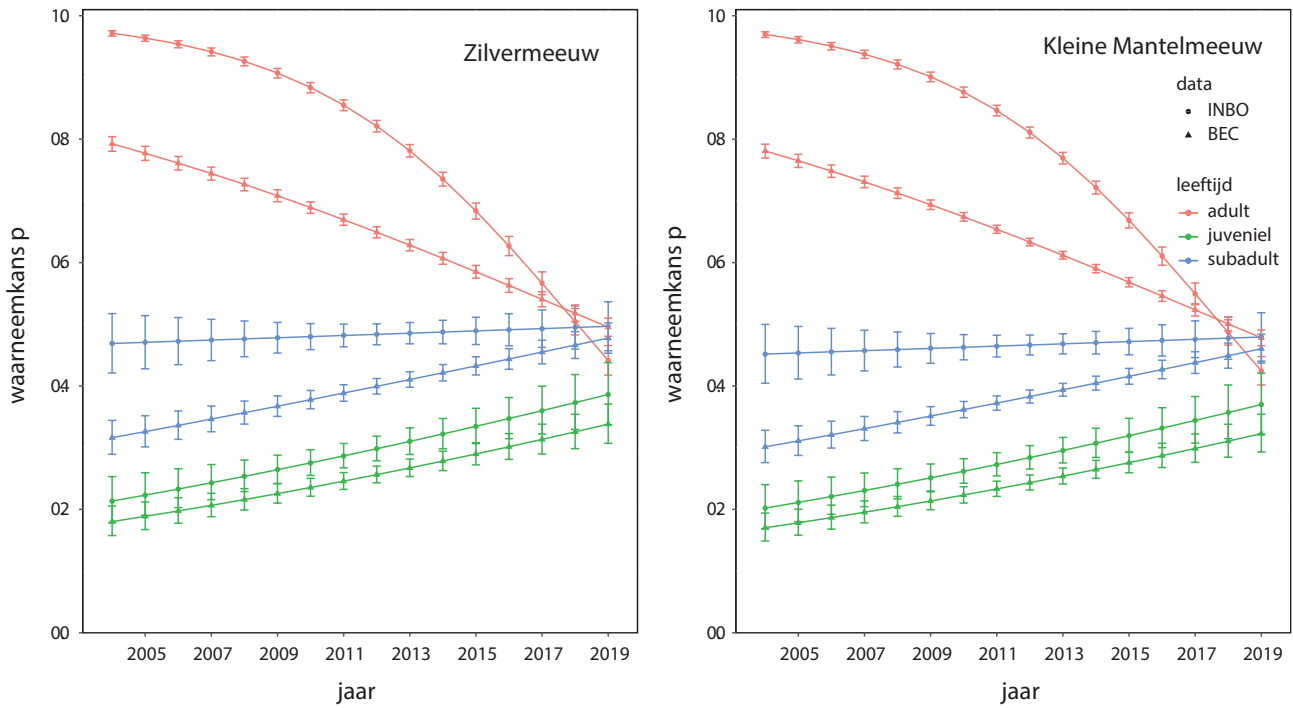
$F(\sim\text{soort} * \text{lftklasse} * \text{Tijd})$

Terugmeldkansen van dode en levende individuen

In het beste basismodel nam de vindkans van dode individuen r consistent af in de tijd, maar verschilde de mate waarin dat gebeurde tussen de datasets en leeftijdsklassen (figuur A4.7). De doodmeldkans was bij Kleine Mantelmeeuw iets kleiner dan bij Zilvermeeuw. Waar de doodmeldkans in 2003 bij Kleine Mantelmeeuw nog uiteenliep tussen 4% en 32% en bij de Zilvermeeuw tussen 5% en 36%, lag deze in 2018 tussen 2% en 8% resp. 3% en 9%. De grote doodmeldkansen uit de beginjaren zijn dus sterk afgenomen. De waarneemkans p van levende individuen liet een ander beeld zien, hoewel ook bij



Figuur A.4.7. Doodmeldkansen r geschat met het basismodel, voor Zilvermeeuw (links) en Kleine Mantelmeeuw (rechts).



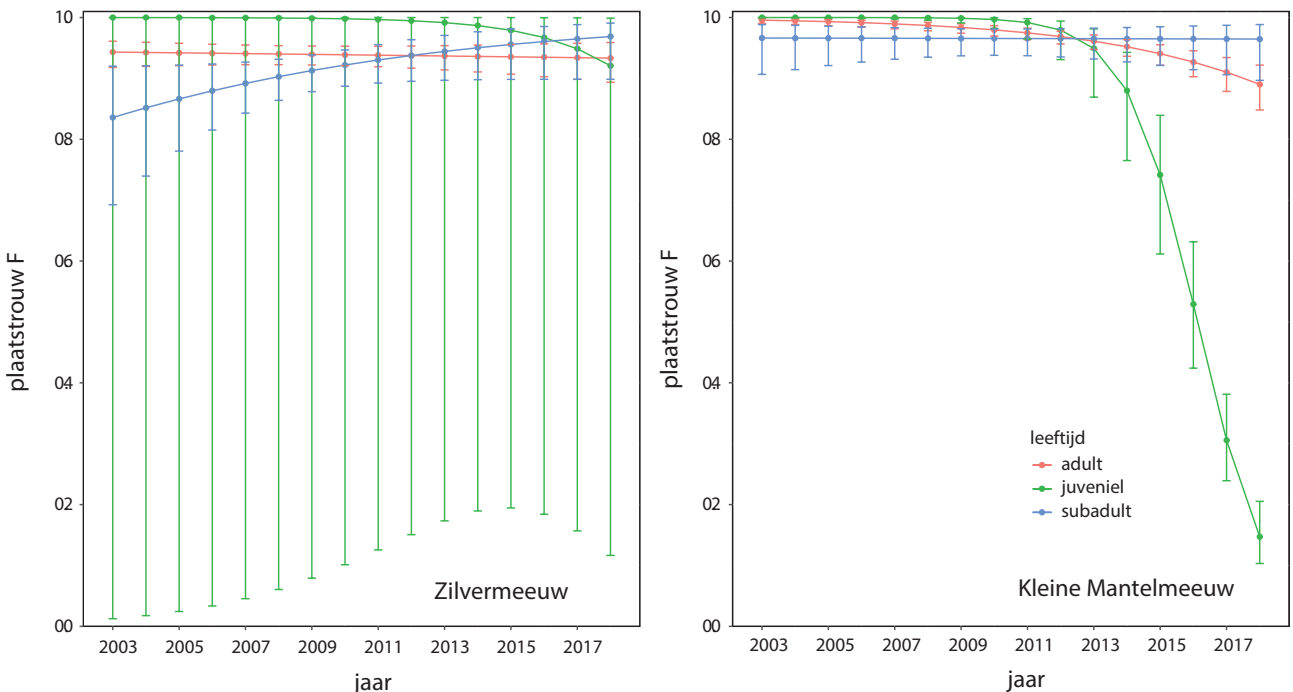
Figuur A.4.8. Waarneemkans van levende individuen p geschat met het basismodel, voor Zilvermeeuw (links) en Kleine Mantelmeeuw (rechts).

de waarneemkans de aanvankelijk grote verschillen tussen de leeftijdsklassen en datasets in de loop der jaren veel kleiner werden (variërend tussen 17%-18% en 97% in 2004 en tussen 32%-33% en 49%-50% in 2019) en de kans bij de Zilvermeeuw iets, maar nauwelijks, groter was dan bij de Kleine Mantelmeeuw (figuur A4.8). De waarneemkans was bij alle leeftijdsklassen groter in de Belgische (INBO) dan in de Nederlandse dataset (BEC), behalve in de laatste

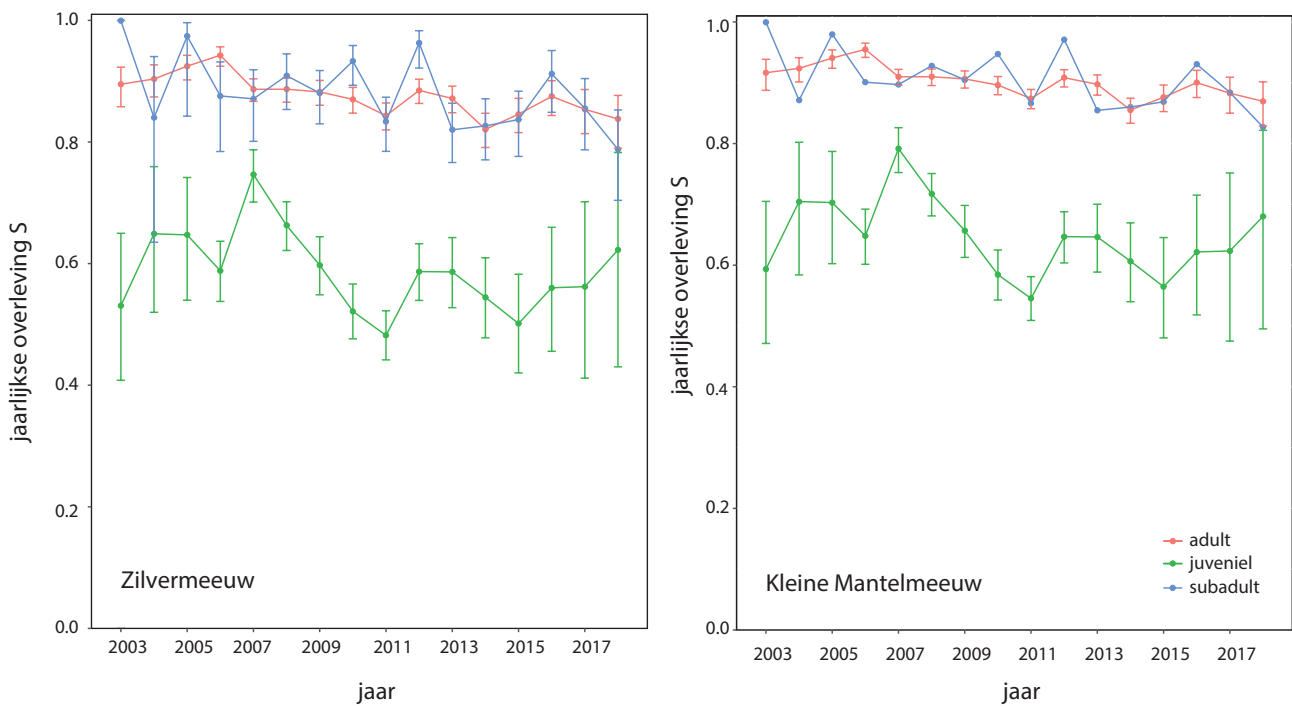
jaren bij de adulte vogels, toen deze kans iets groter was bij de Nederlandse kolonies doordat deze daar minder sterk was afgenomen. De waarneemkans nam bij de adulte meeuwen af in de tijd, maar nam toe bij de juveniele en subadulte vogels.

Fidelity

De plaatstrouw aan het studiegebied (de ring- en afleeslocaties) was bij adulte Kleine Mantelmeeuwen



Figuur A4.9. Plaatstrouw F geschat met het basismodel, voor Zilvermeeuw (links) en Kleine Mantelmeeuw (rechts).



Figuur A4.10. Survival S geschat met het basismodel, voor Zilvermeeuw (links) en Kleine Mantelmeeuw (rechts).

in de beginjaren zeer groot (100%), maar nam af naar 88% aan het einde van de studie (figuur A4.9). Bij adulte Zilvermeeuwen was de plaatstrouw 94% en bleef deze constant. Bij subadulte vogels was een omgekeerd patroon te zien: daar nam de plaatstrouw van Zilvers toe van 84% naar 97% en was deze 97% en constant bij Kleine Mantels. De plaatstrouw van juveniele vogels was bij beide soorten 100% in de beginjaren en nam bij Kleine Mantels zeer sterk (naar 13% in 2018) en bij Zilvers slechts licht af (naar 83%). Dit verschil tussen de soorten is te verklaren doordat subadulte Kleine Mantels in het overwinteringsgebied in Zuid-Europa/Noordwest-Afrika blijven, waardoor vogels geringd als juveniel meestal pas als adult in het studiegebied worden teruggezien. Dit betekent dat juveniele Kleine Mantelmeeuwen die in de laatste jaren van de studie geringd zijn nog niet kunnen zijn teruggezien. Zilvermeeuwen trekken in de winter niet of nauwelijks weg en de juveniele en subadulte vogels blijven dus 'afleesbaar'.

Overleving

Een opvallend resultaat uit de analyses met afzonderlijke jaareffecten in de overleving was dat de overleving bij beide soorten een synchroon patroon van variaties over jaren vertoonde. Daarbij was de overleving bij Kleine Mantelmeeuwen iets hoger dan bij Zilvermeeuwen (juv: 0.62 vs 0.56; subad: 0.89 vs 0.87; ad: 0.89 vs 0.86). De overleving van subadulte meeuwen was vergelijkbaar met die van adulte, maar vertoonde, net als de juvenielenoverleving, grotere fluctuaties (en betrouwbaarheidsintervallen, figuur A4.10).

In figuur A4.10 lijkt de overleving een afnemende trend te vertonen. Omdat het in verband met de populatieontwikkeling belangrijk is om te weten of er een trend in overleving is bij beide soorten hebben we hier apart naar gekeken. Hoewel het model met afzonderlijke jaareffecten een (significant) lagere QAICc-waarde had dan het model met een trend, wil dit vooral zeggen dat de overleving sterk tussen jaren verschilt, maar niet dat deze geen trend vertoont. Hiervoor moeten de modellen met T worden vergeleken met dezelfde modellen zonder T (tabel A4.5). In alle gevallen werden de modellen zonder trend beduidend minder goed ondersteund door de data dan de modellen met een interactief dan wel additief effect van T .

Het beste model met een trend in de overleving was het model met alleen additieve effecten. Bij dit model vertoonde de F een toename bij de juveniele Zilvermeeuwen, hetgeen niet realistisch lijkt, aangezien de juveniele meeuwen die in de laatste jaren geringd zijn, zich nog niet hebben gevestigd als broedvogel, waardoor er juist een afname in F wordt verwacht, zoals ook in het beste model met afzonderlijke jaareffecten in de overleving is te zien. Het model met de driewegsinteractie tussen soort, leeftijd en trend was slechts $\Delta\text{QAICc} = 0.3$ slechter en liet wel de verwachte afname in F zien bij de juvenielen van beide soorten. We beschouwen dit dan ook als het meest realistische model en hanteren dit model als basismodel met trend om eventuele effecten van foerageerhabitat en het broeden in havens of erbuiten te toetsen. De parameterschattingen voor F en S

Tabel A4.5. Vergelijking van modellen met en zonder T voor S . Voor de overige parameters zijn dezelfde modellen als in het basismodel gebruikt.

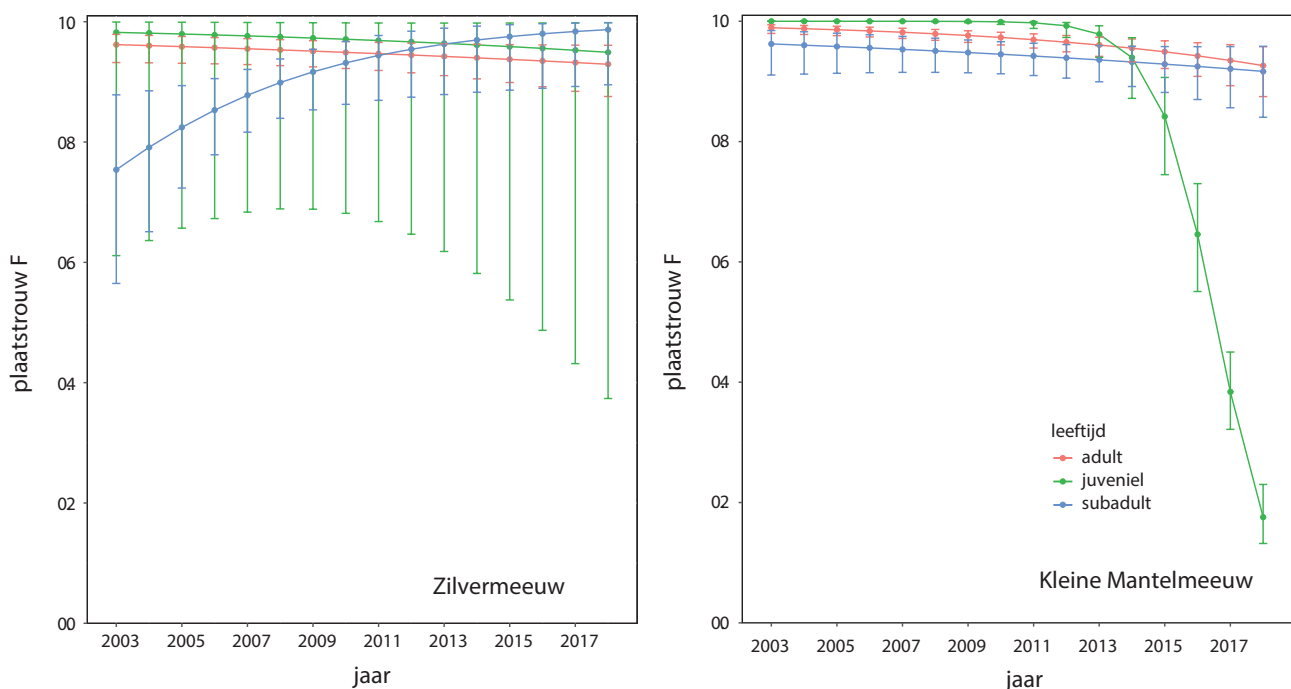
S	Anpar	QAICc	Δ QAICc	QDeviance
soort + Tijd + lftklasse	43	132106.9	0.00	25155.8
soort + Tijd * lftklasse	45	132109.9	3.00	25154.8
soort * Tijd + lftklasse	44	132115.7	8.85	25162.7
soort + lftklasse	42	132161.4	54.52	25212.4
soort * Tijd * lftklasse	50	132107.2	0.00	25142.2
soort * lftklasse + Tijd	45	132108.3	1.04	25153.2
soort * lftklasse	44	132147.1	39.83	25194.0
soort * Tijd	42	132237.3	0.00	25288.3
soort + Tijd	41	132239.4	2.16	25292.4
soort	40	132325.2	87.92	25380.2

zijn te zien in figuren A4.11 en A4.12 (die voor p en r wijken nauwelijks af van de eerdere estimates uit figuren A4.8 en A4.9).

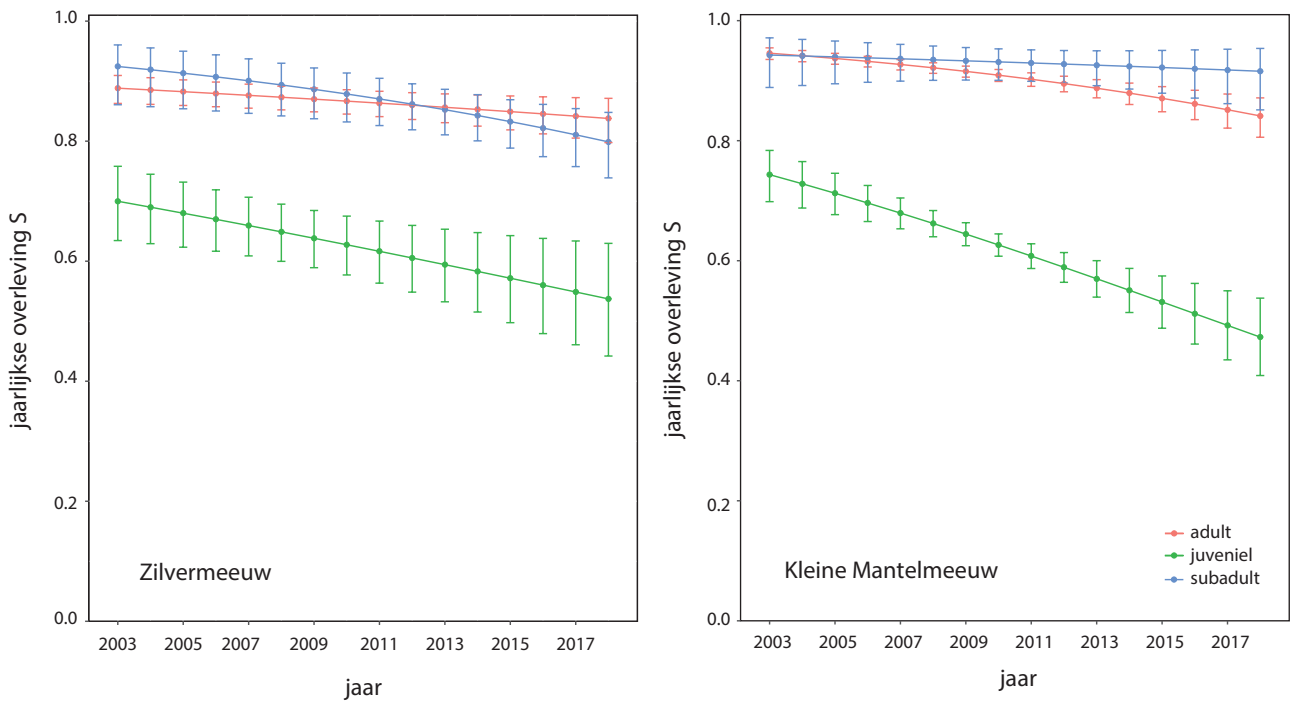
De overleving vertoonde een negatieve trend over de jaren, al verschilde de mate waarin tussen de soorten en leeftijdsklassen. De afname was bij juveniele en adulte Kleine Mantelmeeuwen sterker en bij subadulte juist minder sterk dan bij dezelfde leeftijdsklassen bij de Zilvermeeuwen (figuur A4.12). De overleving van Kleine Mantels was in de beginjaren beter dan van Zilver in alle drie de leeftijdsklassen; in de laatste jaren was dit voor de juveniele en adulte vogels niet meer het geval.

A4.3. Overleving in relatie tot foerageerhabitat

Broedkolonies van grote meeuwen liggen verspreid door het Zuidwestelijk Deltagebied, en waarnemingen aan gekleurde en recent ook gezenderde individuen hebben laten zien dat de foerageergebieden waar veel van de vogels hun voedsel verzamelen in het broedseizoen deels verschillen tussen kolonies. Grote meeuwen zijn opportunistische foerageerders die in allerlei habitats voedsel kunnen vinden, uiteenlopend van de open zee (al of niet achter vissersschepen), stranden en dijken, intergetijdengebied tot zoete wateren, landbouwgronden, vuilstorten en stedelijk gebied. Een ecologisch relevante tweedeling is een onderscheid tussen foerageren op zee (inclusief de kustzone) of in het binnenland (vnl. landbouw-



Figuur A4.11. Plaatstrouw F geschat aan de hand van het basismodel met trend voor $S(\sim \text{soort} * \text{Tijd} * \text{leeftijd})$ $p(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$ $r(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$ $F(\sim \text{soort} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$.



Figuur A4.12. Overleving S geschat aan de hand van het basismodel met trend voor $S(\sim \text{soort} * \text{Tijd} * \text{leeftijd})$ $p(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$ $r(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$ $F(\sim \text{soort} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$.

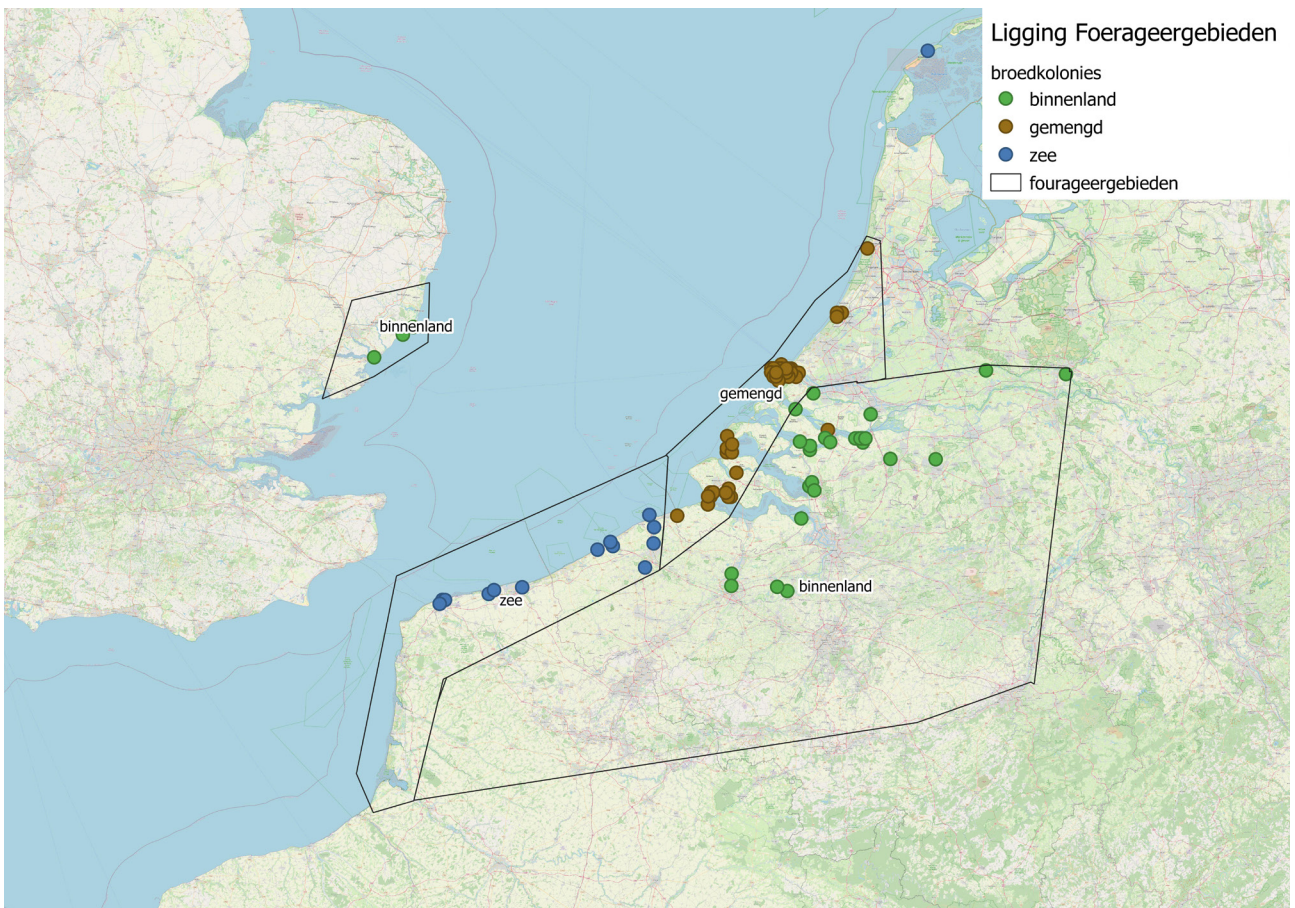
gronden, stedelijk gebied en vuilstorten). Er is echter ook binnen kolonies vaak variatie tussen individuen in de foerageerplekken die zij bezoeken; sommige kolonies zijn daarom in deze tweedeling niet goed te plaatsen en beter te beschouwen als ‘gemengd’. In een vervolgstap in de overlevingsanalyse is de vraag onderzocht of het habitatype waar de broedvogels van een kolonie foerageren (binnenland, zee, of gemengd) van invloed is op hun overleving. De toewijzing van foerageerhabitat aan kolonies is uitgevoerd op grond van hun ligging en waarnemingen van prooiresten in kolonies. Vervolgens is ‘op het oog’ een indeling gemaakt in deelregio’s binnen het Deltagebied aan de hand van kolonies waarvan bekend is in welk type habitat de oudervogels foerageren (door R-J. Buijs en E. Stienen, figuur A4.13).

Toevoegen van een interactie met foerageerhabitat voor alleen de adulte vogels aan het basismodel

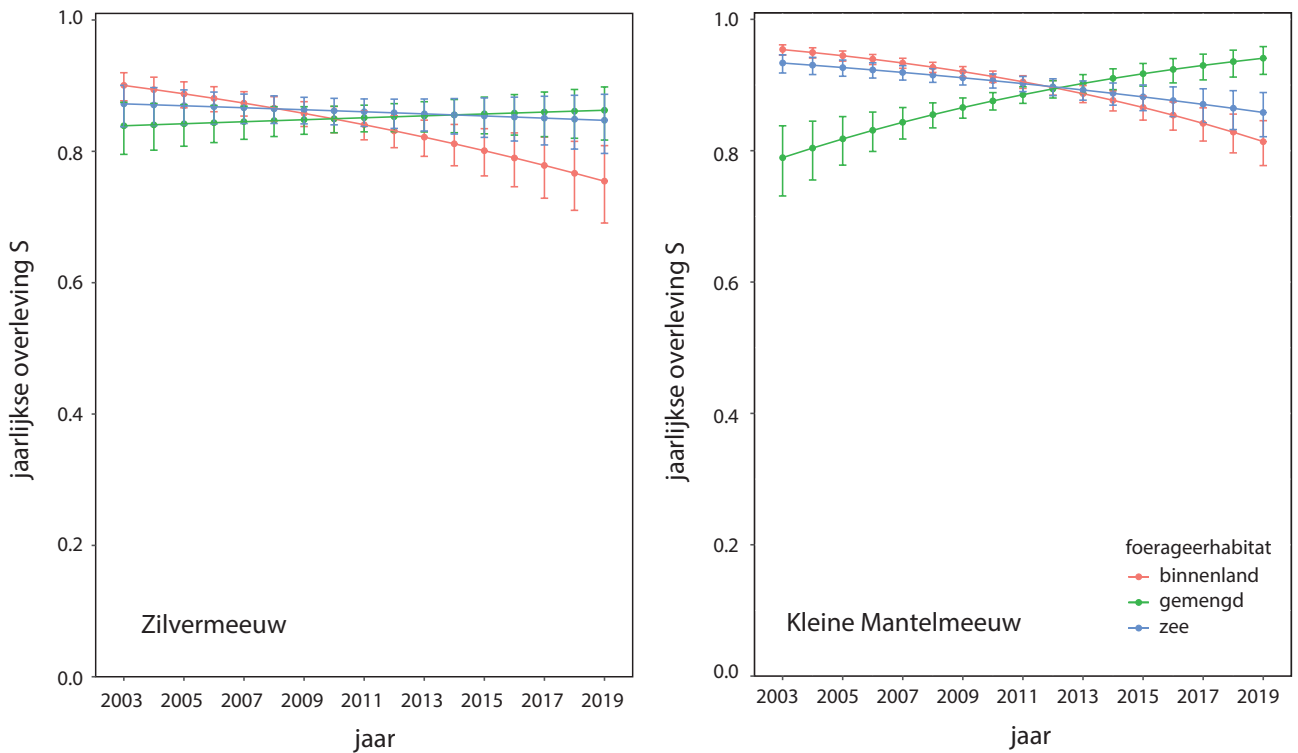
met trend (en alle geneste modellen) gaf aan dat foerageerhabitat een significant effect heeft op de trends in overleving van beide soorten, en dat dit effect verschilt tussen de leeftijdsklassen en de soorten (tabel A4.6). De resulterende schattingen voor F en S staan in figuren A4.14. Opvallend is dat F bij juveniele Zilvermeeuwen niet kan worden geschat ($F=1$, s.e.=0). Bij volwassen vogels verschilde de trend in overleving tussen broedkolonies met verschillend foerageerhabitat, waarbij de patronen bij de Kleine Mantelmeeuw verschilden van die bij de Zilvermeeuw (figuur A4.14). Bij beide soorten is de overleving afgenomen in kolonies waar de vogels voornamelijk in het binnenland naar voedsel zoeken. In kolonies waar de oudervogels op zee foerageren bleef deze stabiel (Zilvermeeuw) of nam slechts licht af (Kleine Mantelmeeuw). In gemengde kolonies, waar de oudervogels zowel op zee als in het binnenland foerageren, bleef de overleving bij

Tabel A4.6. Modelselectie voor S met trend en foerageerhabitat (median c-hat 1.266). model voor overige parameters: $p(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$ $r(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$ $F(\sim \text{soort} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$.

model voor S	npar	QAICc	Δ QAICc	weight	QDeviance
foer:soort:Tijd:ad + foer:soort:ad + foer:Tijd:ad + foer:ad + soort * Tijd * lftklasse	62	132016.9	0.00	1.00	28192.5
foer:soort:ad + foer:ad + soort * Tijd * lftklasse	56	132111.8	94.88	0.00	28299.4
foer:ad + soort * Tijd * lftklasse	53	132128.0	111.15	0.00	28321.7
foer:Tijd:ad + foer:ad + soort * Tijd * lftklasse	56	132153.6	136.74	0.00	28341.2
foer:soort:ad + foer:Tijd:ad + foer:ad + soort * Tijd * lftklasse	59	132153.7	136.81	0.00	28335.3
soort * Tijd * lftklasse	50	132228.8	211.94	0.00	28428.4



Figuur A4.13. Regio-indeling naar foerageerhabitat zoals gehanteerd in het Burnham model met foerageerhabitat en het multistate model. De kaart toont ook broedkolonies buiten het Zuidwestelijk Deltagebied waar zich in de Delta geringde vogels hebben gevestigd.



Figuur A4.14. Adulte overleving S_a geschat aan de hand van het basismodel met trend voor S met een interactie met foerageerhabitat: $S(\sim \text{foer:soort:Tijd:ad} + \text{foer:soort:ad} + \text{foer:Tijd:ad} + \text{foer:ad} + \text{soort} * \text{Tijd} * \text{leeftijd}) p(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd}) r(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd}) F(\sim \text{soort} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$.

de Zilvermeeuw stabiel, maar nam bij de Kleine Mantelmeeuw juist toe.

A4.4. Plaatstrouw in relatie tot broeden in haven-terreinen

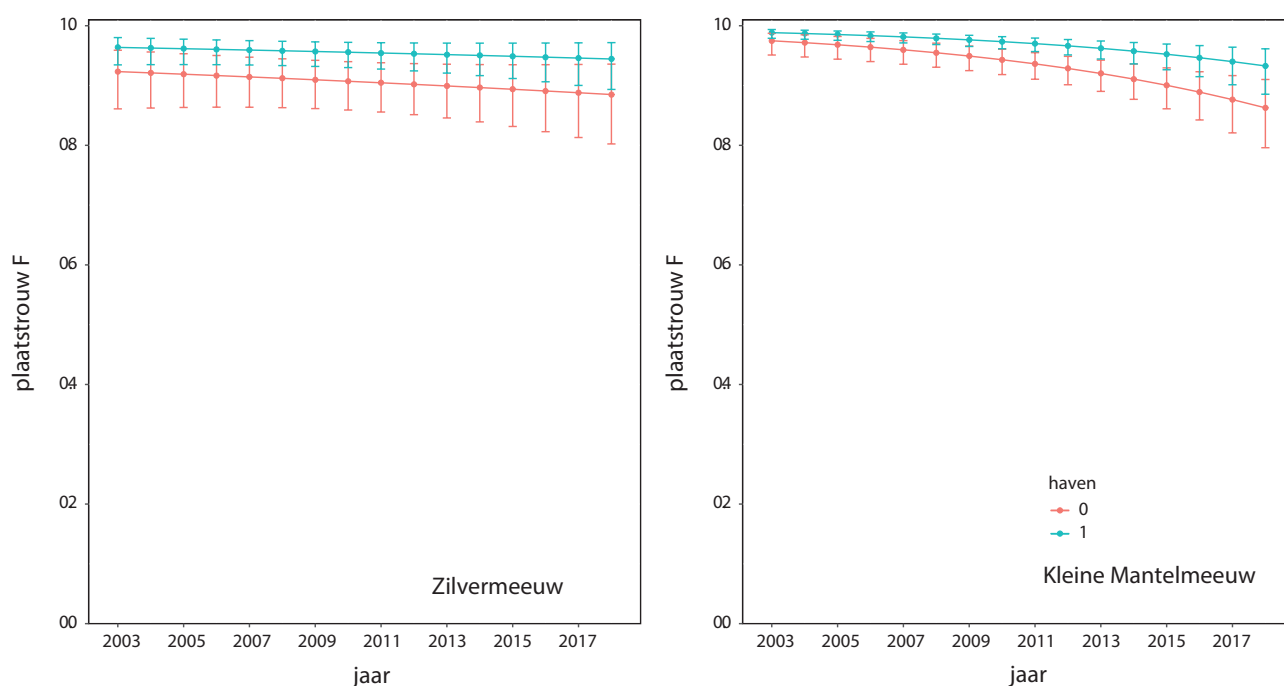
Een tweede interessante ecologische tweedeling binnen het Deltagebied is te maken tussen grote meeuwen die broeden in haven- en industriegebieden, en broedvogels in habitats met minder menselijke activiteit, zoals natuurgebieden en 'uitontwikkelde' eilanden en kustwerken. In de grote havengebieden in de Delta was aanvankelijk veel open terrein beschikbaar waar voldoende ruimte en rust (veelal met hekwerk afgeschermd terreinen) was voor grote kolonies. In de loop der tijd worden echter steeds meer van deze terreinen in gebruik genomen en/of vrij gehouden van broedende meeuwen (vooral sinds ca. 2012/2013). In het Rotterdamse havengebied wor-

den tegenwoordig jaarlijks duizenden eieren geraapt om overlast door broedende vogels te verminderen en vestigingen te voorkomen op te ontwikkelen locaties. De gedwongen verhuizing van deze broedvogels kan leiden tot meer druk op geschikte broedplaatsen elders, en dit zijn vaak gebieden waar ook andere soorten kustbroedvogels voorkomen die gevoelig zijn voor predatie en/of verstoring door grote meeuwen. We verwachten dat havenontwikkeling en het broedvrij houden van haven-terreinen een negatief effect kunnen hebben op de broedplaatstrouw van beide soorten meeuwen, zichtbaar in de fidelity parameter F . Omdat het gaat om broedplaatstrouw is dit effect alleen bij de adulte vogels onderzocht. Hiertoe zijn de broedplaatsen ingedeeld in locaties in haven-terreinen en daarbuiten (door E. Stienen en R.-J. Buijs).

Toevoegen van een interactie met 'haven' (d.w.z.

Tabel A4.7. Modelselectie voor F met effect van haven (median c -hat 1.266). model voor overige parameters: $S(\sim \text{soort} * \text{Tijd} * \text{leeftijd}) p(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd}) r(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd})$.

model voor F	npar	QAICc	Δ QAICc	weight	QDeviance
haven:ad + soort * Tijd * lftklasse	52	132095.8	0.00	0.53	26592.1
haven:soort:ad + haven:ad + soort * Tijd * lftklasse	54	132097.7	1.98	0.20	26590.0
haven:Tijd:ad + haven:ad + soort * Tijd * lftklasse	54	132098.2	2.47	0.16	26590.5
haven:soort:ad + haven:Tijd:ad + haven:ad + soort * Tijd * lftklasse	56	132099.1	3.36	0.10	26587.4
haven:soort:Tijd:ad + haven:soort:ad + haven:Tijd:ad + haven:ad + soort * Tijd * lftklasse	58	132103.1	7.36	0.01	26587.4
soort * lftklasse * Tijd	50	132107.2	11.44	0.00	26607.5



Figuur A4.15. Fidelity F van volwassen meeuwen geschat aan de hand van het basismodel met trend voor S met een additief effect van havengebied voor F : $S(\sim \text{soort} * \text{Tijd} * \text{leeftijd}) p(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd}) r(\sim \text{soort} + \text{dataset} * \text{leeftijd} * \text{Tijd}) F(\sim \text{haven:ad} + \text{soort} * \text{Tijd} * \text{leeftijd})$

broedlocatie in haventerrein) voor alleen adulte (en alle geneste modellen) aan F in het basismodel met trend laat zien dat het broeden in havens een klein maar significant (additief) effect heeft op de broedplaatstrouw F bij beide soorten (tabel A4.7). Het één na beste model verschilde net geen 2 QAICc-punten van het beste model en bevatte een additief effect van de interactie tussen haven en soort. Het verschil in parameterschattingen tussen het beste en het één na beste model was erg klein, daarom worden in figuur A4.15 alleen de parameterschattingen met het beste model getoond (die voor p en r wijken nauwelijks af van die in figuren A4.7 en A4.8, en ook de schattingen van S zijn vrijwel identiek aan die in figuur A4.12). De plaatstrouw aan het studiegebied F bleek bij adulte meeuwen van beide soorten iets groter in havenkolonies dan in kolonies buiten havens. Dat lijkt tegengesteld aan de verwachting dat de ontwikkeling van haventerreinen leidt tot meer (permanente) verhuizingen onder de broedvogels

van zulke gebieden. Merk echter op dat in de context van het Burnham-model een verhuizende meeuw alleen invloed heeft op F wanneer hij terechtkomt 'buiten het studiegebied', d.w.z. op een plek waar geen afleesinspanning wordt verricht in de broedtijd. Een meeuw die verhuist van een bepaalde havenkolonie naar een havengebied elders wordt in deze context nog steeds beschouwd als 'plaatstrouw', ook al is dat bv. van de Maasvlakte naar het Sloegebied. Een mogelijke verklaring voor de hogere F in haventerreinen is dan dat hier wellicht intensiever wordt gezocht naar gekleurde meeuwen dan daarbuiten, en dat verhuizende meeuwen uit havengebied zich relatief vaak opnieuw vestigen in havengebied. De stelling dat menselijk ingrijpen in haventerreinen leidt tot meer verplaatsingen van broedende meeuwen wordt dus niet weersproken door dit resultaat. De trend in plaatstrouw verschilde ook niet tussen kolonies binnen en buiten havens.

Bijlagen 5-9. Digitale DPSIR-tabellen

Bijlage5: https://www.sovon.nl/sites/default/files/doc/xls/dpsir-tabel_kluut.xlsx

Bijlage6: https://www.sovon.nl/sites/default/files/doc/xls/dpsir-tabel_visdief.xlsx

Bijlage7: https://www.sovon.nl/sites/default/files/doc/xls/dpsir-tabel_grote_stern.xlsx

Bijlage8: https://www.sovon.nl/sites/default/files/doc/xls/dpsir-tabel_zilvermeeuw.xlsx

Bijlage9: https://www.sovon.nl/sites/default/files/doc/xls/dpsir-tabel_kleine_mantelmeeuw.xlsx



In opdracht van:



LIFE IP
} Deltanatuur



Sovon Vogelonderzoek Nederland

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

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

